



**PROYECTO DE EJECUCIÓN DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA  
DE 2 MW PARA AUTOCONSUMO DE LOS SECTORES  
IV, V Y VI DE LA COMUNIDAD DE REGANTES  
“SANTA MARÍA MAGDALENA”**

**Ingenieros Agrónomos**

**Promotor**

**COMUNIDAD DE REGANTES  
“SANTA MARÍA MAGDALENA”**



**Fecha**

**OCTUBRE 2023**

**MENGÍBAR (JAÉN)**

**Término Municipal**

***PROYECTO DE EJECUCIÓN DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA  
DE 2 MW PARA AUTOCONSUMO DE LOS SECTORES  
IV, V Y VI DE LA COMUNIDAD DE REGANTES  
“SANTA MARÍA MAGDALENA”***

**TÉRMINO MUNICIPAL: MENGÍBAR (JAÉN)**

**PROMOTOR: COMUNIDAD DE REGANTES “SANTA MARÍA MAGDALENA”**

**DOCUMENTOS DE QUE CONSTA ESTE PROYECTO:**

- **DOCUMENTO Nº 1:** MEMORIA Y ANEJOS
- **DOCUMENTO Nº 2:** PLIEGO DE CONDICIONES
- **DOCUMENTO Nº 3:** MEDICIONES Y PRESUPUESTO
- **DOCUMENTO Nº 4:** PLANOS
- **DOCUMENTO Nº 5:** ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD



**DOCUMENTO N° 1**  
**MEMORIA Y ANEJOS**

**PROYECTO DE EJECUCIÓN DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA  
DE 2 MW PARA AUTOCONSUMO DE LOS SECTORES  
IV, V Y VI DE LA COMUNIDAD DE REGANTES  
“SANTA MARÍA MAGDALENA”**

TÉRMINO MUNICIPAL: MENGÍBAR (JAÉN)

PROMOTOR: COMUNIDAD DE REGANTES “SANTA MARÍA MAGDALENA”

## MEMORIA

## ÍNDICE

<b>1. OBJETO DEL PROYECTO.</b>	<b>4</b>
<b>1.1. Antecedentes.</b>	<b>4</b>
<b>1.2. Objetos del Proyecto.</b>	<b>5</b>
<b>1.3. Situación actual.</b>	<b>6</b>
1.3.1. <i>Datos generales.</i>	6
1.3.2. <i>Descripción de la infraestructura hidráulica general.</i>	7
1.3.3. <i>Descripción de la infraestructura eléctrica.</i>	9
1.3.4. <i>Potencia eléctrica instalada.</i>	10
1.3.5. <i>Consumo eléctrico actual.</i>	11
<b>1.4. Necesidades a satisfacer.</b>	<b>14</b>
<b>1.5. Justificación de la solución adoptada.</b>	<b>15</b>
<b>1.6. Situación prevista tras las actuaciones.</b>	<b>16</b>
1.6.1. <i>Distribución de cultivos prevista.</i>	16
1.6.2. <i>Potencia eléctrica instalada prevista.</i>	16

1.6.3. Ahorro energético previsto por la actuación.	16
1.6.4. Consumo futuro previsto.	18
<b>2. SITUACIÓN.</b>	<b>19</b>
<b>3. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS.</b>	<b>19</b>
3.1. Descripción General.	19
3.2. Instalación Fotovoltaica.	20
3.2.1. Módulos fotovoltaicos.	20
3.2.2. Estructura soporte.	21
3.2.3. Inversores.	21
3.2.4. Características de diseño.	22
3.2.5. Dimensiones del campo generador.	23
3.3. Instalación eléctrica de Baja Tensión.	23
3.4. Centro de Baja Tensión (CBT).	24
3.5. Transformadores.	25
3.6. Centro de Media Tensión (CMT).	25
3.7. Línea de evacuación subterránea de Media Tensión.	26
3.8. Centro de seccionamiento.	26
3.9. Sistema antivertido.	27
3.10. Sistema de monitorización.	28
<b>4. PLAZO DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS.</b>	<b>30</b>
<b>5. ESTUDIO GEOTÉCNICO.</b>	<b>30</b>

<b>6. ACCIONES SÍSMICAS.</b>	<b>31</b>
<b>7. CUMPLIMIENTO DEL CTE.</b>	<b>31</b>
<b>8. DECLARACIÓN DE OBRA COMPLETA.</b>	<b>32</b>
<b>9. REVISIÓN DE PRECIOS.</b>	<b>32</b>
<b>10. CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA.</b>	<b>32</b>
<b>11. ASPECTOS MEDIOAMBIENTALES.</b>	<b>32</b>
<b>12. GESTIÓN DE RESIDUOS.</b>	<b>33</b>
<b>13. DISPONIBILIDAD DE LOS TERRENOS.</b>	<b>33</b>
<b>14. COORDINACIÓN CON OTROS ORGANISMOS Y SERVICIOS.</b>	<b>34</b>
<b>15. REPOSICIÓN DE SERVICIOS AFECTADOS.</b>	<b>34</b>
<b>16. AHORRO ENERGÉTICO PREVISTO.</b>	<b>34</b>
<b>17. VIABILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA DE LAS OBRAS.</b>	<b>36</b>
<b>18. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.</b>	<b>38</b>
<b>19. DOCUMENTOS QUE INTEGRAN ESTE PROYECTO.</b>	<b>38</b>
<b>20. RESUMEN DEL PRESUPUESTO.</b>	<b>39</b>
<b>20.1. Presupuesto de Ejecución Material.</b>	<b>39</b>
<b>20.2. Presupuesto de Ejecución por Contrata.</b>	<b>40</b>
<b>21. RESUMEN DE INVERSIONES Y GASTOS PREVISTOS A REALIZAR.</b>	<b>41</b>



***PROYECTO DE EJECUCIÓN DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA  
DE 2 MW PARA AUTOCONSUMO DE LOS SECTORES  
IV, V Y VI DE LA COMUNIDAD DE REGANTES  
“SANTA MARÍA MAGDALENA”***

TÉRMINO MUNICIPAL: MENGÍBAR (JAÉN)

PROMOTOR: COMUNIDAD DE REGANTES “SANTA MARÍA MAGDALENA”

## **MEMORIA**

### **1. OBJETO DEL PROYECTO.**

#### **1.1. Antecedentes.**

Las zonas regables, tras haberse sometido a procesos de modernización encaminados al ahorro de agua, han tenido que incrementar considerablemente sus requerimientos energéticos para satisfacer la demanda de agua de sus consumidores, y por ello, están teniendo que afrontar importantes costes derivados de este consumo energético. Además, la tendencia ascendente de las tarifas eléctricas obliga a considerar a la eficiencia energética como un elemento clave en la supervivencia de la agricultura de regadío.

En los últimos años, se han desarrollado diversas estrategias de gestión del riego encaminadas a la mejora de la eficiencia energética, como la reorganización del riego en turnos, la detección de puntos críticos o la mejora en los rendimientos de los equipos de bombeo, etc. Todas estas estrategias permiten reducir los requerimientos energéticos sin generar grandes costes de inversión a las zonas regables, sin embargo, no son suficientes para paliar la problemática existente de sus elevados costes energéticos.

En la agricultura de regadío en Andalucía, la energía eléctrica consumida procede generalmente de la combustión de fósiles y minerales, lo que implica un importante impacto en el medio ambiente con emisiones de gases de efecto invernadero. Es por tal motivo, por lo que no sólo sería necesario mejorar la eficiencia en el uso de la energía, sino

que además sería fundamental realizar acciones que fomenten la sustitución de recursos no renovables por fuentes de energía renovables, porque además de reducir las emisiones de contaminantes y de gases de efecto invernadero, disminuiría la huella de carbono de estas instalaciones.

La incorporación de energías renovables en los sistemas de distribución de agua comenzó a incorporarse en sistemas de abastecimiento de agua urbanos. La forma más extendida de aprovechamiento energético en redes de suministro de agua potable es la instalación de turbinas para el aprovechamiento de los excesos de energía cuando existen grandes desniveles. Además, existen otros trabajos donde se muestran sistemas híbridos de suministro de energía para redes de abastecimiento, basados en la selección de la combinación óptima de varias fuentes de energía, como son la solar, eólica e hidráulica. Este tipo de medidas permiten, no sólo reducir los costes energéticos, sino además contribuir a realizar una gestión sostenible de los sistemas de distribución de agua.

En el sector agrícola, es cada vez más usual la implantación de nuevas fuentes de energía renovables, como puede ser el uso de energía solar en sistemas de bombeo para riego.

Es por ello, por lo que, con este Proyecto, se pretende aplicar fuentes de energía renovables para su empleo en las instalaciones de la *Comunidad de Regantes “Santa María Magdalena”* (en adelante, la Comunidad de Regantes).

En este caso, la fuente de energía renovable contemplada en el Proyecto es una instalación fotovoltaica que se ha dimensionado con el objetivo de satisfacer las necesidades de la estación de bombeo de los Sectores IV, V y VI de la Comunidad de Regantes.

## **1.2. Objetos del Proyecto.**

En la actualidad, esta Comunidad de Regantes es totalmente dependiente desde el punto de vista energético, y debido al aumento del coste de la energía que se ha venido produciendo en los últimos años, se ha planteado con el presente Proyecto la implantación

de una instalación fotovoltaica que satisfaga las necesidades energéticas de la estación de bombeo de los Sectores IV, V y VI, de forma que a medio y largo plazo se logre alcanzar un menor coste de explotación.

### 1.3. Situación actual.

#### 1.3.1. Datos generales.

La zona regable donde se enclava la Comunidad de Regantes “Santa María Magdalena” está formada en su totalidad por terrenos de propiedad privada y se extiende en torno a las localidades y términos municipales de Mengíbar, Cazalilla y Jaén, en la provincia de Jaén.

A continuación, se sintetizan una serie de datos generales de La Comunidad de Regantes:

<b>Titular:</b> .....	Comunidad de Regantes “Santa María Magdalena”
<b>Clase de aprovechamiento:</b> .....	Riego
<b>Captación</b> .....	Río Guadalquivir
<b>Caudal Continuo</b> .....	1.250,00 l/s
<b>Volumen Máximo Mensual</b> .....	3.125.000 m <sup>3</sup>
<b>Volumen Máximo Anual</b> .....	12.500.000 m <sup>3</sup>
<b>Superficie de Riego</b> .....	6.000,00 Ha
○ Superficie de Olivar .....	4.250,00 Ha
○ Superficie de Tierra Calma .....	1.750,00 Ha
<b>Dotación máxima - Olivar:</b> .....	1.500 m <sup>3</sup> /Ha y año
<b>Dotación máxima – Tierra Calma:</b> .....	3.500 m <sup>3</sup> /Ha y año
<b>Términos Municipales</b> .....	Mengíbar, Jaén y Cazalilla

La distribución de cultivos actual de la Comunidad de Regantes es la siguiente:

<b>CULTIVO</b>	<b>SUPERFICIE %</b>	<b>SUPERFICIE (Ha)</b>
<b>Olivar (Intensivo):</b>	38,61	2.316,3111
<b>Olivar:</b>	30,62	1.837,4129
<b>Algodón:</b>	19,41	1.164,7617
<b>Olivar (Superintensivo):</b>	6,69	401,3413
<b>Almendra:</b>	2,25	135,1362
<b>Cereales de invierno:</b>	1,01	60,3760
<b>Hortícolas:</b>	0,87	52,4696
<b>Alfalfa:</b>	0,54	32,1912
<b>TOTAL:</b>	<b>100</b>	<b>6.000,0000</b>

### 1.3.2. Descripción de la infraestructura hidráulica general.

En la actualidad, la Comunidad de Regantes se encuentra estructurada en seis (6) sectores de riego, y para su abastecimiento se disponen de las siguientes instalaciones de riego:

- Toma en la margen izquierda del río Guadalquivir, en las siguientes coordenadas UTM, según el sistema de referencia ETRS89:

<b>COORDENADAS UTM</b>
X = 429.006
Y = 4.204.070

- Estación de Bombeo, para la captación y elevación de agua hasta la Balsa de Regulación, compuesta por los siguientes grupos motobomba:
  - Cuatro (4) grupos de eje vertical, cada uno de **1.470 kW**, con un caudal unitario de **700 l/s** a una altura manométrica de **150 m.c.a.**
- Impulsión desde la Estación de Bombeo hasta la Balsa de Regulación, constituida por una tubería de acero helicoidal electrosoldado tipo X-42, según API 5L, en Ø 1.800 mm y espesor 12,7 mm.
- Balsa de Regulación, excavada en tierra y con terraplenes procedentes de las tierras de excavación debidamente compactadas y con su vaso impermeabilizado



con lámina de PEAD, con una capacidad total de 175.703,20 m<sup>3</sup>. A partir de la misma se abastecen por gravedad los Sectores I, II y III, por lo que balsa dispone de tomas de fondo independientes para cada sector. Además, existe otra toma, que abastece la estación de bombeo de los Sectores IV, V y VI

- » Estaciones del Filtrado de los sectores I, II y III, constituida por filtros de malla autolimpiantes de 12”, con un grado de filtración de partículas de 125 μ. Concretamente, la del Sector I se constituye por 6 unidades, la del Sector II por 7 unidades y la del Sector III por 8 unidades.
- Red de distribución de los sectores I, II y III, constituida por una red ramificada de tuberías de fibrocemento, PEAD y PVC, en varios timbrajes, y con diámetros comprendidos entre los 1.000 mm y los 75 mm.
- Estación de rebombeo de los Sectores IV, V y VI, donde se encuentran tres (3) grupos horizontales de cámara partida, cada uno de **500 kW**, con un caudal unitario de **283 l/s** a una altura manométrica de **119 m.c.a.** En esta misma estación de bombeo se encuentran dos grupos de bombeo de **30 y 70 kW** respectivamente que se emplean para dar presión a una pequeña zona deficitaria perteneciente al Sector II:
- Impulsión desde la estación de bombeo de los Sectores IV, V y VI hasta la balsa de consolidación, constituida por una tubería de acero helicoidal electrosoldado tipo X-42, según API 5L, en Ø 900 mm y espesor 10,0 mm.
- Balsa de consolidación, excavada en tierra y con terraplenes procedentes de las tierras de excavación debidamente compactadas y con su vaso impermeabilizado con lámina de PEAD, con una capacidad total de 131.650,61 m<sup>3</sup>. A partir de la misma se abastece por gravedad los sectores IV y V, y a través de un rebombeo, el Sector VI.
- Estación del filtrado para los sectores IV, V y VI, constituida por 14 filtros de malla autolimpiantes de 12”, con un grado de filtración de partículas de 125 μ.

- Estación de bombeo, para la puesta en carga del Sector VI, constituida por los siguientes grupos motobomba:
  - Dos (2) grupos horizontales de cámara partida, cada uno de **150 CV**, con un caudal unitario de **65 l/s** a una altura manométrica de **105 m.c.a.**
  - Dos (2) grupos horizontales de cámara partida, de **50 CV**, con un caudal unitario de **20 l/s** a una altura manométrica de **105 m.c.a.**
  
- Red de distribución de los sectores IV, V y VI, constituida por una red ramificada de tuberías, en varios timbrajes, para la que se ha empleado el acero helicoidal electrosoldado para el diámetro 700 mm, y el PVC-O para los diámetros comprendidos entre los 630 mm y los 75 mm.
  
- Acometidas de parcelas, constituidas por válvulas hidráulicas con contador de 2”, 3”, 4” o 6” con pilotos de reducción de presión y de limitación de caudal, y con válvula de corte para uso del agricultor.

### 1.3.3. Descripción de la infraestructura eléctrica.

Las instalaciones eléctricas de la Comunidad de Regantes cuentan con dos puntos de suministro, que son los siguientes:

<b>Nº PUNTO SUMINISTRO</b>	<b>Nº CUPS</b>	<b>DIRECCIÓN</b>
1	ES0031101458061001FRF	CR Piquillo S/N
2	ES0031105167658001TA0F	CL Paraje Pozo Pimiento

El punto de suministro que alimenta la estación de bombeo de los Sectores IV, V y VI es el N° 1, con N° de CUPS ES0031101458061001FRF.

El punto de suministro N° 2, con N° de CUPS ES0031105167658001TA0F, alimenta la estación de filtrado de los Sectores IV, V y VI, donde se alojan los grupos motobomba que abastecen al Sector VI, cuyo funcionamiento no se verá afectado por las instalaciones proyectadas.

Por lo tanto, a continuación, se describirán las instalaciones eléctricas que afectan a la instalación Proyectada, las cuales están asociadas al punto de suministro N° 1.

El punto de conexión con la compañía distribuidora se encuentra en la estación de bombeo ubicada junto a la toma del río. En el mismo edificio se encuentra el centro de seccionamiento y medida existente en 25 kV, que alimenta el centro de protección donde se encuentran cuatro (4) transformadores de 2.000 kVA 25/6 kV que alimentan los cuatro (4) grupos verticales de 1.470 kW, así como una línea subterránea de unos 1.900 m de longitud, que abastece la estación de bombeo de los Sectores IV, V y VI.

En la estación de bombeo de los Sectores IV, V y VI se encuentran las celdas de protección y medida, así como un transformador de 2.000 kVA 25/0,69 kV que alimentan los tres (3) grupos horizontales de cámara partida de 500 kW, así como los grupos de bombeo de 30 y 70 kW.

Para la medida del consumo energético de la estación de bombeo de los Sectores IV, V y VI se dispone de un contador existente.

Junto a la misma estación de bombeo de los Sectores IV, V y VI se encuentra una instalación fotovoltaica de 3,5 MW, para autoconsumo, cuyo vertido se produce en el punto frontera ubicado en la estación de bombeo del río.

#### *1.3.4. Potencia eléctrica instalada.*

En este apartado sólo se detallarán datos correspondientes a la potencia eléctrica que se tiene instalada en el punto de suministro N° 1, ya que es éste donde se encuentra conectada la estación de bombeo de los Sectores IV, V y VI de la Comunidad de Regantes (equipos consumidores de energía con potencia superior a los 5 kW).

<b>GRUPOS DE BOMBEO</b>	<b>TIPO</b>	<b>UNIDADES</b>	<b>POTENCIA MOTOR (kW)</b>	<b>POTENCIA INSTALADA (kW)</b>
ESTACIÓN DE BOMBEO	VERTICAL	4	1.470,00	5.880,00

GRUPOS DE BOMBEO	TIPO	UNIDADES	POTENCIA MOTOR (kW)	POTENCIA INSTALADA (kW)
ESTACIÓN DE BOMBEO DE LOS SECTORES IV, V Y VI	HORIZONTAL – CÁMARA PARTIDA	3	500,00	1,500,00
	HORIZONTAL	1	70,00	70,00
	VERTICAL	1	30,00	30,00
<b>TOTAL:</b>				<b>7.480,00</b>

### 1.3.5. Consumo eléctrico actual.

Las instalaciones eléctricas de la Comunidad de Regantes cuentan con dos puntos de suministro, que son los siguientes:

Nº PUNTO SUMINISTRO	Nº CUPS	DIRECCIÓN
1	ES0031101458061001FRF	CR Piquillo S/N
2	ES0031105167658001TA0F	CL Paraje Pozo Pimiento

El punto de suministro que alimenta la estación de bombeo de los Sectores IV, V y VI es el Nº 1, con Nº de CUPS ES0031101458061001FRF.

Para la evaluación del consumo de energía eléctrica actual, considerado en este Proyecto, se han analizado las facturas del punto de suministro afectado, durante los años 2020, 2021 y 2022, según se detallan en la siguiente tabla:

Identificación Suministro:	COMUNIDAD DE REGANTES “SANTA MARÍA MAGDALENA”			
	CONSUMO (kWh)			
	AÑO 2020	AÑO 2021	AÑO 2022	PROMEDIO
MES				
ENERO	9.290,00	10.849,00	8.853,00	9.664,00
FEBRERO	104.987,00	9.136,00	113.058,00	75.727,00
MARZO	277.883,00	168.621,00	67.279,00	171.261,00
ABRIL	74.835,00	466.184,00	33.540,00	191.519,67
MAYO	248.510,00	740.852,00	194.794,00	394.718,67
JUNIO	858.319,00	1.003.824,00	418.029,00	760.057,33
JULIO	1.563.892,00	1.720.312,00	631.046,00	1.305.083,33
AGOSTO	1.727.153,00	1.419.958,00	612.268,00	1.253.126,33



<b>Identificación Suministro:</b>	COMUNIDAD DE REGANTES "SANTA MARÍA MAGDALENA"			
<b>MES</b>	<b>CONSUMO (kWh)</b>			
	<b>AÑO 2020</b>	<b>AÑO 2021</b>	<b>AÑO 2022</b>	<b>PROMEDIO</b>
SEPTIEMBRE	1.095.855,00	522.644,00	601.732,00	740.077,00
OCTUBRE	794.645,00	348.088,00	198.823,00	447.185,33
NOVIEMBRE	49.970,00	7.403,00	24.518,00	27.297,00
DICIEMBRE	10.776,00	7.671,00	47.279,00	21.908,67
<b>TOTAL AÑO:</b>	<b>6.816.115,00</b>	<b>6.425.542,00</b>	<b>2.951.219,00</b>	<b>5.397.625,33</b>

Como puede observarse, durante los años 2021 y 2022, el consumo de la Comunidad de Regantes desciende progresivamente debido a las restricciones producidas como consecuencia del periodo de sequía que está padeciendo. Además, en el año 2022 entra en funcionamiento una instalación fotovoltaica de autoconsumo de 3,5 MW, cuyo punto de vertido se encuentra en el punto frontera asociado al Punto de Suministro N° 1.

Por dicho motivo, en el cálculo se tendrá en cuenta el consumo correspondiente al año 2020, por considerarse un año de consumo normal. De este modo, el consumo actual se recoge a continuación.

<b>MES</b>	<b>CONSUMO ACTUAL (kWh)</b>
ENERO	9.290,00
FEBRERO	104.987,00
MARZO	277.883,00
ABRIL	74.835,00
MAYO	248.510,00
JUNIO	858.319,00
JULIO	1.563.892,00
AGOSTO	1.727.153,00
SEPTIEMBRE	1.095.855,00
OCTUBRE	794.645,00
NOVIEMBRE	49.970,00
DICIEMBRE	10.776,00

MES	CONSUMO ACTUAL (kWh)
<b>TOTAL AÑO:</b>	<b>6.816.115,00</b>

Las instalaciones de la estación de bombeo de los Sectores IV, V y VI están conectados al contador general correspondiente al Punto de Suministro N° 1, cuya lectura sirve para que la comercializadora de energía facture por el total de energía consumida en dicho punto.

La estación de bombeo de los Sectores IV, V y VI dispone de un contador existente para la medida del consumo energético. Sin embargo, dicho contador no permite obtener la curva de carga de la demanda anual de la instalación.

Por lo tanto, partiendo de la curva de carga anual asociada al Punto de Suministro N° 1, y teniendo en cuenta que los tramos de potencia consumida en dicho punto se encuentran claramente diferenciados, se pueden deducir las bombas de la estación de bombeo del Sector IV, V y VI que han estado funcionando en cada momento, y con ello, la curva de carga asociada a dicha estación de bombeo.

Para ello, se partirá de la curva de carga correspondiente al año 2020, ya que como se ha mencionado con anterioridad, se considera un año normal de riego.

De este modo, se obtiene el consumo asociado a la estación de bombeo de los Sectores IV, V y VI el cual se muestra a continuación:

MES	CONSUMO ACTUAL (kWh)
ENERO	1.858,00
FEBRERO	15.616,20
MARZO	81.357,60
ABRIL	24.064,20

MES	CONSUMO ACTUAL (kWh)
MAYO	80.524,00
JUNIO	198.827,80
JULIO	250.370,20
AGOSTO	416.169,60
SEPTIEMBRE	291.048,25
OCTUBRE	96.240,36
NOVIEMBRE	22.384,41
DICIEMBRE	2.156,20
<b>TOTAL AÑO:</b>	<b>1.480.616,82</b>

#### 1.4. Necesidades a satisfacer.

Con el presente Proyecto, se pretende dotar a esta Comunidad de Regantes de las instalaciones necesarias para generar energía renovable, mediante una instalación de autoproducción de energía fotovoltaica, con el objetivo de emplearla para satisfacer las necesidades de la estación de bombeo de los Sectores IV, V y VI.

Por tanto, el objetivo fundamental de las actuaciones será disminuir la dependencia energética de la estación de bombeo de los Sectores IV, V y VI de la Comunidad de Regantes, y por consiguiente, lograr un menor coste de explotación a medio y largo plazo.

Estas actuaciones se han acogido a la convocatoria de 2023 de la Orden de ayudas que ha convocado la Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible de la Junta de Andalucía, encaminada a la disminución de la dependencia energética con la autoproducción energética, y dentro del marco del Programa de Desarrollo Rural 2014-2020, y de entre sus objetivos se pretende satisfacer los siguientes:

- Mejorar los resultados económicos de todas las explotaciones y facilitar la reestructuración y modernización de las mismas, en particular con objeto de

incrementar su participación y orientación hacia el mercado, así como la diversificación agrícola.

- Lograr un uso más eficiente de la energía en la agricultura y en la transformación de alimentos.
- Facilitar el suministro y el uso de fuentes renovables de energía, subproductos, desechos y residuos y demás materia prima no alimentaria para impulsar el desarrollo de la bioeconomía.

Es por ello, por lo que esta Comunidad de Regantes ha encargado a la empresa **HERNANDEZ-CARRILLO CONSULTORES, S.L.**, la redacción del Proyecto correspondiente, aceptando el compromiso de su realización con los pliegos particulares que exige la citada Consejería.

### **1.5. Justificación de la solución adoptada.**

Una instalación de autoproducción de energía fotovoltaica es la que se adecua mejor a las necesidades y particularidades de esta Comunidad, en comparación con otros tipos de instalaciones de generación de energía renovable, y entre sus ventajas tiene las siguientes:

- El periodo de mayor radiación solar coincide con el periodo de mayor necesidad de riego (demanda).
- Los periodos diarios en los que existe radiación solar son precisamente los periodos en los que los precios de la tarifa eléctrica son más elevados.
- El sistema es totalmente fiable y cómodo para el usuario, ya que no lleva aparejado apenas mantenimiento.
- No emite ningún tipo de contaminación al medio ambiente.
- Su diseño es simple, ya que no necesitan acumuladores.
- Se trata de una tecnología modular, en la que la necesidad de inversión puede ajustarse de forma escalonada en el tiempo a las necesidades de potencia instalada.



Concretamente, se ha proyectado una instalación fotovoltaica conectada a red, bajo la modalidad de autoconsumo sin excedentes, según el *Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica*.

Con esta actuación lo que se pretende es autoproducir energía, en la medida en que pueda acoplarse la producción energética con la demanda energética de los equipos consumidores de energía de la estación de bombeo de los Sectores IV, V y VI de la Comunidad.

Cuando no sea posible acoplar total, o parcialmente, la producción de energía con la energía que sea demandada para el riego, la energía excedentaria no será aprovechable por la Comunidad de Regantes, ni tampoco será vertida a la red, ya que las características de la instalación no lo permitirán porque se dispondrá de un sistema antivertido.

## **1.6. Situación prevista tras las actuaciones.**

### *1.6.1. Distribución de cultivos prevista.*

Tras la actuación proyectada, no se esperan cambios sustanciales en la distribución de cultivos que sean motivados por las actuaciones proyectadas.

### *1.6.2. Potencia eléctrica instalada prevista.*

Tras la actuación proyectada, no se esperan cambios sustanciales en la potencia eléctrica instalada que sean motivados por las actuaciones proyectadas.

### *1.6.3. Ahorro energético previsto por la actuación.*

En el *Anejo VIII. Ahorro Energético*, se ha descrito el procedimiento de cálculo que se ha seguido para la obtención del autoconsumo (ahorro) energético que se prevé con la actuación proyectada.

En base a ello, se ha obtenido un autoconsumo (ahorro) energético que nivel mensual se distribuye de la siguiente manera:

<b>MES</b>	<b>AUTOCONSUMO (kWh)</b>
ENERO	1.486,40
FEBRERO	9.283,31
MARZO	46.150,07
ABRIL	19.204,96
MAYO	61.305,83
JUNIO	142.164,37
JULIO	182.960,41
AGOSTO	303.019,64
SEPTIEMBRE	183.953,73
OCTUBRE	67.761,01
NOVIEMBRE	16.808,79
DICIEMBRE	1.724,96
<b>TOTAL AÑO:</b>	<b>1.035.823,48</b>

En base a los resultados obtenidos, el autoconsumo (ahorro) energético que se prevé tras la actuación será de **1.035.823,48 kWh/año**, y tendría la siguiente distribución por periodos tarifarios:

<b>MES</b>	<b>AUTOCONSUMO (kWh)</b>					
	<b>P1</b>	<b>P2</b>	<b>P3</b>	<b>P4</b>	<b>P5</b>	<b>P6</b>
ENERO	352,80	268,64	0,00	0,00	0,00	864,96
FEBRERO	324,79	248,76	0,00	0,00	0,00	8.709,76
MARZO	0,00	23.515,17	14.042,67	0,00	0,00	8.592,22
ABRIL	0,00	0,00	0,00	10.662,85	7.597,23	944,88
MAYO	0,00	0,00	0,00	24.323,84	18.924,03	18.057,97
JUNIO	0,00	0,00	26.114,34	11.460,95	0,00	104.589,08
JULIO	39.225,86	25.335,48	0,00	0,00	0,00	118.399,07
AGOSTO	0,00	0,00	85.966,17	53.741,82	0,00	163.311,65
SEPTIEMBR	0,00	0,00	6.377,64	7.285,49	0,00	170.290,60
OCTUBRE	0,00	0,00	0,00	1.567,20	1.895,71	64.298,11
NOVIEMBRE	0,00	236,67	228,46	0,00	0,00	16.343,66
DICIEMBRE	343,65	258,59	0,00	0,00	0,00	1.122,72
<b>TOTAL AÑO:</b>	<b>40.247,10</b>	<b>49.863,32</b>	<b>132.729,28</b>	<b>109.042,16</b>	<b>28.416,96</b>	<b>675.524,68</b>
<b>PORCENTAJ</b>	<b>3,89%</b>	<b>4,81%</b>	<b>12,81%</b>	<b>10,53%</b>	<b>2,74%</b>	<b>65,22%</b>

#### 1.6.4. Consumo futuro previsto.

Partiendo del consumo energético de esta Comunidad de Regantes, y considerando que tras la actuación el autoconsumo de energía es el que se ha detallado en el apartado anterior, el consumo energético previsto tras la actuación será el siguiente:

MES	CONSUMO COMUNIDAD (kWh)	AUTOCONSUMO (kWh)	CONSUMO PREVISTO (kWh)
ENERO	1.858,00	1.486,40	371,60
FEBRERO	15.616,20	9.283,31	6.332,89
MARZO	81.357,60	46.150,07	35.207,53
ABRIL	24.064,20	19.204,96	4.859,24
MAYO	80.524,00	61.305,83	19.218,17
JUNIO	198.827,80	142.164,37	56.663,43
JULIO	250.370,20	182.960,41	67.409,79
AGOSTO	416.169,60	303.019,64	113.149,96
SEPTIEMBRE	291.048,25	183.953,73	107.094,52
OCTUBRE	96.240,36	67.761,01	28.479,35
NOVIEMBRE	22.384,41	16.808,79	5.575,62
DICIEMBRE	2.156,20	1.724,96	431,24
<b>TOTAL AÑO:</b>	<b>1.480.616,82</b>	<b>1.035.823,48</b>	<b>444.793,34</b>

En base a los resultados obtenidos, el consumo energético que se prevé tras la actuación será de **444.793,34 kWh/año**.

Este consumo energético previsto tendría la siguiente distribución por periodos:

MES	CONSUMO PREVISTO (kWh)					
	P1	P2	P3	P4	P5	P6
ENERO	88,20	67,16	0,00	0,00	0,00	216,24
FEBRERO	93,01	71,44	0,00	0,00	0,00	6.168,44
MARZO	0,00	16.370,83	11.217,73	0,00	0,00	7.618,98
ABRIL	0,00	0,00	0,00	2.702,15	1.920,77	236,32
MAYO	0,00	0,00	0,00	7.703,56	5.884,57	5.630,03
JUNIO	0,00	0,00	13.230,06	7.035,45	0,00	36.397,92
JULIO	17.851,94	12.422,92	0,00	0,00	0,00	37.134,93

MES	CONSUMO PREVISTO (kWh)					
	P1	P2	P3	P4	P5	P6
AGOSTO	0,00	0,00	34.053,23	22.391,38	0,00	56.705,35
SEPTIEMBR	0,00	0,00	7.032,16	8.148,39	0,00	91.913,97
OCTUBRE	0,00	0,00	0,00	459,98	530,63	27.488,74
NOVIEMBRE	0,00	59,17	57,12	0,00	0,00	5.459,34
DICIEMBRE	85,91	64,65	0,00	0,00	0,00	280,68
<b>TOTAL AÑO:</b>	<b>18.119,06</b>	<b>29.056,16</b>	<b>65.590,30</b>	<b>48.440,90</b>	<b>8.335,98</b>	<b>275.250,93</b>
<b>PORCENTAJ</b>	<b>4,07%</b>	<b>6,53%</b>	<b>14,75%</b>	<b>10,89%</b>	<b>1,87%</b>	<b>61,88%</b>

## 2. SITUACIÓN.

La ubicación de la instalación fotovoltaica se proyecta en la parcela 88 del polígono 5 del término municipal de Mengíbar (Jaén), junto a la instalación fotovoltaica existente, la cual tiene su punto de vertido en la Estación de Bombeo de Piquillo.

La parcela rústica donde se ubicará la instalación se encuentra en las siguientes coordenadas UTM, según el sistema de referencias ETRS89 (Huso 30):

COORDENADAS U.T.M.	
X (m):	427.166
Y (m):	4.202.707

## 3. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS.

### 3.1. Descripción General.

En el presente Proyecto se contemplan las siguientes actuaciones:

- Planta fotovoltaica de 2 MW para autoconsumo de la Estación de Bombeo de los Sectores IV, V y VI de la Comunidad de Regantes “Santa María Magdalena”, bajo la modalidad sin excedentes, consistente en instalación de módulos fotovoltaicos de silicio monocristalino sobre estructura metálica fija.

- Instalación de once (11) inversores tipo *string* de 175 kW, capaces de transformar la energía de corriente continua, generada por los módulos fotovoltaicos, en energía de corriente alterna.
- Instalación eléctrica en baja tensión, que incluye los conductores, canalizaciones y elementos de protección necesarios.
- Instalación de un Centro de Baja Tensión (CBT) en edificio prefabricado de hormigón armado que incluye, entre otros elementos, los fusibles de protección de los inversores.
- Instalación de dos transformadores, de 2.500 KVA, 800V/25 kV tipo intemperie.
- Instalación de un Centro de Media Tensión (CMT) en edificio prefabricado de hormigón armado que incluye las celdas de media tensión necesarias.
- Instalación de una línea de evacuación subterránea de 25 kV constituida por conductor RH5Z-1 18/30 KV de 1x3x150 mm<sup>2</sup>.
- Instalación de un Centro de Seccionamiento (CS) en edificio prefabricado de hormigón armado, que incluye las celdas de media tensión necesarias.
- Instalación de un sistema de monitorización y de antivertido.
- Construcción de un camino de servicio en el recinto de la Planta Fotovoltaica y de una explanación para el CBT, transformadores y el CMT.

### **3.2. Instalación Fotovoltaica.**

#### *3.2.1. Módulos fotovoltaicos.*

Los módulos fotovoltaicos serán comerciales de tipo estándar, construidos en silicio cristalino para garantizar un elevado rendimiento y fiabilidad.

Las características del módulo fotovoltaico que se propone se resumen a continuación:

<b>CARACTERÍSTICAS FÍSICAS</b>	
Longitud (mm):	2.384,00
Ancho (mm):	1.303,00
Alto (mm):	35,00
Peso (kg):	34,00

<b>CARACTERÍSTICAS FÍSICAS</b>
--------------------------------

<b>CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS EN CONDICIONES DE PRUEBA ESTANDAR (STC)*</b>	
----------------------------------------------------------------------------	--

Potencia de salida, $P_{max}$ (Wp):	660
Tolerancia de potencia de salida, $\Delta P_{max}$ (W):	0/+3
Eficiencia del módulo, $\eta_m$ (%):	21,25
Tensión en punto de máxima potencia, $V_{mpp}$ (V):	38,01
Corriente en punto de máxima potencia, $I_{mpp}$ (A):	17,36
Tensión de circuito abierto, $V_{oc}$ (V):	45,98
Corriente de cortocircuito, $I_{cc}$ (A):	18,26

<b>CONDICIONES OPERATIVAS</b>	
-------------------------------	--

Tensión máxima del sistema (V):	1.000,00
Valor máximo del fusible en serie (A):	30,00
Limitación de corriente inversa (A):	30,00

<b>CARACTERÍSTICAS TÉRMICAS</b>	
---------------------------------	--

Temperatura operativa nominal de la célula, NOCT (°C)	42 +/- 2
Variación de la tensión con la temperatura, $\beta_{V_{oc}}$ (%/°C)	-0,25
Variación de la corriente con la temperatura, $\alpha_{I_{cc}}$ (%/°C)	0,04
Variación de la potencia con la temperatura, $\gamma$ (%/°C)	-0,34

\* NOTA: STC: 1.000,00 W/m<sup>2</sup> de irradiación, 25 °C de temperatura de célula.

### 3.2.2. Estructura soporte.

Los módulos de la instalación fotovoltaica se instalarán sobre una estructura metálica bi-poste que se hincará a una profundidad de 1,50 m.

Esta estructura, formada por perfiles metálicos, permitirá la instalación de los módulos fotovoltaicos a la inclinación óptima.

### 3.2.3. Inversores.

La instalación fotovoltaica proyectada se ha sectorizado en cinco (5) sub-generadores, cada uno de los cuales se conectará directamente a su inversor correspondiente, de tipo String, cuyas características se muestran a continuación:

<b>ENTRADA (DC)</b>	
Tensión máxima de entrada (V)	1.100,00
Máxima corriente por MPPT (A)	26,00
Máxima corriente de cortocircuito por MPPT (A)	40,00
Rango de tensión de operación de MPPT (V)	200,00 – 1.000,00
Cantidad de entradas MPPT	10
<b>SALIDA (AC)</b>	
Potencia nominal (kWp)	100,00
Potencia máxima (kWp)	110,00
Tensión nominal de salida (V)	400,00
Frecuencia de red asignada (Hz)	50
Corriente máxima de salida (A)	160,40
Rendimiento máx./rendimiento europeo (%)	98,80/98,60
<b>DATOS GENERALES</b>	
Dimensiones (largo/alto/fondo) (mm)	1.035,00/700,00/365,00
Peso (kg)	90,00
Rango de temperatura de funcionamiento (°C)	-25/+60
Sistema de refrigeración	Refrigeración aire
Tipo de protección (según IEC 60529)	IP66
Humedad relativa máxima permitida sin condensación (%)	100,00
<b>COMUNICACIONES</b>	
RS485	Si
USB	Si
Monitorización de BUS (MBUS)	Si

Los inversores estarán dotados de un sistema anti-vertido de energía a la red, certificado.

### 3.2.4. Características de diseño.

#### 3.2.4.1. Inclinación.

Tras realizar en el *Anejo IV. Instalación Fotovoltaica*, un estudio de alternativas para justificar la solución adoptada, se determinó que la inclinación óptima de la instalación fotovoltaica es de 20°.

### 3.2.4.2. Separación.

Se ha optado por una configuración de módulos de dos (2) filas en disposición Vertical.

De acuerdo a esta configuración y al cálculo efectuado al respecto en el *Anejo IV. Instalación Fotovoltaica*, la distancia mínima de separación entre módulos adoptada será de 4,00 m.

### 3.2.5. Dimensiones del campo generador.

Una vez realizados los cálculos correspondientes, detallados en el *Anejo IV. Instalación Fotovoltaica*, la dimensión total de la planta fotovoltaica será la siguiente:

INVERSOR	Nº MODULOS EN SERIE	Nº STRINGS	Nº MÓDULOS	POTENCIA INSTALADA (kWp)
1	26	12	312	205,92
2	26	12	312	205,92
3	26	12	312	205,92
4	26	12	312	205,92
5	26	12	312	205,92
6	26	12	312	205,92
7	26	12	312	205,92
8	26	12	312	205,92
9	26	12	312	205,92
10	26	12	312	205,92
11	26	12	312	205,92
	<b>TOTAL</b>	<b>132</b>	<b>3.432</b>	<b>2.265,12</b>

La potencia pico total de la instalación fotovoltaica será de 2.265,12 kWp, siendo la potencia nominal de **1.925,00 kW**.

### 3.3. Instalación eléctrica de Baja Tensión.

La instalación eléctrica de Baja Tensión (BT) comprende todo el sistema de cableado, en corriente continua, desde los módulos a los inversores tipo *String*, y desde éstos, en corriente alterna hasta el Centro de Baja Tensión (CBT).



El conductor empleado para la corriente continua será del tipo H1Z2Z2-K 1,8 kV de 1x10 mm<sup>2</sup> Cu.

El conductor empleado para la corriente alterna será del tipo XZ-1 1 kV de 1x150 mm<sup>2</sup> Al.

Los conductores cumplirán con la normativa vigente en cuanto a aislamiento y grado de protección.

Además, estarán protegidos contra la degradación por efecto de la intemperie: radiación solar, UV, y condiciones ambientales de elevada temperatura ambiente.

Se cumplirá con todo lo indicado en ITC-BT-40 Instalaciones generadoras de baja tensión y en la reglamentación establecida por la compañía distribuidora.

### **3.4. Centro de Baja Tensión (CBT).**

Para la ubicación de los armarios de baja tensión en alterna, así como todos los elementos necesarios para el sistema de monitorización y antivertido, se ha optado por instalar un edificio prefabricado con las características que a continuación se resumen:

- Edificio con envolvente de hormigón.
- Red de tierras interiores.
- Alumbrado interior.
- Elementos de seguridad (guantes, banqueta y carteles de primeros auxilios).
- Extintor 89B (CO<sub>2</sub>).
- Cuadro de baja tensión de agrupación de inversores, compuesto por:

- 1 × Interruptor automático, 2000A 3P sin neutro.

Con bloque para protección diferencial.

- 11 × salidas fusibles tripolares 250 A 3P.
- 33 × fusibles SIBA o similar NH1 160A gG 800 VAC.
- 1 × descargador sobretensión tipo I + II.

- Embarrado 2000A.

- Cuadro de servicios auxiliares del propio centro.

Puesta a tierra para herrajes, incluyendo 3 picas de 2 m de longitud, cable de cobre desnudo, cable de cobre aislado de 0,6/1 kV y elementos de conexión.

### **3.5. Transformadores.**

La energía producida por la instalación fotovoltaica que se entrega a una tensión de 800 V será elevada a 25 kV para su transporte al punto de vertido, ubicado en el Centro de Seccionamiento junto a la Estación de Bombeo de los Sectores IV, V y VI de la Comunidad de Regantes “Santa María Magdalena”.

Para ello se instalarán, dos transformadores de potencia de 2.500 kVA, 800V/25kV ubicado en el exterior.

### **3.6. Centro de Media Tensión (CMT).**

A continuación de los transformadores se instalará un Centro de Media Tensión, en edificio prefabricado de hormigón, donde se dispondrá de todos los elementos necesarios para realizar la medida generada neta, así como las protecciones necesarias.

El Centro de Media Tensión contendrá los siguientes elementos:

- Edificio con envolvente de hormigón.
- 3 Ud. Celda modular de línea de 36 kV, 400 A, 16 kA de corte y aislamiento integro en SF6 de 365 mm de ancho por 1.400 mm de alto y 755 mm de fondo.
- 1 Ud. de Interruptor automático tripolar de corte en vacío,  $V_n = 36$  kV,  $I_n = 400$  A,  $I_{cc} = 16$  kA, mando automático motorizada, con bobina de disparo, contactos auxiliares y relé de protección integral.
- 1 Ud. de Celda de medida de 36 kV, 400 A.
- Servicio de configuración del relé de protección multifunción.
- Red de tierras interiores.

- Puesta a tierra exteriores código 80-40/5/82 (según UNESA), incluyendo 8 picas de 2,00 m de longitud, cable de cobre desnudo, cable de cobre aislado de 0,6/1kV y elementos de conexión.
- Alumbrado interior.
- Elementos de seguridad (guantes, banqueta y carteles de primeros auxilios).
- Extintor 89B (CO<sub>2</sub>).
- Puentes de Media Tensión.
- Cables MT 18/30 kV del tipo RH5Z1, unipolares, con conductores de sección y material 1x150 mm<sup>2</sup>.

### **3.7. Línea de evacuación subterránea de Media Tensión.**

A partir del CMT, partirá una línea de media tensión (25 kV) subterránea, trifásica, constituida por un circuito de conductores unipolares de aislamiento seco RH5Z1 18/30 kV de 1x3x150 mm<sup>2</sup> Al en canalización subterránea y bajo tubo, hasta la Estación de Bombeo de los Sectores IV, V y VI.

### **3.8. Centro de seccionamiento.**

La línea de evacuación, conectará en el Centro de Seccionamiento ubicado junto a la Estación de Bombeo de los Sectores IV, V y VI de la Comunidad de Regantes “Santa María Magdalena”.

De tal forma, se instalarán los siguientes elementos:

- Red de tierras interiores.
- Alumbrado interior.
- Elementos de seguridad (guantes, banqueta y carteles de primeros auxilios).
- Extintor 89B (CO<sub>2</sub>).
- 2 Ud. de celda de interruptor automático, 36 kV, 400 A, 16 kA, y dotada de relé de protección 50/51, 50N/51N (10) con mando de apertura y cierre manual (celdas 1 y 2).
- 1 Ud. de celda de medida de tensión en barras, 36 kV, existente (celda 3).

- 1 Ud. de celda de protección general, 36 kV, 400 A, 16 kA, y dotada de relé de protección 50/51, 50N/51N (10) con mando de apertura y cierre manual, existente (celda 4).
- 1 Ud. de celda de remonte de línea de 36 kV, 400 A, 16 kA, existente (celda 5).
- 6 Ud. de conectores tipo M-400-TB para cable RH5Z1 18/30 kV, 1x150 mm<sup>2</sup> Al + KIT 25.

Con esto conseguimos que se pueda evacuar la energía producida por la planta fotovoltaica, en la barra de las celdas existentes.

### **3.9. Sistema antivertido.**

La instalación fotovoltaica proyectada se trata de una instalación de autoconsumo sin vertido de excedentes.

De acuerdo con los criterios establecidos por el *Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica*, las instalaciones fotovoltaicas de autoconsumo sin vertido de excedentes, deberán de disponer de un sistema antivertido que garantice que no se vierta energía a la red de distribución.

El sistema antivertido deberá de cumplir lo especificado en el citado Real Decreto, así como la *ITC-BT-40 Anexo I: Sistemas para evitar el vertido de energía a la red*.

El sistema antivertido deberá de tener capacidad técnica para que el sistema no vierta energía a la red siempre y cuando la energía consumida sea menor a la generada, con un tiempo de respuesta inferior a 2 segundos. Además, el sistema impedirá el vertido de energía a la red cuando se produzca un fallo en las comunicaciones, como salvaguarda de cumplimiento de la normativa.

El sistema estará compuesto de una unidad maestra para medir el balance generación/consumo en cabecera, mediante la conexión a los trafos de tensión e intensidad.

La unidad maestra irá conectada a una unidad esclava, mediante fibra óptica, la cual se encargará de transmitir las órdenes de regulación de carga a los inversores, a la vez que vigilará el funcionamiento de las comunicaciones en el sistema.

### **3.10. Sistema de monitorización.**

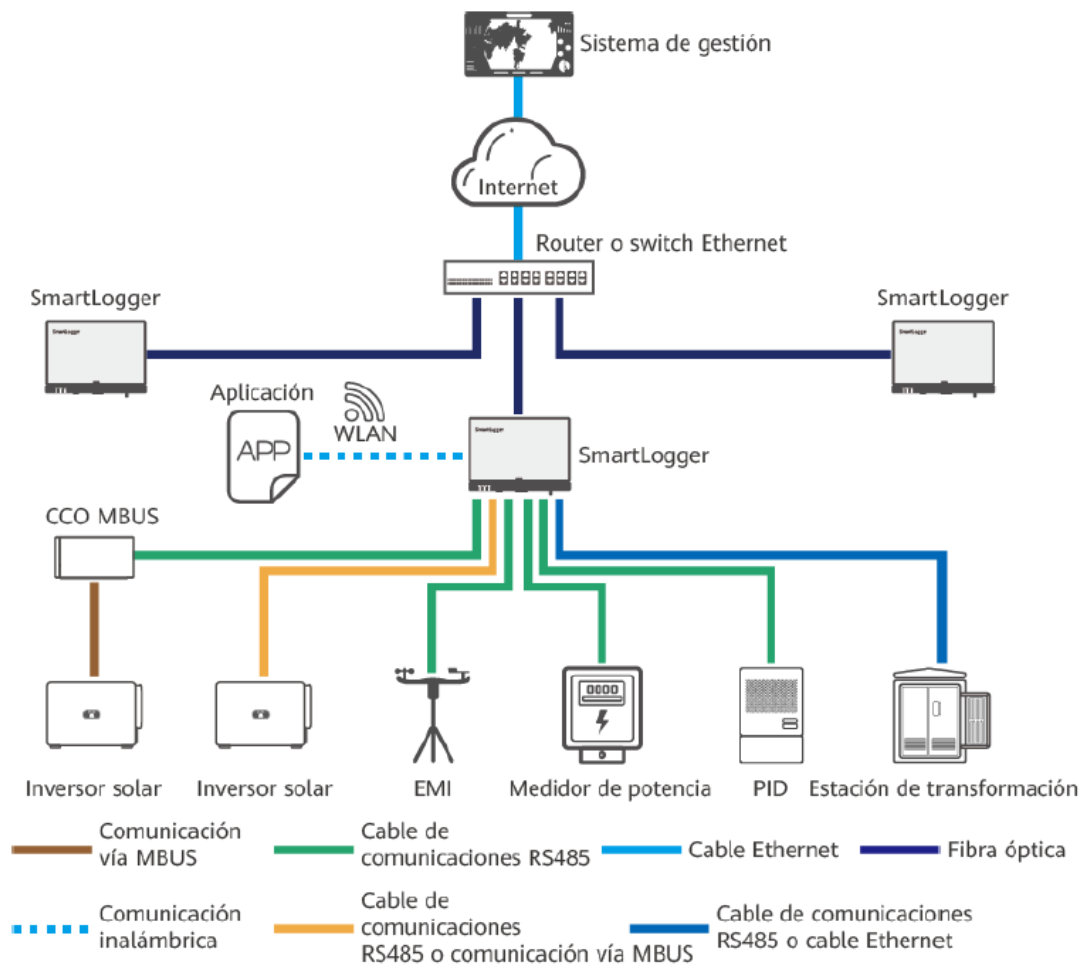
La instalación fotovoltaica proyectada incluirá un sistema de monitorización independiente, capaz de mostrar sinópticos con valores instantáneos, con gráficas de tendencia, históricos, registros y sistema de gestión de alarmas.

Para ello, a través de un Datalogger, se realizará la convergencia de todos los puertos, la conversión de protocolos, la obtención y el almacenamiento de datos, y la monitorización y el mantenimiento centralizado de los dispositivos de los sistemas.

El Datalogger admitirá las siguientes funciones:

- Operaciones locales usando la aplicación para teléfonos móviles a través de la WLAN integrada.
- Conexión en red RS485 de los siguientes dispositivos:
  - Inversores solares.
  - Instrumentos de monitorización del entorno (EMI).
  - Medidores de potencia.
- Red ethernet.
- Conexión a sistemas de gestión.
- Almacenamiento de los valores de las señales.

El esquema de conexión en red, de los equipos del sistema de monitorización, es en forma de estrella, según se recoge en la siguiente imagen:



Los inversores se conectarán al Datalogger en cascada, y las señales que se integrarán en el sistema de monitorización serán las siguientes:

EQUIPO	DESCRIPCIÓN
<b>INVERSORES</b>	Tensión CC de entrada String
	Corriente CC de entrada String
	Tensión CA de salida entre fases
	Corriente CA de salida de cada fase
	Potencia activa
	Potencia reactiva
	Cos phi
	Energía suministrada en kWh
<b>MEDIDOR DE POTENCIA</b>	Emisión reducida de CO <sub>2</sub>
	Energía total generada
	Energía total consumida

<b>INSTRUMENTO DE MONITORIZACIÓN DEL ENTORNO</b>	Radiación solar
	Temperatura de célula de referencia

Las señales gestionadas por el Datalogger, podrán ser monitorizadas desde una aplicación móvil o desde una aplicación web.

#### **4. PLAZO DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS.**

El plazo de ejecución de las obras se estima que sea de **DIEZ (10) MESES**, contados desde el día de la fecha de la firma del Acta de Replanteo de dichas obras.

En el *Anejo XI. Programa de Obras* se puede ver con más detalle la distribución de las obras en el tiempo.

#### **5. ESTUDIO GEOTÉCNICO.**

En el *Anejo II. Estudio Geotécnico* se incorpora un Estudio Geotécnico que se ha realizado de acuerdo a lo establecido en el Documento Básico de Seguridad Estructural–Cimientos (DB–SE-C) de seguridad estructural, capacidad portante y aptitud al servicio de los elementos de cimentación y, en su caso, de contención de todo tipo de estructuras y edificios en relación con el terreno.

El reconocimiento del terreno se ha efectuado según lo indicado en el apartado 3 del DB-SE-C, y en especial en los epígrafes 3.2. (Reconocimiento del terreno) y 3.3. (Contenido del Estudio Geotécnico).

Y de acuerdo a los ensayos realizados y a los resultados obtenidos, en el Estudio Geotécnico se realizan las siguientes conclusiones:

- La cimentación de la estructura, al ser cargas livianas y puntuales, será suficiente con empotrar un perfil metálico en el terreno a una cota de -1,50 metros.

## 6. ACCIONES SÍSMICAS.

De acuerdo con el uso a que se destina esta obra, según el Apartado 1.2.2. del Anexo de la “Norma Sismorresistente NCSR-02” (Real Decreto 997/2002 de 27 de septiembre, BOE nº 244), se engloba en el Grupo 2º, donde se encuentran incluidas las construcciones de importancia normal, y aquellas cuya destrucción por el terremoto pueda ocasionar víctimas, interrumpir un servicio para la colectividad, o producir pérdidas económicas, sin que en ningún caso se trate de un servicio imprescindible ni pueda dar lugar a efectos catastróficos.

Y por tanto, de acuerdo con el apartado 1.2.3. del Anexo a la “Norma Sismorresistente NCSR-02”, la aplicación de esta norma en el presente Proyecto es obligatoria, por lo que se analizarán las estructuras en el contenidas, de acuerdo con la aplicación la misma.

## 7. CUMPLIMIENTO DEL CTE.

En base al artículo 2.2 del Código Técnico de la Edificación (RD 314/2006, de 17 de marzo), consideramos que a las construcciones proyectadas no le es de aplicación el Código Técnico de la Edificación, por ser de escasa entidad constructiva, no tener carácter residencial o público ni de forma eventual o permanente, se desarrolla en una sola planta y no afecta a la seguridad de las personas.

Por otro lado, teniendo en cuenta la normativa vigente al respecto, CTE DB-SE-AE “Acciones en la edificación” y NCSR-02 “Norma de Construcción Sismorresistente”, podemos decir que el tipo de obra desarrollada en este proyecto puede catalogarse de *moderada normal*, es decir, aquellas cuya destrucción por el terremoto pueda ocasionar víctimas, interrumpir un servicio para la colectividad, o producir pérdidas económicas, sin que en ningún caso se trate de un servicio imprescindible ni pueda dar lugar a efectos catastróficos.



## 8. DECLARACIÓN DE OBRA COMPLETA.

En cumplimiento de los artículos 127.2 y 125.1 del Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas, aprobado por R.D. 1098/2001, de 12 de octubre, se hace expresa manifestación de que el presente proyecto comprende una obra completa, por cuanto una vez ejecutada podrá cumplir con los fines a que se destina, sin perjuicio de posteriores ampliaciones, comprendiendo todos y cada uno de los elementos necesarios para su utilización.

## 9. REVISIÓN DE PRECIOS.

No habrá revisión de precios de las unidades de obra durante la ejecución de la obra.

## 10. CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA.

La clasificación de la empresa Contratista para las obras proyectadas, a los efectos previstos de lo indicado entre los art. 77 y 83 de la *Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público*, es la siguiente:

- **Grupo I:** Instalaciones eléctricas.

Subgrupo 5: Centros de transformación y distribución en alta tensión .... Categoría 3

Subgrupo 6: Distribución en baja tensión..... Categoría 1

Subgrupo 9: Instalaciones eléctricas sin cualificación específica ..... Categoría 4

## 11. ASPECTOS MEDIOAMBIENTALES.

Puesto que la actuación contemplada en este Proyecto consiste en una instalación fotovoltaica conectada a red, que se destinará exclusivamente al autoconsumo energético de las instalaciones de riego de esta Comunidad de Regantes, bajo la modalidad de autoconsumo sin excedentes, y la superficie ocupada por la misma es inferior a 10 Ha, no se puede encuadrar en ninguna de las categorías del Anexo I de la *Ley 7/2007, de 9 de julio, de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental*, por lo que la actuación proyectada no se

encontraría sometida a ningún procedimiento de Prevención Ambiental de los establecidos en la citada ley.

Debido a ello no será necesario la tramitación de ningún procedimiento ambiental para la construcción y explotación de la instalación fotovoltaica proyectada.

Por otro lado, se ha comprobado que las actuaciones proyectadas se encuentran en su totalidad fuera de espacios protegidos, por lo que no se prevén afecciones a ningún espacio protegido, entendiéndose como tales espacios de la Red Natura 2000 (ZEC, LIC, ZEPA), zonas ZIAE, IBA, ZEPIM, Montes Públicos, así como cualquier otro espacio protegido.

## **12. GESTIÓN DE RESIDUOS.**

El presente proyecto se ha realizado de acuerdo con el *R.D. 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de la construcción y demolición*, y por la imposición dada en su artículo 4.1. sobre las obligaciones del productor de residuos de construcción y demolición (RCD's), que debe incluir en el proyecto de ejecución de la obra un Estudio de Gestión de RCD's, según se ha desarrollado en el *Anejo VII. Estudio de Gestión de Residuos*.

## **13. DISPONIBILIDAD DE LOS TERRENOS.**

Todas las obras contenidas en el presente Proyecto se han proyectado sobre terrenos de los que es propietaria esta Comunidad de Regantes, por lo existe disponibilidad total de usarlas para el fin proyectado.

La superficie de ocupación de la planta fotovoltaica proyectada es de 2,56 Ha. Se puede ver con mayor detalle en el *Plano nº 4.1 – Ubicación y Accesos*.

#### **14. COORDINACIÓN CON OTROS ORGANISMOS Y SERVICIOS.**

Los Organismos que se verán afectados por las obras contenidas en el presente Proyecto, y con los que se tiene que tramitar la preceptiva a autorización o licencia para su ejecución, son los que se indican a continuación:

- Excmo. Ayuntamiento de Mengíbar.
  - Trámite de Compatibilidad Urbanística de la actuación.
  - Licencia de Obras.
  
- Delegación territorial de Economía, Hacienda, Fondos Europeos y de Industria, Energía y Minas de la Junta de Andalucía en Jaén (Servicio de Energía).
  - Autorización Administrativa Previa y de Construcción.

Por otro lado, cabe destacar la inexistencia de afecciones a servicios y servidumbres, por lo que no es necesario realizar tramitaciones al respecto.

#### **15. REPOSICIÓN DE SERVICIOS AFECTADOS.**

Una vez realizadas las indagaciones relativas a los posibles servicios que puedan verse afectados por las obras contempladas en este Proyecto, y debido a que todas ellas se localizan en una parcela de propiedad de la Comunidad de Regantes, se concluye que no se prevé la existencia de ningún servicio afectado.

#### **16. AHORRO ENERGÉTICO PREVISTO.**

Tal y como se ha descrito con anterioridad, y de manera más detallada en el *Anejo VIII. Ahorro Energético*, se estima que el ahorro energético que llevaría consigo el presente Proyecto alcance los **1.035.823,48 kWh/año**, lo representa una disminución de un 69,96% de la dependencia energética de la estación de bombeo de los Sectores IV, V y VI de la Comunidad de Regantes.

No obstante, este porcentaje de ahorro energético que se obtiene durante estos años debe entenderse como orientativo, ya que está sujeto a cierta variabilidad por los siguientes factores:

- Por el grado de correspondencia que exista entre los datos de radiación solar utilizados (modelos estadísticos) y la radiación solar que se obtenga realmente una vez implantado el sistema.
- Por la variabilidad que exista en la radiación solar obtenida entre unos años y otros, como a consecuencia de que las condiciones meteorológicas son particulares cada año.
- Y por la variabilidad que exista en la demanda energética, ya que ésta redonda proporcionalmente en el ahorro energético anual que se produzca.

A pesar de estos factores, y por los datos resultantes, se prevé que la reducción energética sobre el consumo eléctrico actual será superior al 50%, y que de las necesidades energéticas de esta Comunidad de Regantes más del 50% serán satisfechas con la instalación fotovoltaica proyectada.

En cualquier caso, se debe tener en cuenta la pérdida de rendimiento de los módulos fotovoltaicos a lo largo de su vida útil, que conllevará una reducción gradual de la producción energética que estará en relación con los rendimientos que para cada año de su vida útil se prevén.

Por ende, también se verá reducido gradualmente el autoconsumo (ahorro) energético a lo largo de la vida útil de la instalación.

Teniendo en cuenta ambas reducciones, se sintetiza en la siguiente tabla las previsiones de producción energética y ahorro energético, para cada año de la vida útil de la instalación:

<b>AÑO</b>	<b>RENDIMIENTO DE LOS MÓDULOS (%)</b>	<b>PRODUCCIÓN ENERGÉTICA (kWh)</b>	<b>AHORRO ENERGÉTICO (kWh)</b>
1	100,00%	3.647.374,49	1.035.823,48
2	99,50%	3.629.137,61	1.034.082,90
3	99,00%	3.610.900,74	1.032.342,31
4	98,50%	3.592.663,87	1.030.601,72
5	98,00%	3.574.427,00	1.028.861,13
6	97,50%	3.556.190,12	1.027.091,46
7	97,00%	3.537.953,25	1.025.281,53
8	96,50%	3.519.716,38	1.023.430,30
9	96,00%	3.501.479,51	1.021.516,84
10	95,50%	3.483.242,63	1.019.462,49
11	95,00%	3.465.005,76	1.017.404,36
12	94,40%	3.443.121,52	1.014.923,94
13	94,00%	3.428.532,02	1.013.220,71
14	93,50%	3.410.295,15	1.011.091,66
15	93,00%	3.392.058,27	1.008.962,62
16	92,50%	3.373.821,40	1.006.833,58
17	92,00%	3.355.584,53	1.004.675,93
18	91,50%	3.337.347,66	1.002.504,47
19	91,00%	3.319.110,78	1.000.244,96
20	90,50%	3.300.873,91	997.950,86
21	90,00%	3.282.637,04	995.632,87
22	89,50%	3.264.400,17	993.271,37
23	89,00%	3.246.163,29	990.909,86
24	88,80%	3.238.868,54	989.965,26
25	88,00%	3.209.689,55	986.186,85

## **17. VIABILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA DE LAS OBRAS.**

Con respecto a la viabilidad técnica de las obras contempladas en el presente Proyecto, se ha justificado en el *Anejo IX. Estudio de Viabilidad del Proyecto* que no hay dificultad para la ejecución de las obras, que no hay dificultad para la puesta en marcha y

explotación de las obras, que no hay problemas de seguridad en la ejecución y que se garanticen la consecución de los objetivos perseguidos.

Con respecto a la viabilidad económica, también en el Anejo citado se ha analizado la inversión mediante dos alternativas:

- **Alternativa 1:** Se realizará la evaluación sólo teniendo en cuenta los méritos propios del Proyecto.
- **Alternativa 2:** Se tendrá en cuenta en la evaluación también la incidencia de unas ayudas de 1.043.061,36 €, ya estipuladas como máximo por la Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible de acuerdo con la Propuesta de Resolución de Concesión de las ayudas de 13 de julio de 2022.

Para ello, sólo se ha empleado el ahorro energético que se promoverá con la implantación de este Proyecto, en comparación con la situación existente actualmente en la Comunidad de Regantes.

Para cada alternativa, y como herramientas que nos permitirán establecer objetivamente el impacto económico del Proyecto, se han obtenido los siguientes índices de rentabilidad de la inversión:

MES	PERIODO DE RECUPERACIÓN (años)	VAN %	TIR %
ALTERNATIVA 1	7,84	< 12	12,63
ALTERNATIVA 2	5,07	< 20	20,24

Claramente, la alternativa que contempla el complemento de unas ayudas es más rentable que la que no lo considera, según se observa en los índices de rentabilidad que han sido analizados.

En cualquier caso, en base a los resultados económicos obtenidos se puede concluir que cualquier alternativa es una inversión rentable y sostenible.

## **18. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.**

El Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, establece en el marco de la *Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales*, las disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicables a las obras de construcción. Según esto, se establece la obligatoriedad de un Estudio de Seguridad y Salud cuando se dan alguno de los siguientes supuestos:

1. Presupuesto de Ejecución Material igual o superior a 450.759,08 €.
2. Duración estimada superior a 30 días laborables, empleándose en algún momento más de 20 trabajadores simultáneamente.
3. Volumen de mano de obra estimada, entendida como la suma de los días trabajo total de los trabajadores, superior a 500 días.
4. En obras de túneles, galerías, conducciones subterráneas y presas.

Por lo tanto, debido a que el Presupuesto de Ejecución Material es superior a 450.759,08 € y la duración de las obras es también superior a 30 días laborables, se ha desarrollado el preceptivo Estudio de Seguridad y Salud de la Obra como documento independiente en este Proyecto.

## **19. DOCUMENTOS QUE INTEGRAN ESTE PROYECTO.**

Los documentos que integran el Proyecto son:

**DOCUMENTO N° 1:** Memoria y Anejos.

**DOCUMENTO N° 2:** Pliego de Condiciones

**DOCUMENTO N° 3:** Mediciones y Presupuesto.

**DOCUMENTO N° 4:** Planos.

**DOCUMENTO N° 5:** Estudio de Seguridad y Salud

## 20. RESUMEN DEL PRESUPUESTO.

### 20.1. Presupuesto de Ejecución Material.

A continuación, se acompaña un cuadro resumen por capítulos del Presupuesto de Ejecución Material del Proyecto:

		<b>RESUMEN</b>	<b>IMPORTE (€)</b>
<b>CAPITULO 1:</b>		<b>INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA</b>	
	1.1	Módulos y equipos	969.945,03
	1.2	Conductores y conexiones	132.212,65
	1.3	Obras auxiliares	27.947,11
		SUMA CAPITULO 1:	<b>1.130.104,79</b>
<b>CAPITULO 2:</b>		<b>CENTROS DE BAJA, MEDIA TENSIÓN Y SECCIONAMIENTO</b>	
	2.1	Edificios y equipos	512.847,47
	2.2	Obras auxiliares	8.302,83
		SUMA CAPITULO 2:	<b>521.150,30</b>
<b>CAPITULO 3:</b>		<b>LÍNEA DE EVACUACIÓN</b>	
	3.1	Conductores y conexiones	32.243,62
	3.2	Obras auxiliares	7.503,07
		SUMA CAPITULO 3:	<b>39.746,69</b>
<b>CAPITULO 4:</b>		<b>SISTEMAS DE MONITORIZACIÓN Y</b>	
	4.1	Equipos y conexiones	24.832,67
	4.2	Obras auxiliares	2.611,22
		SUMA CAPITULO 4:	<b>27.443,89</b>
<b>CAPITULO 5:</b>		<b>OBRA CIVIL</b>	
		Obra civil	41.589,40
		SUMA CAPITULO 5:	<b>41.589,40</b>
<b>CAPITULO 6:</b>		<b>GESTIÓN DE RESIDUOS</b>	
		Gestión de Residuos	7.041,41
		SUMA CAPITULO 6:	<b>7.041,41</b>



		<b>RESUMEN</b>	<b>IMPORTE (€)</b>
<b>CAPITULO 7:</b>		<b>CONTROL DE CALIDAD</b>	
		Control de Calidad	10.320,36
		SUMA CAPITULO 7:	<b>10.320,36</b>
<b>CAPÍTULO 8:</b>		<b>SEGURIDAD Y SALUD:</b>	
	8.1	Protecciones individuales	2.417,00
	8.2	Protecciones colectivas	10.518,20
	8.3	Extinción de incendios	632,88
	8.4	Instalaciones de higiene y bienestar	1.181,20
	8.5	Medidas preventivas y primeros auxilios	484,16
	8.6	Cartel señalizador de obras	1.592,88
		SUMA CAPITULO 8:	<b>16.826,32</b>
<b>TOTAL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL:</b>			<b>1.794.223,16</b>

Asciende el **PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL** de las obras proyectadas a la cantidad de **UN MILLÓN SETECIENTOS NOVENTA Y CUATRO MIL DOSCIENTOS VEINTITRES EUROS CON DIECISEIS CÉNTIMOS (1.794.223,16 €)**.

## **20.2. Presupuesto de Ejecución por Contrata.**

El Presupuesto de ejecución por contrata será:

<b>CONCEPTOS</b>	<b>IMPORTE</b>
<b>PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL:</b>	<b>1.794.223,16 €</b>
Gastos Generales (14%):	251.191,24 €
Beneficio Industrial (6%):	107.653,39 €
SUMA:	2.153.067,79 €
I.V.A. (21%):	452.144,24 €
<b>TOTAL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA:</b>	<b>2.605.212,03 €</b>

Asciende el **PRESUPUESTO TOTAL DE EJECUCIÓN POR CONTRATA**, a la cantidad de **DOS MILLONES SEISCIENTOS CINCO MIL DOSCIENTOS DOCE EUROS CON TRES CÉNTIMOS (2.605.212,03 €)**.

## **21. RESUMEN DE INVERSIONES Y GASTOS PREVISTOS A REALIZAR.**

De acuerdo con la siguiente clasificación se desglosan las inversiones y gastos previstos para la ejecución de este Proyecto:

<b>INVERSIONES Y GASTOS PREVISTOS</b>	<b>IMPORTE</b>
1.- Equipos de generación de energía.	842.330,08 €
2.- Mejora o ampliación de equipos de generación de energía ya implantados.	0,00 €
3.- Acumuladores de energía.	0,00 €
4.- Reguladores, inversores y conmutadores.	127.614,85 €
5.- Sistemas de protección.	0,00 €
6.- Sistemas de control.	18.070,06 €
7.- Instalación eléctrica.	529.092,97 €
8.- Instrumentos de medición de la producción energética y de consumo.	3.497,42 €
9.- Equipos de bombeo.	
9.1. Motores.	0,00 €
9.2. Otras instalaciones de los equipos de bombeo.	0,00 €
10.- Centro de Transformación.	
10.1. Transformador eléctrico.	151.476,46 €
10.2. Otras instalaciones de los centros de transformación.	0,00 €
11.- Mejora de la infraestructura de riego.	
11.1. Infraestructura hidráulica.	0,00 €
11.2. Otras infraestructuras de riego.	0,00 €
12.- Otras instalaciones.	87.953,63 €
13.- Otros conceptos de obra:	

<b>INVERSIONES Y GASTOS PREVISTOS</b>	<b>IMPORTE</b>
13.1. Seguridad y Salud.	16.826,32 €
13.2. Gestión de residuos.	7.041,41 €
13.3. Control de calidad.	10.320,36 €
13.4. Otros (Gestión medioambiental, reposición de servicios afectados, etc.).	0,00 €
<b>Presupuesto de Ejecución Material</b>	<b>1.794.223,16 €</b>
Gastos Generales (14%)	251.191,24 €
Beneficio Industrial (6%)	107.653,39 €
<b>Subtotal</b>	<b>2.153.067,79 €</b>
IVA (21%)	452.144,24 €
<b>TOTAL INVERSIÓN PREVISTA EN OBRA (IVA INCLUIDO)</b>	<b>2.605.212,03 €</b>

**Córdoba, octubre de 2023.**

**EL INGENIERO AGRÓNOMO**

**Fdo.:**



**EL INGENIERO AGRÓNOMO**

**Fdo.:**



# **ANEJOS**

**PROYECTO DE EJECUCIÓN DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA  
DE 2 MW PARA AUTOCONSUMO DE LOS SECTORES  
IV, V Y VI DE LA COMUNIDAD DE REGANTES  
“SANTA MARÍA MAGDALENA”**

TÉRMINO MUNICIPAL: MENGÍBAR (JAÉN)

PROMOTOR: COMUNIDAD DE REGANTES “SANTA MARÍA MAGDALENA”

**ÍNDICE DE ANEJOS**

ANEJO I:	FICHA TÉCNICA
ANEJO II:	ESTUDIO GEOTÉCNICO
ANEJO III:	ACCIONES SÍSMICAS
ANEJO IV:	INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA
ANEJO V:	INSTALACIONES ELÉCTRICAS
ANEJO VI:	CÁLCULOS ESTRUCTURALES
ANEJO VII:	ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS
ANEJO VIII:	AHORRO ENERGÉTICO
ANEJO IX:	ESTUDIO DE VIABILIDAD DEL PROYECTO
ANEJO X:	JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS
ANEJO XI:	PROGRAMA DE OBRAS
ANEJO XII:	PLANES DE CONTROL
ANEJO XIII:	NORMATIVA APLICABLE
ANEJO XIV:	SERVICIOS AFECTADOS
ANEJO XV:	PERMISOS Y AUTORIZACIONES
ANEJO XVI:	ACREDITACIÓN DE COMPETENCIA PROFESIONAL
ANEJO XVII:	... INDICADORES DEL MARCO NACIONAL DE DESARROLLO RURAL

ANEJO I

**FICHA TÉCNICA**

ANEJO N° 1  
FICHA TÉCNICA



COMUNIDAD DE REGANTES  
SANTA MARÍA MAGDALENA

COMUNIDAD DE REGANTES "SANTA MARÍA MAGDALENA"

- RESUMEN:** Las obras contempladas en el presente Proyecto consistirán en las siguientes actuaciones:
- o Planta fotovoltaica de 2 MW para autoconsumo de la Estación de Bombeo de los Sectores IV, V y VI de la Comunidad de Regantes "Santa María Magdalena", bajo la modalidad sin excedentes, consistente en instalación de módulos fotovoltaicos de silicio monocristalino sobre estructura metálica fija.
  - o Instalación de once (11) inversores tipo string de 175 kW, capaces de transformar la energía de corriente continua, generada por los módulos fotovoltaicos, en energía de corriente alterna.
  - o Instalación eléctrica en baja tensión, que incluye los conductores, canalizaciones y elementos de protección necesarios.
  - o Instalación de un Centro de Baja Tensión (CBT) en edificio prefabricado de hormigón armado que incluye, entre otros elementos, los fusibles de protección de los inversores.
  - o Instalación de dos transformadores, de 2.500 KVA, 800V/25 kV tipo intemperie.
  - o Instalación de un Centro de Media Tensión (CMT) en edificio prefabricado de hormigón armado que incluye las celdas de media tensión necesarias.
  - o Instalación de una línea de evacuación subterránea de 25 kV constituida por conductor RH5Z-1 18/30 KV de 1x3x150 mm<sup>2</sup>.
  - o Instalación de un Centro de Seccionamiento (CS) en edificio prefabricado de hormigón armado, que incluye las celdas de media tensión necesarias.
  - o Instalación de un sistema de monitorización y de antivertido.
  - o Construcción de un camino de servicio en el recinto de la Planta Fotovoltaica y de una explanación para el CBT, transformadores y el CMT.

INDICADORES	
Nº de empleos previsto generados por la actuación	18,45
Ahorro de energía final eléctrico (tep/año)	89,08
Ahorro de energía primaria eléctrico (tep/año)	219,23
Potencia Eléctrica (kW)	2.265,12
Superficie solar (m <sup>2</sup> )	10.661,00
Reducción CO <sub>2</sub> (t/año)	282,78
Energía renovable (tep/año)	89,08
Inversión (IVA incluido) (€)	2.605.212,03
Nº de instalaciones	1 ud

INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA	
Módulo fotovoltaico de silicio cristalino	2.265,12 kWp
Inversor tipo String 175 kW	11,00 ud
Estructura soporte con seguimiento solar autónomo a 1 eje horizontal (1 x h)	2.265,12 kWp
Conductor solar H1Z2Z2-K 1,8 kV de 1x10 mm <sup>2</sup> Cu	18.770,00 m
Conductor XZ-1 1 kV de 1x150 mm <sup>2</sup> Al	6.552,00 m
Conductor RZ1-K 1 kV de 1x240 mm <sup>2</sup> Cu	360,00 m
Conductor de cobre desnudo de 35 mm <sup>2</sup>	2,759,00 m
Toma de tierra independiente con pica	66,00 ud
Tubo corrugado Ø 63 mm	8.923,00 m
Tubo corrugado Ø 200 mm	768,00 m
Arqueta prefabricada polipropileno 55x55x55 cm	26,00 ud
Arqueta tipo A-1	8,00 ud
Arqueta tipo A-2	6,00 ud

CENTROS DE BAJA, MEDIA TENSIÓN Y SECCIONAMIENTO	
Centro de Baja Tensión	1,00 ud
Transformador de potencia de 2.500 KVA 25 kV/800V	2,00 ud
Centro de Media Tensión	1,00 ud
Centro de Seccionamiento	1,00 ud

LÍNEA DE EVACUACIÓN	
Conductor RH5Z-1 18/30 kV Al de 3 x 1 x 150 mm <sup>2</sup>	2.274,00 m
Tubo corrugado Ø 200 mm	758,00 m
Arqueta tipo A-2	9,00 ud

SISTEMA DE MONITORIZACIÓN Y ANTIVERTIDO	
Sistema antivertido para autoconsumo certificado	1,00 ud
Sistema de monitorización	1,00 ud
Cable RS485, 2 hilos, trenzado y apantallado	363,00 m
Línea de fibra óptica de 24 fibras	758,00 m
Línea Cu RV-K 0,6/1 kV 1x25 mm <sup>2</sup> , en tubo instalado	40,00 m
Tubo flexible de PE, diámetro nominal 63 mm enterrado (Normal),	1.121,00 m
Tubo flexible de PE, diámetro nominal 110 mm enterrado (Normal),	20,00 m

OBRA CIVIL	
Desbroce y limpieza espesor entre 10 cm y 20 cm, D<= 20 m	25.556,00 m <sup>2</sup>
Excavación cunetas con retroexcavadora, terreno compacto	224,00 m <sup>3</sup>
Excavación y acopio tierra excavada, terreno compacto	149,00 m <sup>3</sup>
Carga mecánica de áridos en cantera, transporte D <= 5 m	373,00 m <sup>3</sup>
Transporte materiales sueltos (obra), camión basculante D <= 3 km	373,00 m <sup>3</sup>
Extendido de tierras hasta 100 m	373,00 m <sup>3</sup>
Construcción terraplén, A4-A7, 100% PN o 96% PM, D<= 3 km	373,00 m <sup>3</sup>
Zahorra artificial tipo ZA 0/20 (ZA-20), distancia entre 5 y 10	668,00 m <sup>3</sup>
Compactación plano fundación, A4-A7, 100 % PN, con riego D <= 3 km	3.340,00 m <sup>2</sup>
Perfilado del plano de fundación o rasante	3.340,00 m <sup>2</sup>
Construcción revestimiento hormigón cunetas	93,48 m <sup>3</sup>
Hormigón en masa HM-20/spb/40-20/X0, planta, D<=20 km	93,48 m <sup>3</sup>

PRESUPUESTO	IMPORTE (€)
Presupuesto de Ejecución Material	1.794.223,16
Gastos Generales (14%)	251.191,24
Beneficio Industrial (6%)	107.653,39
Subtotal	2.153.067,79
IVA (21%)	452.144,24
<b>TOTAL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA:</b>	<b>2.605.212,03</b>

ANEJO II

**ESTUDIO GEOTÉCNICO**



***PROYECTO DE EJECUCIÓN DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA  
DE 2 MW PARA AUTOCONSUMO DE LOS SECTORES  
IV, V Y VI DE LA COMUNIDAD DE REGANTES  
“SANTA MARÍA MAGDALENA”***

TÉRMINO MUNICIPAL: MENGÍBAR (JAÉN)

PROMOTOR: COMUNIDAD DE REGANTES “SANTA MARÍA MAGDALENA”

## **ANEJO II. ESTUDIO GEOTÉCNICO**

### **ÍNDICE**

1. OBJETO DEL ESTUDIO GEOTÉCNICO. _____	2
2. ENSAYOS REALIZADOS. _____	3
3. RESULTADO DEL ESTUDIO GEOTÉCNICO. _____	3

***PROYECTO DE EJECUCIÓN DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA  
DE 2 MW PARA AUTOCONSUMO DE LOS SECTORES  
IV, V Y VI DE LA COMUNIDAD DE REGANTES  
“SANTA MARÍA MAGDALENA”***

TÉRMINO MUNICIPAL: MENGÍBAR (JAÉN)

PROMOTOR: COMUNIDAD DE REGANTES “SANTA MARÍA MAGDALENA”

## **ANEJO II. ESTUDIO GEOTÉCNICO**

### **1. OBJETO DEL ESTUDIO GEOTÉCNICO.**

Se ha realizado un Informe Geotécnico, solicitado a la empresa Labson, Geotécnica y Sondeos, S.L. (Laboratorio Acreditado por la Junta de Andalucía en Edificación y Obra Civil), para analizar la idoneidad del terreno ante los esfuerzos que se requerirán para el funcionamiento correcto y sin riesgos de las estructuras que sustentarán los módulos fotovoltaicos.

El estudio geotécnico se realiza en base a lo establecido en el Documento Básico de Seguridad Estructural–Cimientos (DB–SE-C) de seguridad estructural, capacidad portante y aptitud al servicio de los elementos de cimentación y, en su caso, de contención de todo tipo de estructuras y edificios en relación con el terreno.

El reconocimiento del terreno se ha efectuado según lo indicado en el apartado 3 del DB-SE-C, y en especial en los epígrafes 3.2. (Reconocimiento del terreno) y 3.3. (Contenido del Estudio Geotécnico).

Una vez iniciada la obra e iniciadas las excavaciones, a la vista del terreno excavado y para la situación precisa de los elementos de la cimentación, el Director de Obra apreciará la validez y suficiencia de los datos aportados por el estudio geotécnico, adoptando

en casos de discrepancia las medidas oportunas para la adecuación de la cimentación y del resto de la estructura a las características del terreno.

Igualmente, en caso de que durante la ejecución de los trabajos se considerase oportuno se efectuarían los estudios adicionales precisos con objeto de aceptar o rechazar los adoptados previamente en los cálculos.

## **2. ENSAYOS REALIZADOS.**

Las obras que se definen en el presente proyecto y que requieren un análisis y reconocimiento del terreno son las estructuras soporte para los módulos fotovoltaicos.

Para ello se han realizado los siguientes ensayos de laboratorio:

<b>ENSAYOS REALIZADOS EN CALICATAS</b>		
<b>NORMA</b>	<b>ENSAYO</b>	<b>UNIDADES</b>
UNE 103801:94;98	E. penetración dinámica continua	10
ASTM D1587:00	Calicatas realizadas	10
UNE 103101:95	Granulometría por tamizado	10
UNE103103:94	Límites de Atterberg	10
UNE 103104:93		
UNE 103401:98	Proctor normal	5
UNE 103600:96	CBR	5
UNE 103601:2.96	Corte directo (cd)	2
UNE 103601:96	Hinchamiento libre en edómetro	2
EHE ANEJO V	Sulfatos solubles en suelos y mo.	10
EHE ANEJO V	Grado de acidez de Bauman Gully	2

## **3. RESULTADO DEL ESTUDIO GEOTÉCNICO.**

Para el cálculo de la cimentación de la estructura de soporte de los módulos se utilizarán los siguientes datos geotécnicos:

- **Nivel geotécnico 1 y 2:** Arcillas limosas cohesivas amarillentas con cal y con cantos de areniscas. Miceno
  - Densidad aparente:  $2,0 \text{ gr/cm}^3$
  - $ES = 3 (\text{NSPT} + 6) = 1000 \text{ tn/m}^2$
  - Angulo de rozamiento interno:  $20^\circ$  (CD)
  - $N_{20} = 6-70$
  - $N_{30} = 10$
  - Cohesión sin drenaje:  $4 \text{ tn/m}^2$
  - Compresión simple:  $8-10 \text{ tn/m}^2$
  - Clasificación según PG-3: **TOLERABLE**
  - Tensión de rotura del terreno:  $1.500 \text{ tn/m}^3$

El Informe Geotécnico realizado se acompaña a continuación.

**Córdoba, octubre de 2023.**

**EL INGENIERO AGRÓNOMO**



**Fdo.:**

**EL INGENIERO AGRÓNOMO**



## ANEXO I. INFORME GEOTÉCNICO

## INFORME GEOTÉCNICO



<b>DIRECCIÓN</b>	PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA EN MENGÍBAR (JAÉN)	
<b>PETICIONARIO</b>	HC CONSULTORES, S.I.	
<b>FECHA</b>	<b>DICIEMBRE</b>	<b>2019</b>
<b>REGISTRO</b>	<b>Rev00</b>	<b>186/2019</b>



**1. MEMORIA**

1.- INTRODUCCIÓN. ....	2
2. JUSTIFICACIÓN DE LA CAMPAÑA GEOTECNICA y de LOS CALCULOS. ....	3
2.1 DOCUMENTOS Y NORMAS DE REFERENCIA.....	3
3. TRABAJOS DE CAMPO. ....	4
4- LOCALIZACION Y SINTESIS GEOLÓGICA. ....	5
6.- ZONACION SISMICA .....	6
7.- ENSAYOS PENETROMETRICOS .....	8
7.1. Fundamento teórico .....	9
7.2. Interpretación geotécnica .....	9
8. CALICATAS.....	11
9.1. NIVEL FREÁTICO .....	13
10. ESTUDIO DE LA EXPANSIVIDAD.....	14
11. AGRESIVIDAD A LOS HORMIGONES .....	16
11. CIMENTACIÓN DE LOS SEGUIDORES.....	17
11.1 CALCULO MEDIANTE ELEMENTOS FINITOS.....	19
11.2 CÁLCULO MEDIANTE MÉTODOS NUMÉRICOS. ....	22
11.3 CONCLUSIONES SOBRE LOS ESTUDIOS DE CIMENTACIÓN DE LOS SEGUIDORES. ....	23
12. DATOS QUIMICOS PARA EL DISEÑO DE LOS SEGUIDORES. ....	23
13. PERMEABILIDAD.....	24
14. CONDUCTIVIDAD DEL TERRENO.....	25
15. INSPECCION EN OBRA. ....	31



## 1.- INTRODUCCIÓN.

El presente documento tiene por objeto la realización de ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA CONSTRUCCION DE PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA EN COMUNIDAD DE REGANTES LA MAGDALENA, en MENGIBAR(Jaén)

El encargante del estudio es la empresa HC CONSULTORES SL, a instancias de la comunidad de regantes.

La edificación proyectada consta de la siguiente tipología.

- Seguidores fotovoltaicos.
- Cimentados con elementos metálicos hincados

La situación de los ensayos es la siguiente.

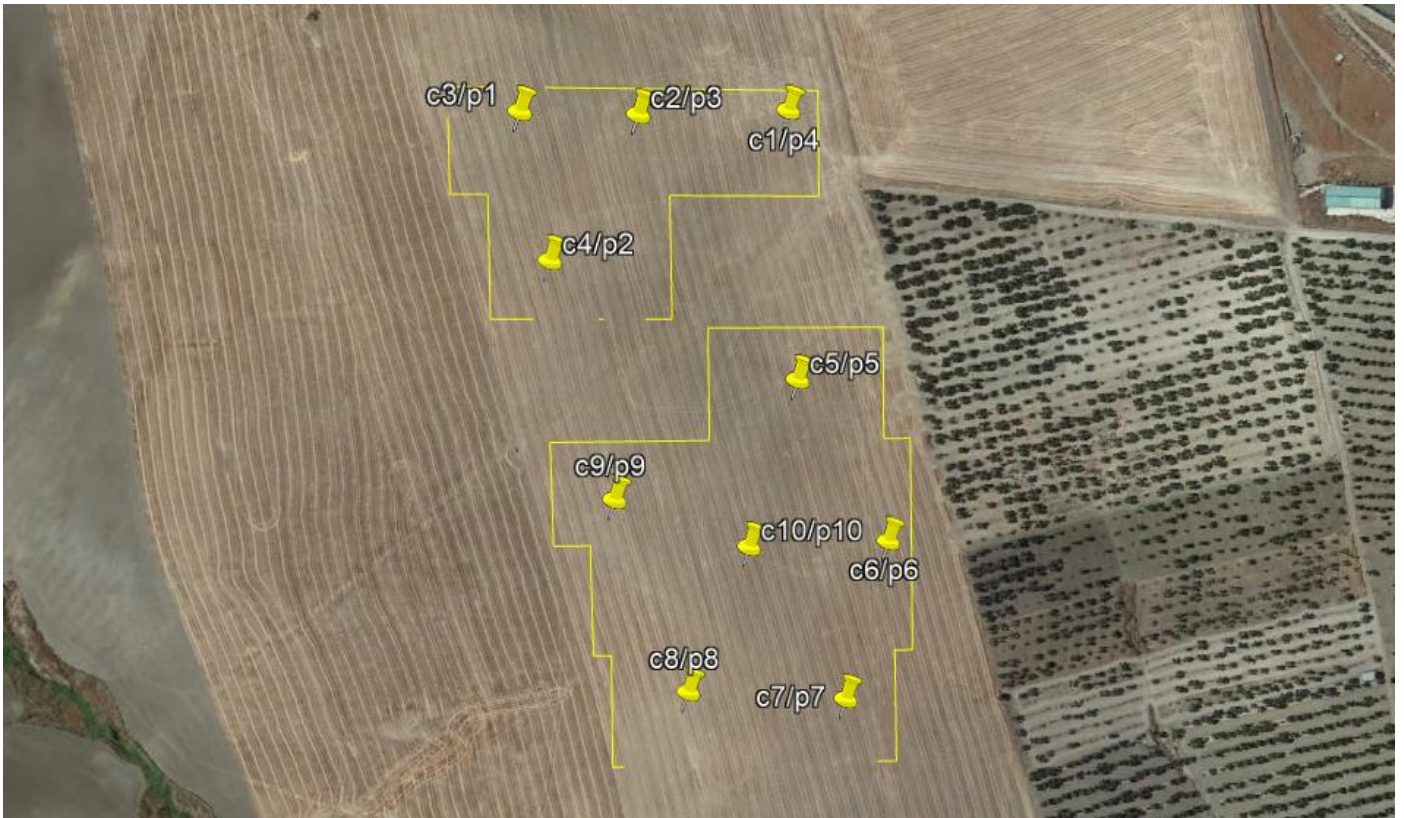


Figura 1: Ubicación de ensayos

- 10 ensayos penetrométricos.
- 10 calicatas.
- Ensayos de laboratorio.
- 5 Ensayos de resistividad eléctrica.

## 2. JUSTIFICACIÓN DE LA CAMPAÑA GEOTECNICA Y DE LOS CALCULOS.

---

Actualmente el único documento válido para el diseño de estudios geotécnicos es el CODIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACION en su epígrafe de cimentaciones, DB SE C.

En este caso, al no tratarse de una edificación , sino de una Planta solar fotovoltaica, PSFV, el diseño de la campaña ha sido realizado por HC CONSULTORES, distribuyendo los ensayos entre las dos parcela en las cuales se pretende realizar la actuación

### 2.1 DOCUMENTOS Y NORMAS DE REFERENCIA.

---

- EUROCODIGO-7 (Proyecto geotécnico, de aplicación da los aspectos geotécnicos del proyecto de obras de edificación y obra civil)
- UNE-EN ISO 17025-2000(Sistemas de calidad)
- NTE: (Normas tecnológicas de la edificación) Acondicionamiento del terreno.
- EHE 08 (Instrucción del hormigón estructural)
- JIMENEZ SALAS, JA. DE JUSTO ALPAÑES, JL Y OTROS (Geotecnia y cimientos vol I,II,II y IV)
- RODRIGUEZ ORTIZ, JM (Curso aplicado de cimentaciones)
- MINISTERIO DE FOMENTO, DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS, Recomendaciones para el proyecto geotécnico y ROM.
- MOPU (secciones de firme para la instrucción de carreteras, 6.1 I. C)
- CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN CTE DB SEC CIMENTACIONES.

### 3. TRABAJOS DE CAMPO.

#### *Ensayos realizados en calicatas*

NORMA	ENSAYOS	NUMERO DE ENSAYOS
UNE 103801:94;98	E. penetración dinámica continua	10
ASTM D1587:00	Calicatas realizadas	10
UNE103800:92	SPT STANDART	
UNE 103101:95	Granulometría por tamizado	10
UNE103103:94		10
UNE 103104:93	Límites de atterberg	
UNE 103300:93	Humedad natural	
UNE 103301:94	Densidad seca y aparente	
UNE 103400:93	Compresión simple	0
UNE 103401:98	Proctor normal	5
UNE 103600:96	CBR	5
UNE 103601:2.96	Corte directo (cd)	2
UNE 103602:96	Hinchamiento lambe	
UNE 103601:96	Hinchamiento libre en edómetro	2
NLT 254: 99	% colapso	
EHE ANEJO V	Sulfatos solubles en suelos y mo.	10
EHE ANEJO V	Grado de acidez de bauman gully..	2

Figura 3:. Ensayos realizados en calicatas

#### 4- LOCALIZACION Y SINTESIS GEOLÓGICA.

En la zona de MENGÍBAR, predominan las FORMACIONES TURBIDICAS, con alternancia de arenas, areniscas, areniscas calcáreas y arcillas con margas verdes rojas y crema, a techo albarizas o margas blancas. Junto a esta zona serravallense, se detecta una formación del terciario langhiense, formado por una unidad superior Terciario MIOCENO, formado por margas verdes amarillentas con niveles de limos amarillentos.

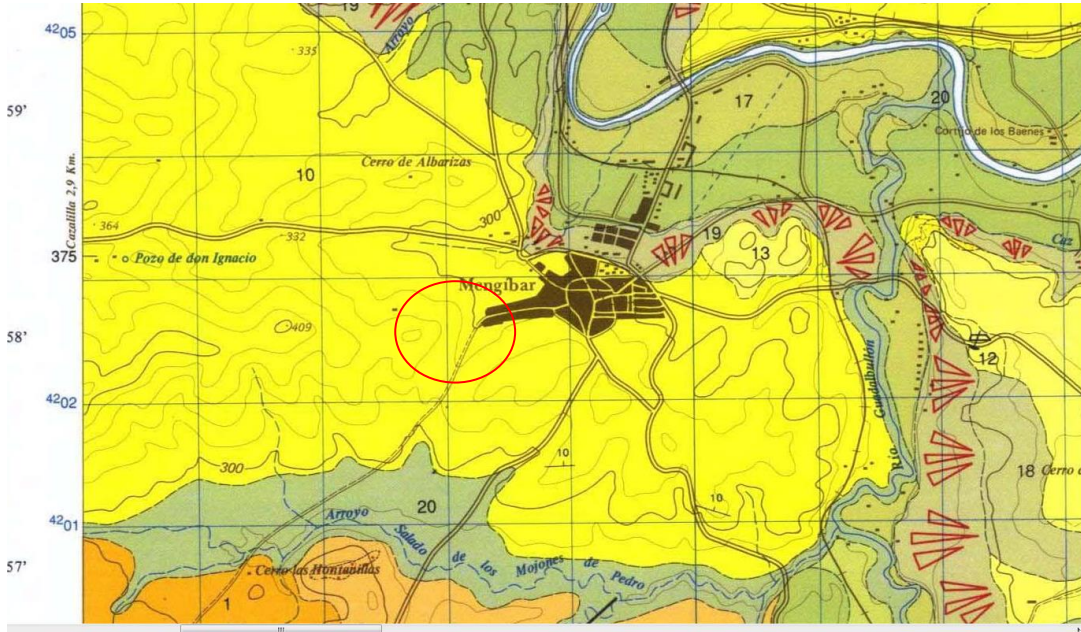


Figura 4; geología de la zona

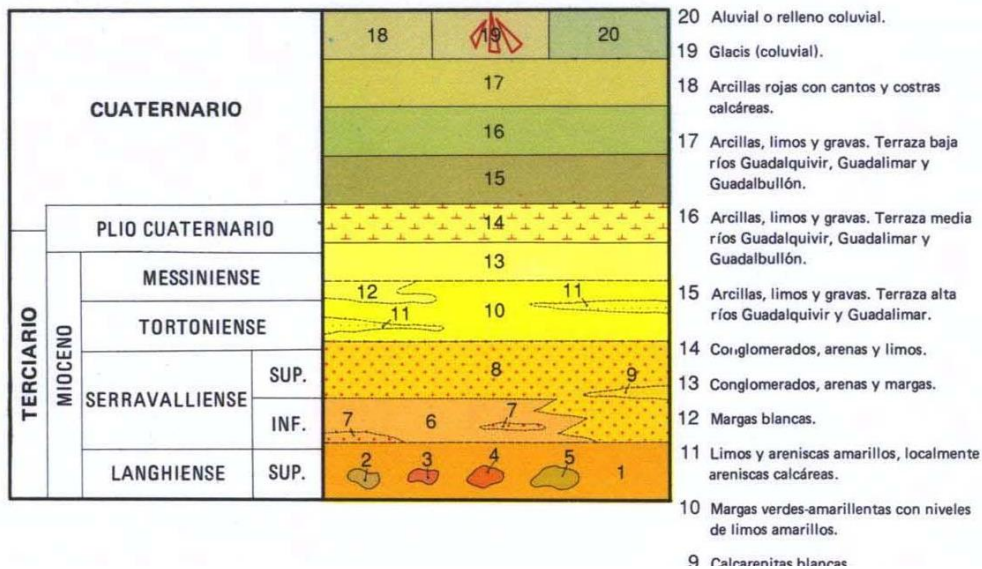


Figura 5; nomenclatura de geología de la zona



## 5.- ZONACION SISMICA

La Norma NCSE-02 de 11 de Octubre de 2.002 (B.O.E. num 244) proporciona los criterios que han de seguirse dentro del territorio español para la consideración de la acción sísmica en el proyecto, construcción, reforma y conservación de obras a las que es aplicable la citada Norma.

Esta norma divide el suelo en 4 tipos de suelo:

Tipo I: Roca compacta, suelo cementado o granular muy denso. Velocidad de propagación de las ondas elásticas transversales o de cizalla,  $V_s > 750$  m/s.

Tipo II: Roca muy fracturada, suelos granulares densos o cohesivos duros Velocidad de propagación de las ondas elásticas transversales o de cizalla  $750 \text{ m/s} > V_s > 400$  m/s.

Tipo III: Suelo granular de compacidad media; o suelo cohesivo de consistencia firme a muy firme. Velocidad de propagación de las ondas elásticas de  $400 \text{ m/s} > V_s > 200$  m/s.

Tipo IV: Suelo granular suelto o cohesivo blando. Velocidad de propagación de las ondas elásticas de  $V_s > 200$  m/s.

Se toma el más desfavorable de los suelos, ya que este transmite a los muros cargas horizontales dinámicas)

Tipo de terreno	Coefficiente C	Tipo Construcción	Normal importancia
I	1,0	Aceleración Básica $A_b/g$	0,06
II	1,3	Coefficiente Contribución (K)	1,00
III	1,6	Clasificación Terreno	Tipos III
IV	2,0	Coefficiente de Suelo	1,80

Características sísmicas de la zona (NCSE-02 )

A efectos de esta Norma, las construcciones proyectadas se clasificarían como obras de "normal importancia", o cuya destrucción por terremoto puede ocasionar víctimas, interrumpir un servicio para la colectividad o producir importantes pérdidas económicas, sin que en ningún caso se trate de un servicio imprescindible ni pueda dar lugar a efectos catastróficos.

En su Anejo 1(35950) otorga a la zona de **MENGÍBAR** Los siguientes parámetros de peligrosidad sísmica:

Aceleración sísmica básica	ag	0,06g
Coficiente de contribución	k	1,10

Coefficientes del suelo.

Nivel geotécnico 1	C	2,00
Nivel geotécnico 2	C	1,60

Según la Norma de Construcción Sismorresistente NCSE-02, la aceleración sísmica de cálculo,  $a_c$ , se define como el siguiente producto:

$$a_c = S \cdot \rho \cdot a_b$$

Donde,

$a_b$  = aceleración sísmica básica.

$\rho$  = coeficiente adimensional de riesgo, función de la probabilidad aceptable de que se exceda  $a_c$  en el período de vida para el que se proyecta la construcción. Toma los siguientes valores.

- Construcciones de importancia normal  $\rho = 1,0$
- Construcciones de importancia especial  $\rho = 1,3$

S = coeficiente de amplificación del terreno. Toma el valor.

- Para  $\rho \cdot a_b \leq 0,1g$   $S = \frac{C}{1,25}$
- Para  $0,1g < \rho \cdot a_b < 0,4g$   $S = \frac{C}{1,25} + 3,33 \left( \rho \cdot \frac{a_b}{g} - 0,1 \right) \cdot \left( 1 - \frac{C}{1,25} \right)$
- Para  $0,4g \leq \rho \cdot a_b$   $S = 1,0$

Siendo,

C = coeficiente del terreno. Depende de las características geotécnicas del terreno de cimentación. En caso de que el terreno sea de un solo tipo en los 30 primeros metros bajo la superficie, su valor viene tabulado, mientras que si aparecen distintos tipos se adoptará como valor de C el valor medio obtenido al ponderar los coeficientes  $C_i$  de cada estrato con su espesor  $e_i$ , en metros, mediante la expresión.

$$C = \frac{\sum C_i \cdot e_i}{30}$$

$$C = 2 \times 10 + 1.6 \times 20 = 1.73$$

Tipo de terreno	Terreno tipo I-II
Coefficiente C medio	1,73

$$a_c = S \cdot \rho \cdot a_b$$

$$a_c = 1 \times 0,06 \times 1.73 / 1.25 = 0,083g$$

## 6.- ENSAYOS PENETROMETRICOS

Se han realizado 10 ensayos penetrométricos en las siguientes ubicaciones.

	X	Y	Z
P1	427090.89	4202193.6	377 m
P2	427125.11	4202119.61	370 m
P3	427148.43	4202198.72	368 m
P4	427222.86	4202195.24	361 m
P5	427230.14	4202060.02	347 m
P6	427283.88	4201955.35	340 m
P7	427295.37	4201869.84	341 m
P8	427196.35	4201863.21	347 m
P9	427165.19	4201963.92	357 m
P10	427214.05	4201946.59	348 m

Fig. Nº 6. Coordenadas de ensayos penetrometricos

## 6.1. FUNDAMENTO TEÓRICO

Los ensayos han sido realizados con maquina independiente, sobre orugas (ROLATEC RL 46)

El ensayo consiste en hacer penetrar en el terreno una puntaza de dimensiones normalizadas (16 cm<sup>2</sup>) por la aplicación de una energía de impacto fija, proporcionada por la caída libre de una maza de 65 kgs., que cae desde una altura de 76 cms. (aproximadamente 0,429 Kjulios).

El número de golpes para hacer avanzar la puntaza 20 cms., recibe el nombre de "numero de penetración" (N<sub>20</sub>). Sus resultados se indican en impresos que contemplan la profundidad y el número de golpes para N<sub>20</sub>.

El ensayo se da por terminado cuando aparece el "rechazo", esto es, cuando dos series de 100 golpes consecutivos dan menos de 5 cms. de penetración cada uno.

Con este método se obtiene la presión a la cual rompe el terreno, por lo que será necesario posteriormente realizar correlaciones o bien realizar cálculos complementarios para obtener el valor de la presión máxima de trabajo por asientos.

## 6.2. INTERPRETACIÓN GEOTÉCNICA

### ENSAYO TIPO DPSH.

A partir de los datos aportados por el diagrama de golpeo (N<sub>20</sub>/Profundidad), se pueden extraer las siguientes consideraciones:

Los resultados de la Resistencia Dinámica (Rd) en punta (Kg/cm<sup>2</sup>) se obtienen de la fórmula de Hincas Holandesa (con un coeficiente de seguridad igual a la unidad):

$$RD = M^2 \times H / e(P + M) A$$

e = Penetración en cms. por golpe y por efecto de la caída de una maza desde una altura de H.  
Rd = Resistencia Dinámica en Kg/cm<sup>2</sup>.  
M = Peso de la maza (65,0 Kg/ml).  
P = Masa del varillaje (6,5 Kg/ml).  
H = Altura de caída de la maza (76 cms).  
A = Sección de la puntaza (19,63cm<sup>2</sup>)

Basándose en múltiples experiencias, el suministrador del equipo DPSHs facilita la siguiente correlación:



Teoría	Tensión Máxima Admisible por razones de hundimiento será
Sanglerat	$Q_{ad} = R_p/20$
Bolomey	$R_p = 0,5 R_d$
Resumen	$Q_{ad} = 0,5 R_d/20$
Coef de seguridad	Entre 30 y 70. Obtenido : 50

Las cotas de rechazo son las siguientes.

	X	Y	Z	RECHAZO
P1	427090.89	4202193.6	377 m	10.00 m no se llega
P2	427125.11	4202119.61	370 m	10.00 m no se llega
P3	427148.43	4202198.72	368 m	10.00 m no se llega
P4	427222.86	4202195.24	361 m	10.00 m no se llega
P5	427230.14	4202060.02	347 m	10.00 m no se llega
P6	427283.88	4201955.35	340 m	14.60 m
P7	427295.37	4201869.84	341 m	5.40 m
P8	427196.35	4201863.21	347 m	10.00 m no se llega
P9	427165.19	4201963.92	357 m	7.80 m
P10	427214.05	4201946.59	348 m	10.00 m no se llega

Fig. Nº 7. Coordenadas de ensayos penetrométricos

## 7. CALICATAS

Se han realizado 10 calicatas , realizando el perfil que se detalla a continuación .

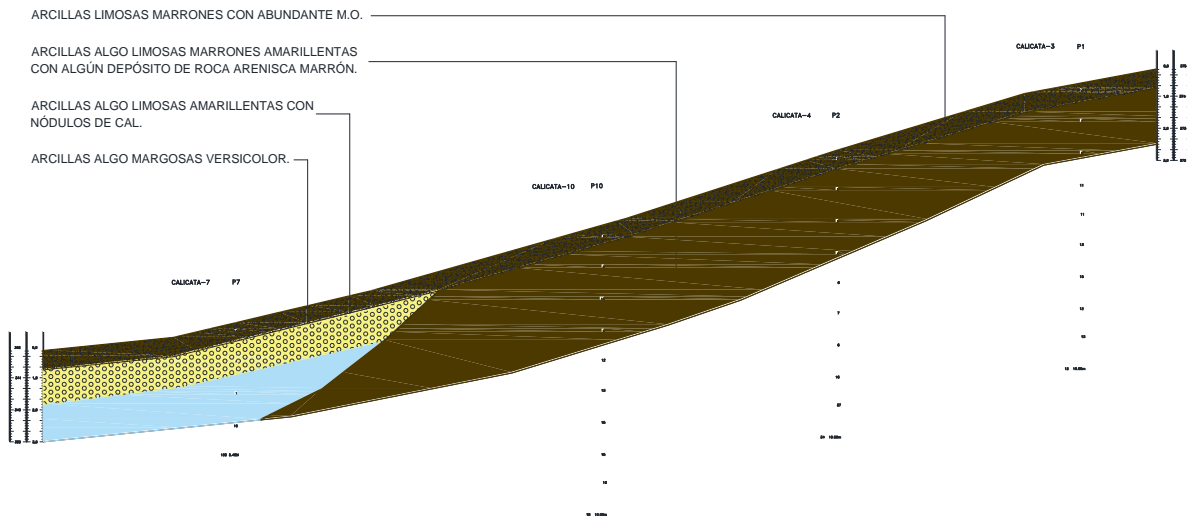


Figura 8; Perfiles del terreno

Las coordenadas dónde han sido realizadas las calicatas, así como la profundidad de cada calicata, se detalla a continuación. La profundidad media oscila entre los 2.5 y 3.5 metros cada calicata.

	X	Y	Z	PROFUNDIDAD
C1 / P4	427222.86	4202195.24	361 m	2,5
C2 / P3	427148.43	4202198.72	368 m	2,5
C3 / P1	427090.89	4202193.6	377 m	3
C4 / P2	427125.11	4202119.61	370 m	2,5
C5 / P5	427230.14	4202060.02	347 m	3
C6 / P6	427283.88	4201955.35	340 m	3
C7 / P7	427295.37	4201869.84	341 m	3
C8 / P8	427196.35	4201863.21	347 m	3
C9 / P9	427165.19	4201963.92	357 m	3
C10 / P10	427214.05	4201946.59	348 m	3

Figura 9; coordenadas y profundidad de las calicatas

## TERRENO VEGETAL.

Se han detectado en prácticamente todas las calicatas una capa inicial de terreno alterado fruto de las labores agrícolas de arcillas con abundante materia orgánica. Este estrato tiene una potencia de 30-50 cm aproximadamente. A continuación se detallan los espesores de cada estrato.

	TERRENO VEGETAL
CALICATA 1	0.3 m
CALICATA 2	0.5 m
CALICATA 3	0.5 m
CALICATA 4	0.5 m
CALICATA 5	0.4 m
CALICATA 6	0.5 m
CALICATA 7	0.30 m
CALICATA 8	0.50 m
CALICATA 9	0.5 m
CALICATA 10	0.5 m

Figura 10; Espesores de terreno vegetal.

## NIVEL 1. ARCILLAS ALGO LIMOSAS MARRONES AMARILLENAS CON DEPÓSITOS DE ROCA ARENISCA.

Estrato arcilloso cohesivo, con vetas limosas, formación miocénica, con abundantes cantos de roca arenisca, de dimensiones centimétricas y decimétricas. En este estrato, el golpeo en el ensayo tipo DPSH de N20=5-6 golpes. Este estrato, presenta un hinchamiento del 2%, aunque este valor puede ser muy relativo debido a la heterogeneidad del estrato y a la presencia de rocas. La plasticidad del material varía entre 9 y 22, en función del contenido en arenas y areniscas, siendo por tanto un estrato heterogéneo. En cuanto a los valores del CBR, los valores del mismo son muy bajos, con valores de CBR= 2-4 AL 100% del proctor normal. El material, pierde la cohesión al humedecerse, con valores de cohesión nulos.

CATA	MATERIAL	PROFUNDIDAD	LÍMITES			MO	SALES	P. N.		INDICE CBR		PLASTICIDAD (m/kg)	PH DE UN SUELO	HINCHAMIENTO LIBRE	CORTE DIRECTO(UU)	
			LL	LP	IP			Dens. Max. (gr/cm <sup>3</sup> )	Humedad opt. (%)	100 % PN	95% PN				COHESIÓN (Kpa)	φ
CATA 1	ARCILLAS LIMOSAS MARRÓN AMARILLENAS	0,50 - 3,00	48,50	29,20	19,30	0,61	0,799	1,44	19,20	2,00	1,35					
CATA 3	ARCILLAS LIMOSAS MARRONES-AMARILLENAS	0,50 - 3,00	53,70	31,30	22,40	0,73	0,5	1,47	25,50	2,90	1,65			2,1		
CATA 4	ARCILLAS MARRONES OCRES	0,50 - 3,00	41,80	27,80	14,00	1,06	0,599	1,56	26,50	4,00	2,55					
CATA 5	LIMOS AMARILLENOS CON VETAS DE ARENISCAS	1,20 - 2,50	28,50	18,70	9,80	0,62	0,54	1,77	17,10			12	7,1 (23,5)		0	16,2
CATA 6	ARCILLAS LIMOSAS MARRONES-AMARILLENAS	0,50 - 3,00	40,20	29,60	10,60	1,3	0,199	1,39	22,30							

Figura 10; Espesores de terreno vegetal.

## NIVEL 2. ARCILLAS ALGO LIMOSAS CON NODULOS DE CAL.

Estrato cohesivo, con nodulos de cal y algo mas limoso, con plasticidad media alta, y con valores de CBR similares al anterior de 3.10. El mioceno de esta zona, aunque cambia de coloración por la oxidación, tiene características geotécnicas similares. En este caso, el ángulo de rozamiento del terreno es de 10° y valores de cohesión sin drenaje de 46 kpa.

CATA	MATERIAL	PROFUNDIDAD	LÍMITES			MO %	SALES %	P. N.		INDICE CBR		PLASTICIDAD BAUMANN-GRUUV (ml/kg)	PH DE UN SUELO °	HIMCHAMIENTO LIBRE %	CORTE DIRECTO(UU)	
			LL	LP	IP			Dens. Max. (gr/cm <sup>3</sup> )	Humedad opt. (%)	100 % PN	95% PN				COHESIÓN (Kpa)	φ
CATA 2	ARCILLAS MARRONES AMARILLENTAS CON CAL	0,50 - 3,00	52,40	30,90	21,50	0,4	0,6	1,49	24,40	3,10	1,45	12	23,5		46,5	9,8
CATA 8	ARCILLAS MARRONES CON CAL	0,50 - 3,00	48,70	30,00	18,70	0,93	0,599	1,42	21,20							
CATA 9	ARCILLAS MARGOSAS BLANQUECINAS CON CAL	1,60 - 3,00	46,80	30,50	16,30	0,82	0,5	1,42	25,30							
CATA 10	ARCILLAS LIMOSAS MARRONES CON CAL	0,5 - 3,00	44,10	32,30	11,80	0,73	0,299									

Figura 10; ensayos de laboratorio.

## NIVEL 3. ARCILLA MARGOSAS VERSICOLORS.

Estrato que aparece en la zona mas baja de la parcela, a cota 1.80 metros, siendo el substrato mioceno mas antiguo y cohesivo, que presenta rechazo en el ensayo tipo DPSH.

El estrato presenta plasticidad muy variable, siendo la media de 12 a 31 y el hinchamiento del 0.7%. El CBR es bajo, en torno a 1.70 al 100% y humedades del ensayo proctor elevadas, en torno al 32%.

CATA	MATERIAL	PROFUNDIDAD	LÍMITES			MO %	SALES %	P. N.		INDICE CBR		PLASTICIDAD BAUMANN-GRUUV (ml/kg)	PH DE UN SUELO °	HIMCHAMIENTO LIBRE %
			LL	LP	IP			Dens. Max. (gr/cm <sup>3</sup> )	Humedad opt. (%)	100 % PN	95% PN			
CATA 10	ARCILLAS LIMOSAS MARRONES CON CAL	0,5 - 3,00	44,10	32,30	11,80	0,73	0,299							
CATA 7	ARCILLAS MARGOSAS VERSICOLOR	1,80 - 3,00	68,10	36,80	31,30	0,73	0,699	1,39	32,10	1,70	1,15			0,7

Figura 10; ensayos de laboratorio.

## 8.1 NIVEL FREÁTICO

Medido en diciembre de 2019

No se ha detectado nivel freático en ninguna de las calicatas, hasta cota 3.00 metros.

## 9. ESTUDIO DE LA EXPANSIVIDAD.

Según la ficha de expansividad de ASEMAS, el terreno se puede clasificar según el siguiente cuadro en cuanto a la expansividad.

	Parámetro						Calificación
	Limite líquido	Índice de plasticidad	% pasa el tamiz 200	Índice CPV del lambe	Presión de hinchamiento en kpa	Hinchamiento libre en edómetro	
<b>Bajo</b>	<30	0-15	>30	<2	>30	<1	
<b>Medio</b>	30-40	15-35	30-60	2--4	30-120	1--5	
<b>Alto</b>	40-60	20-55	60-90	4--6	120-250	3--10	
<b>Muy alto</b>	>60	>55	>90	>6	>250	>10	
Calificación nivel 1	<i>48-53</i>	<i>10-22</i>				<i>2.10</i>	<i>Hinchamiento MEDIO</i>
Calificación nivel 2	<i>44-52</i>	<i>11-22</i>					<i>Hinchamiento MEDIO</i>
Calificación nivel 3	<i>44-68</i>	<i>11-31</i>					<i>Hinchamiento MEDIO</i>

Figura 18. Hinchamiento libre

### Para el apoyo de los seguidores.

Los seguidores, con toda probabilidad, irán apoyados en el nivel 1 y 2 de arcillas limosas con pasadas de cal o bien arcillas con niveles de arenisca. Este estrato tiene un potencial expansivo medio. Este estrato se encuentra a profundidades superiores a 0.5 metros. Este estrato puede levantar los seguidores, por el efecto del cambio de humedad.

En realidad, todos los estratos encontrados pueden tener un hinchamiento calificado como medio, que puede acarrear levantamientos de los seguidores.

### Recomendaciones generales.

- Los árboles deberán plantarse a una distancia superior a su máxima altura previsible. Las especies mas peligrosas son: álamo, acacia, olmo, abedul, fresno, haya y encina. No resultan peligrosos los cedros, abetos y pinos.
- No se utilizaran las arcillas producto de la excavación para rellenos.
- Las aguas pluviales de los tejados serán recogidas por medio de canalones y conducidas lejos de la Vivienda. Los arriates deberán ser estancos.
- En superficie es recomendable crear pendientes que permitan alejar el agua del edificio hacia canaletas revestidas, las que la evacuaran a su vez longitudinalmente.
- Es peligroso realizar las excavaciones y dejar temporalmente estas arcillas.
- Es aconsejable dejar una capa protectora de unos 15-20 cms., y alcanzar el nivel definitivo cuando se esté en condiciones de hormigonar.
- Para conducciones utilizar tuberías de PVC y construir arquetas sin juntas.
- Se deberá tener en cuenta el efecto del hinchamiento en los seguidores, teniendo en cuenta que la carga vertical sobre los postes hincados es muy baja, siendo la carga predominante la carga horizontal y siendo probable que para variaciones de humedad en los primeros 50 cm por efectos de las lluvias provoquen cambios de humedad alrededor del poste, que no estará compensada con la carga o peso del mismo, al ser esta muy baja.

## 10. AGRESIVIDAD A LOS HORMIGONES

Se examina el suelo para el caso todos los niveles.

		Qa Ataque débil	Qb Ataque medio	Qc Ataque fuerte	Valor máximo encontrado	Nivel en que se ha encontrado
Agua	Valor de ph	6,5-5,5	5,5-4,5	<4,5		
	Co2 agresivo	15-40	40-100	>100		
	Ion amonio(mgnh4/I)	15-30	30-60	>60		
	Ion magnesio(mgMg/I)	300-1000	1000-3000	>3000		
	Ion sulfato(mgso4/I)	200-600	600-3000	>3000		
	Residuo seco a 110º(mg/l)	75-150	50-75	<50		
Suelo	Grado de acidez de bauman gully	>200				
	Ion sulfato (mg so4/kg suelo seco)	2000-3000	3000-12000	>12000	<b>Valores&lt;500</b>	<b>Nivel 1</b>

No se han registrado en los sondeos, contenidos del ION SULFATO superiores a 2000 mg/so4) no afectando por tanto al hormigón en cuanto a agresividad.

No se ha analizado el agua, dado que no se ha encontrado nivel freático.

Ambiente IIA; hormigón normal. Relación a/c: 0.60. Contenido mínimo de cemento 275 kg/m<sup>3</sup>

Acidez de bauman gully: 12

Ph: 7.1-8.2

CATA	MATERIAL.	PROFUNDIDAD	MO	SALES	ACIDEZ BAUMANN-GULLY	PH DE UN SUELO
			%	%	(m/kg)	°
CATA 1	ARCILLAS LIMOSAS MARRÓN AMARILLENAS	0,50 - 3,00	0,61	0,799		
CATA 2	ARCILLAS MARRONES AMARILLENAS CON CAL	0,50 - 3,00	0,4	0,6	12	8,2
CATA 3	ARCILLAS LIMOSAS MARRONES-AMARILLENAS	0,50 - 3,00	0,73	0,5		
CATA 4	ARCILLAS MARRONES OCRES	0,50 - 3,00	1,06	0,599		
CATA 5	LIMOS AMARILLENOS CON VETAS DE ARENISCAS	1,20 - 2,50	0,62	0,54	12	7,1 (23,5)
CATA 6	ARCILLAS LIMOSAS MARRONES-AMARILLENAS	0,50 - 3,00	1,3	0,199		
CATA 7	ARCILLAS MARGOSAS VERSICOLOR	1,80 - 3,00	0,73	0,699		
CATA 8	ARCILLAS MARRONES CON CAL	0,50 - 3,00	0,93	0,599		
CATA 9	ARCILLAS MARGOSAS BLANQUECINAS CON CAL	1,60 - 3,00	0,82	0,5		
CATA 10	ARCILLAS LIMOSAS MARRONES CON CAL	0,5 - 3,00	0,73	0,299		

Figura 19. Agresividad.

## 11. CIMENTACIÓN DE LOS SEGUIDORES.

Al momento de la realización de este estudio, no se conocen las cargas que actuarán sobre los seguidores, dejando para una futura ampliación de este informe el cálculo teórico de la profundidad y desplazamiento de los mismos. De actuaciones similares, se calculan los seguidores con las siguientes cargas.

- Axil= 1.4 tn
- Fhorizontal=1.04 tn
- Momento flector=0.34 tnm

Para el cálculo de los mismos, se entregan los siguientes datos geotécnicos del terreno para un posible calculo de los mismos.

**Nivel geotécnico 1 Y 2:** ARCILLAS LIMOSAS COHESIVAS AMARILIENTAS CON CAL Y CON CANTOS DE ARENISCAS. MICENO.

- Densidad aparente: 2.0 gr/cm<sup>3</sup>
- ES= 3 (NSPT +6) =1000 tn/m<sup>2</sup>
- Angulo de rozamiento interno:20°(CD)
- N20=6-7
- N30=10
- Cohesión sin drenaje; 4 tn/m<sup>2</sup>
- Compresión simple; 8-10 tn/m<sup>2</sup>
- Clasificación según PG-3: TOLERABLE.
  - Kh coefiente de balasto horizontal: 1500 tn/m<sup>3</sup>

Tablas para correlaciones.

Arena N.C.:	$E_s=5 (N_{SPT} + 15)$
Arena S.C.:	$E_s=180 + 7,5 NSPT$
Gravas limpias y gravas arenosas:	$E_s= 6 (N_{SPT} + 15) + 20 N_{SPT}>15$
Arena arcillosa:	$E_s= 3,2 (N_{SPT} + 15)$
Arena limosa	$E_s= 3 (N_{SPT} + 6)$
Arcilla N.C. Con IP<30 ó rígida	$E_s= 500 \text{ a } 1000 C_u$
Arcilla N.C. Con IP>30 ú orgánica	$E_s= 100 \text{ a } 500 C_u$



Tensiones admisibles del terreno

**Nivel geotécnico 1 Y 2:** ARCILLAS LIMOSAS COHESIVAS AMARILIENTAS CON CAL Y CON CANTOS DE ARENISCAS. MICENO.

- Tensión de rotura del terreno; 1,00 kg/cm<sup>2</sup>.

Las características de los perfiles son las siguientes.

**IPE 140**

- Area= 1640 mm<sup>2</sup>
- Iy=5.41e<sup>6</sup> mm<sup>4</sup>
- H= 140 mm

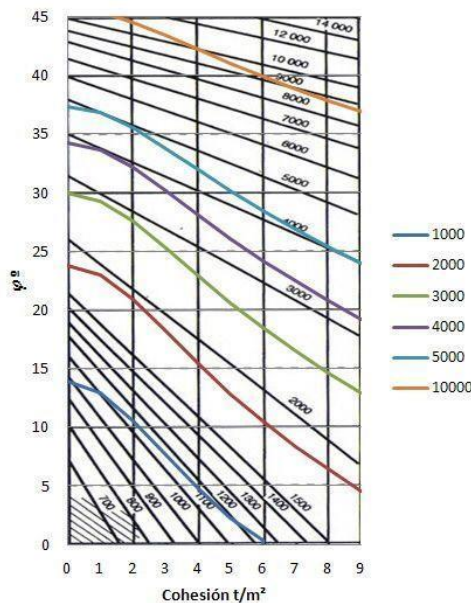
**CUADRADO 140x50x20x3**

- Area= 1150 mm<sup>2</sup>
- Iy=2.59e<sup>6</sup> mm<sup>4</sup>
- H= 140 mm

Es fundamental para conocer las deformaciones horizontales de los perfiles bajo esfuerzos horizontales, conocer el valor del desplazamiento horizontal del perfil, así como para conocer la distribución de momentos flectores y cortantes, el valor del coeficiente de balasto horizontal Kh.

Para ello, se emplea el ábado de Chaydisson, obteniendo un valor de Kh= 1500 tn/m<sup>2</sup> para una cohesión de 4 tn/m<sup>2</sup> y 20° de cohesión

**Gráfico Chandeisson vs Monet**



### 11.1 CALCULO MEDIANTE ELEMENTOS FINITOS.

Se estudia mediante programa de elementos finitos, las deformaciones que tendrán lugar teniendo en cuenta las características del terreno descritas en este estudio geotécnico.

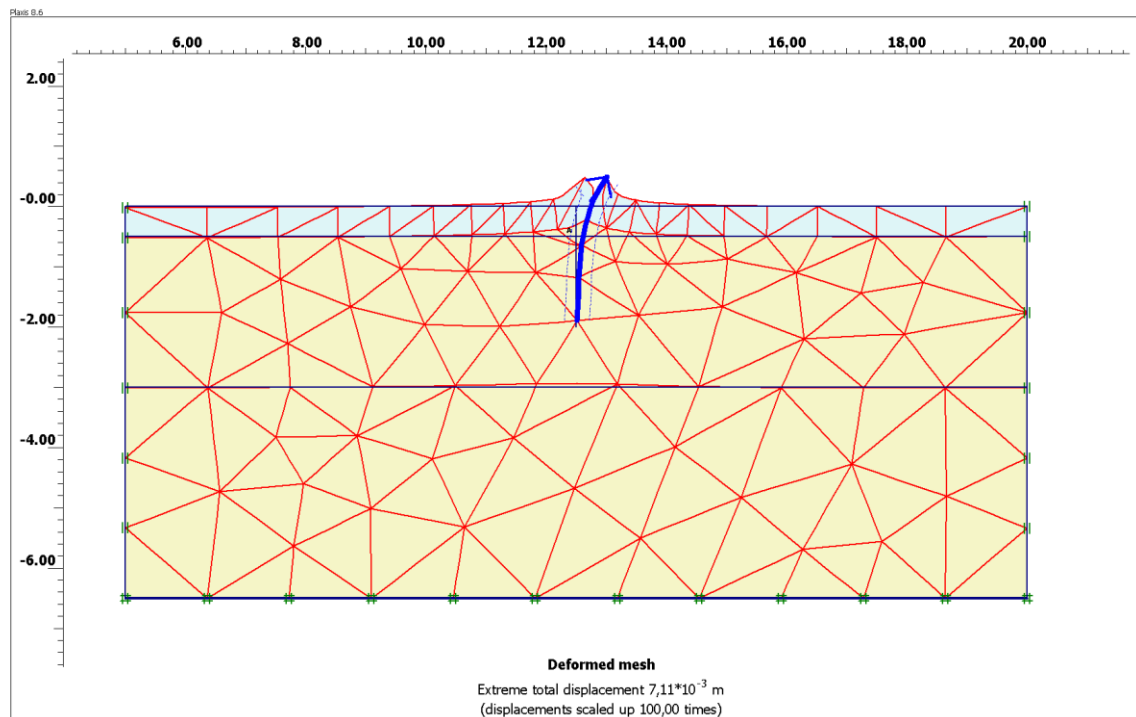
El modelo a estudiar se resume a continuación.

- De 0.00 a 0.5 m; terreno vegetal alterado.
- A partir de 0.5 metros; Nivel 1 y 2: Arcillas amarillentas limosas con cal y con areniscas.

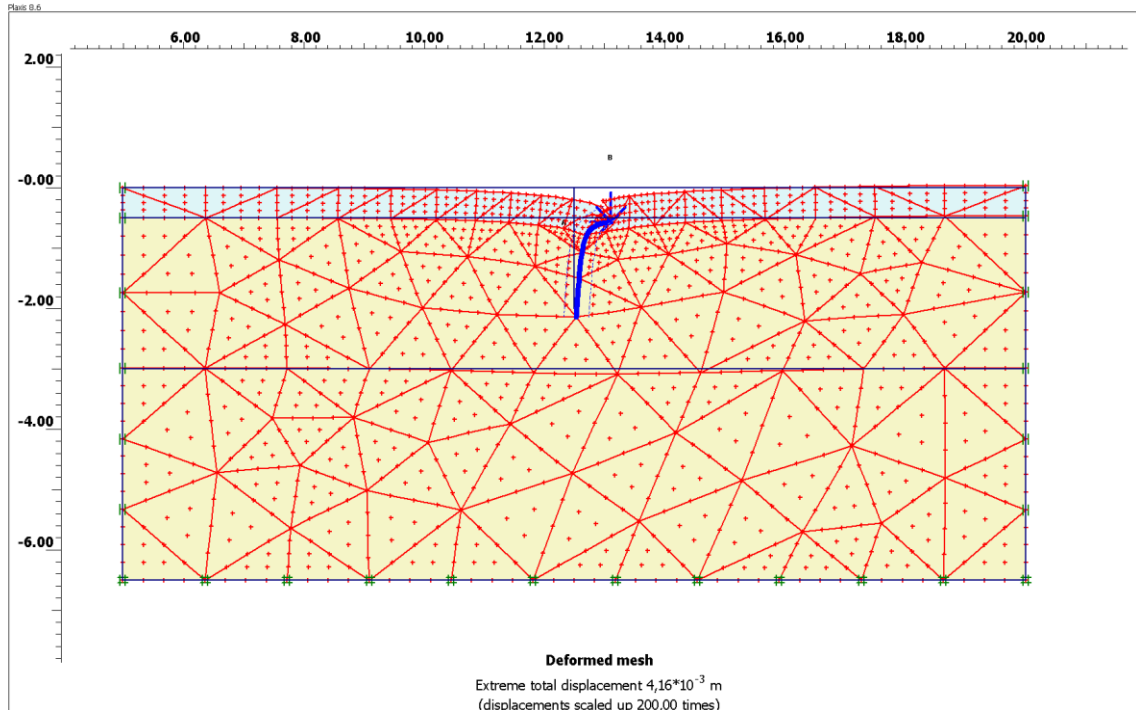
Se estudiarán los siguientes casos.

- Ensayo de arrancamiento del perfil con esfuerzo horizontal simultáneo.
- Ensayo de hundimiento del perfil con esfuerzo horizontal simultáneo.

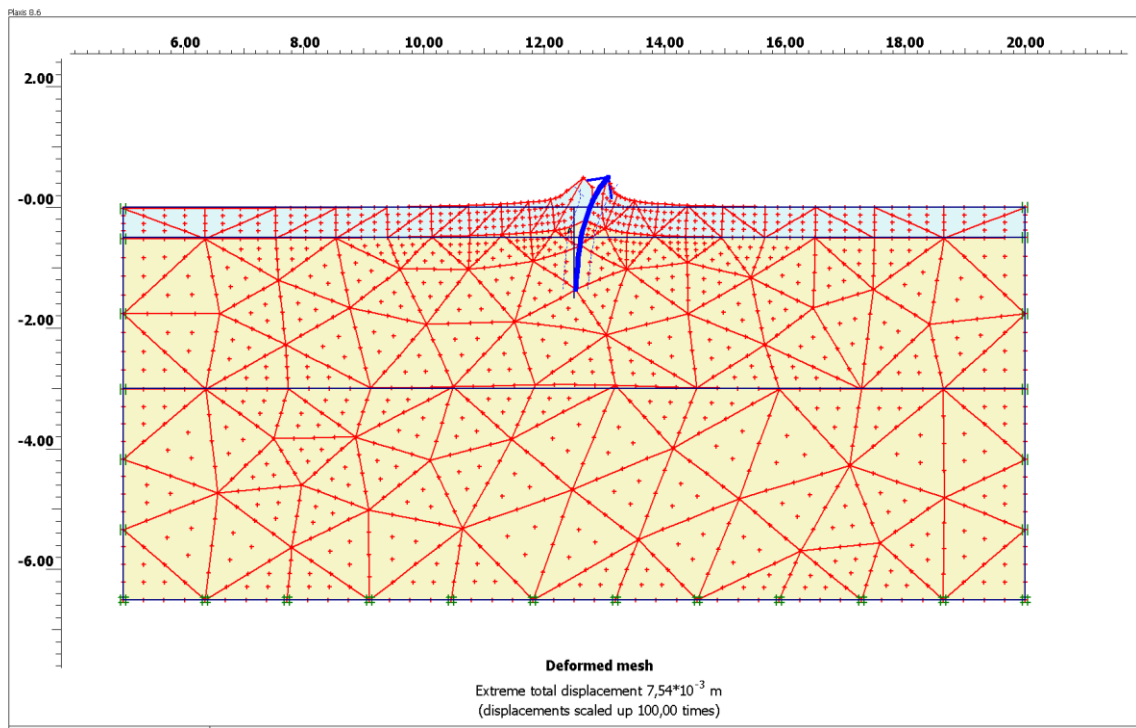
#### **Ensayo de arrancamiento, con perfil empotrado a 2 metros**



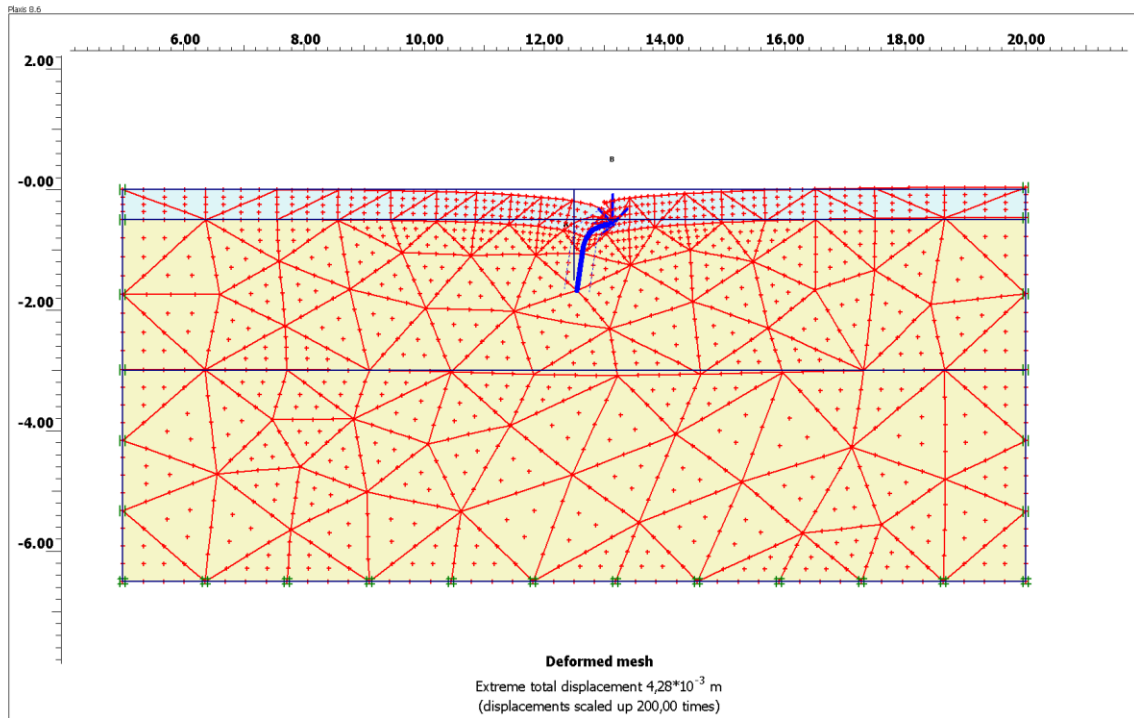
**Ensayo de hundimiento , con perfil empotrado a 2 metros**



**Ensayo de arrancamiento, con perfil empotrado a 1.5 metros**



**Ensayo de hundimiento , con perfil empotrado a 1.5 metros**



El resumen de las deformaciones es la siguiente.

Situación	deformación	Deformaciones	Deformaciones
Empotramiento 2 m	7 mm	Hundimiento horizontal 3.05 mm	Hundimiento horizontal 2.82 mm
Empotramiento 2 m	7 mm	Arrancamiento horizontal 5.16 mm	Arrancamiento horizontal 4.88 mm
Empotramiento 1.50 m	7.54 mm	Hundimiento horizontal 3.21 mm	Hundimiento horizontal 2.93 mm
Empotramiento 1.50 m	7.54 mm	Arrancamiento horizontal 5.63 mm	Arrancamiento horizontal 5.03 mm

Arrancamiento horizontal; deformación horizontal en arrancamiento.

Arrancamiento vertical; deformacion vertical en arrancamiento.

Hundimiento horizontal; deformación horizontal en hundimiento.

Hundimiento vertical; deformación horizontal en hundimiento.

## 11.2 CÁLCULO MEDIANTE MÉTODOS NUMÉRICOS.

Si calculamos mediante métodos numéricos, teniendo en cuenta la formulación de la GUIA DE CIMENTACIONES EN OBRAS DE CARRETERA, que estudia el comportamiento de los pilotes con movimientos horizontales, así como la distribución de la deformación en profundidad, obtenemos para las profundidades de empotramiento de 1.5 y 2m los siguientes resultados.

En este caso, no se considera el efecto vertical de la carga, solamente el momento flector y la carga horizontal.

### Empotramiento de 2 metros

Cota Pilote	Estrato	$K_h$ (KN/m <sup>3</sup> )	$K_{muella}$ (KN/m)	$\delta$ (mm)	Cortante (KN)	Momento (KNxm)
0,00	1	10000,00	56,00	13,94	9,34	-3,40
0,08	1	10000,00	112,00	13,07	7,77	-4,14
0,16	1	10000,00	112,00	12,20	6,38	-4,77
0,24	1	10000,00	112,00	11,32	5,15	-5,28
0,32	2	15000,00	168,00	10,45	3,37	-5,69
0,40	2	15000,00	168,00	9,58	1,78	-5,97
0,48	2	15000,00	168,00	8,70	0,35	-6,11
0,56	2	15000,00	168,00	7,83	-0,96	-6,14
0,64	2	15000,00	168,00	6,96	-2,19	-6,06
0,72	2	15000,00	168,00	6,08	-3,18	-5,89
0,80	2	15000,00	168,00	5,21	-4,00	-5,63
0,88	2	15000,00	168,00	4,34	-4,80	-5,31
0,96	2	15000,00	168,00	3,46	-5,38	-4,93
1,04	2	15000,00	168,00	2,59	-5,79	-4,50
1,12	2	15000,00	168,00	1,72	-6,08	-4,03
1,20	2	15000,00	168,00	0,84	-6,22	-3,55
1,28	2	15000,00	168,00	-0,03	-6,21	-3,05
1,36	2	15000,00	168,00	-0,90	-6,07	-2,55
1,44	2	15000,00	168,00	-1,78	-5,77	-2,07
1,52	2	15000,00	168,00	-2,65	-5,31	-1,61
1,60	2	15000,00	168,00	-3,52	-4,72	-1,18
1,68	2	15000,00	168,00	-4,40	-3,98	-0,80
1,76	2	15000,00	168,00	-5,27	-3,09	-0,48
1,84	2	15000,00	168,00	-6,14	-2,03	-0,24
1,92	2	15000,00	168,00	-7,02	-0,92	-0,07
2,00	3	20000,00	112,00	-7,89	0,00	0,00

### Empotramiento de 1.5 metros

Cota Pilote	Estrato	$K_h$ (KN/m <sup>3</sup> )	$K_{muella}$ (KN/m)	$\delta$ (mm)	Cortante (KN)	Momento (KNxm)
0,00	1	10000,00	42,00	19,34	9,20	-3,40
0,06	1	10000,00	84,00	18,10	7,29	-3,94
0,12	1	10000,00	84,00	16,87	6,02	-4,39
0,18	1	10000,00	84,00	15,63	4,07	-4,74
0,24	1	10000,00	84,00	14,39	3,04	-5,00
0,30	2	15000,00	126,00	13,15	1,03	-5,17
0,36	2	15000,00	126,00	11,91	-0,46	-5,24
0,42	2	15000,00	126,00	10,68	-1,77	-5,22
0,48	2	15000,00	126,00	9,44	-2,73	-5,10
0,54	2	15000,00	126,00	8,20	-4,13	-4,93
0,60	2	15000,00	126,00	6,96	-4,91	-4,69
0,66	2	15000,00	126,00	5,72	-5,57	-4,40
0,72	2	15000,00	126,00	4,49	-6,26	-4,07
0,78	2	15000,00	126,00	3,25	-6,65	-3,69
0,84	2	15000,00	126,00	2,01	-6,86	-3,29
0,90	2	15000,00	126,00	0,77	-6,98	-2,88
0,96	2	15000,00	126,00	-0,47	-6,92	-2,46
1,02	2	15000,00	126,00	-1,71	-6,70	-2,05
1,08	2	15000,00	126,00	-2,94	-6,28	-1,65
1,14	2	15000,00	126,00	-4,18	-5,78	-1,27
1,20	2	15000,00	126,00	-5,42	-5,13	-0,93
1,26	2	15000,00	126,00	-6,66	-4,14	-0,61
1,32	2	15000,00	126,00	-7,90	-3,12	-0,36
1,38	2	15000,00	126,00	-9,13	-2,11	-0,17
1,44	2	15000,00	126,00	-10,37	-0,68	-0,04
1,50	2	15000,00	63,00	-11,61	0,00	0,00

### 11.3 CONCLUSIONES SOBRE LOS ESTUDIOS DE CIMENTACIÓN DE LOS SEGUIDORES.

Tal y como puede observarse, los movimientos horizontales obtenidos por métodos numéricos y los obtenidos mediante elementos finitos, dan resultados muy dispares. Los cálculos realizados mediante elementos finitos, dan valores de deformación horizontal del orden de 5 mm ,en tanto que los resultados con métodos analíticos dan valores de 13 a 19 mm.

En cuanto a la deformación vertical del poste hincado, el asiento que tendrá el mismo será de 3-35 mm, en tanto que para el arrancamiento, la deformación vertical será dde 4.8 a 5 mm.

Tal y como puede verse, la diferencia entre empotrar el perfil de 1.5 a 2 metros, no es importante en el caso de elementos finitos, pero si en el caso de cálculo analítico, por tanto este es un caso en que los ensayos PULL-OUT nos indicarán finalmente la profundidad de empotramiento.

Se ha de destacar, que el estrato inicial de 30 a 50 cm de terreno vegetal alterado, contribuye negativamente al movimiento horizontal del poste hincado, siendo importante conocer el tratamiento que se dará a este terreno vegetal, o bien entender que el mismo no será removido y los cálculos aquí hechos son correctos.

### 12. DATOS QUIMICOS PARA EL DISEÑO DE LOS SEGUIDORES.

Para el cálculo del tipo de acero de los seguidores, se han realizado según Análisis químico: Como base general, para evaluar el procedimiento de corrosión descrito en DIN 50929 será seguido. Por tales medios, se han realizado los siguientes ensayos.

- Tipo de suelo

Presencia de materia orgánica hasta 0.30 metros.

El resto de suelo, descrito en este informe

- La resistividad eléctrica del suelo

Resistividad:  $10e3 \Omega \cdot m$

- El contenido de humedad

17-20%

- Ph

Entre 7 y 9

- Contenido de cloruro (extracto acuoso)

Inapreciable.

- Contenido de sulfato (extracto acuoso)
- Contenido de sulfato (Extracto de ácido clorhídrico)

Menor de 500 mg/kg

### 13. PERMEABILIDAD

El código técnico de la edificación (CTE) establece criterios concretos de aplicación para la protección frente a la humedad , sección S1, en muros, suelos, fachadas y cubiertas para cumplir las exigencias del documento de salubridad.

En este apartado vamos a concretar los parámetros propios del terreno de acuerdo con lo establecido en los trabajos realizados para la redacción de este informe geotécnico y conforme a los rangos que establece el propio CTE, con lo que poder definir los grados de impermeabilidad de muros y suelos respecto al terreno.

Los valores de permeabilidad, según el tipo de suelo establecida por mayne y modificada por Carter y Bentley en 1991, son los siguientes.

Tabla D.28. Valores orientativos del coeficiente de Permeabilidad

Tipo de suelo	$k_z$ (m/s)
Grava limpia	$> 10^{-2}$
Arena limpia y mezcla de grava y arena limpia	$10^{-2} - 10^{-5}$
Arena fina, limo, mezclas de arenas, limos y arcillas	$10^{-5} - 10^{-9}$
Arcilla	$< 10^{-9}$

NIVEL 1; Permeabilidad  $10^{-2}$  cm/seg. Arcillas limosas con areniscas

NIVEL 2; Permeabilidad  $10^{-7}$  cm/seg. Arcillas limosas con cal

NIVEL 3; Permeabilidad  $10^{-8}$  cm/seg. Arcillas con margas y pasadas de limos anaranjados horizontales.

VALORES REPRESENTATIVOS DE PERMEABILIDAD PARA SUELOS  
En Mayne, 2002 (Modificado de Carter y Bentley, 1991)

k	m/s	$10^{-11}$	$10^{-10}$	$10^{-9}$	$10^{-8}$	$10^{-7}$	$10^{-6}$	$10^{-5}$	$10^{-4}$	$10^{-3}$	$10^{-2}$	$10^{-1}$	1	
	cm/s	$10^{-9}$	$10^{-8}$	$10^{-7}$	$10^{-6}$	$10^{-5}$	$10^{-4}$	$10^{-3}$	$10^{-2}$	$10^{-1}$	1	10	100	
(k: coeficiente de permeabilidad)														
PERMEABILIDAD		Prácticamente impermeable		Muy baja	Baja	Media							Alta	
CONDICIONES DE DRENAJE		Prácticamente impermeable		Pobre	Mediocre								Buena	
GRUPOS DE SUELOS TÍPICOS (*)			GC CH	GM SC	SM-sc MH ML-CL	SW SP							GW GP	
TIPOS DE SUELOS		Suelos arcillosos homogéneos por debajo de la zona de alteración		Limos, arenas finas, arenas limosas, till glaciares, arcillas estratificadas									Arenas limpias, arenas y gravas mixtas	Gravas limpias
				Arcillas alteradas y fisuradas, arcillas modificadas por efecto de la vegetación.										

(\*) La fila junto a las clases de grupo indica que los valores de permeabilidad pueden ser mayores a los valores típicos mostrados.

Tabla 12.1. Valores medios de permeabilidad

#### 14. CONDUCTIVIDAD DEL TERRENO.

La resistividad eléctrica ( $\rho$ ) de un material describe la dificultad que encuentra la corriente eléctrica a su paso por él. De igual manera se puede definir la conductividad ( $\sigma$ ) como la facilidad que encuentra la corriente eléctrica al atravesar el material.

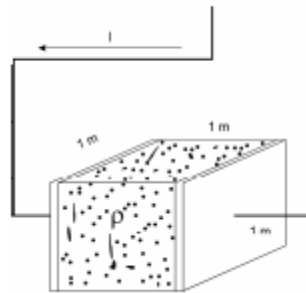
La resistencia eléctrica que presenta un conductor homogéneo está determinada por la resistividad del material que lo constituye y la geometría del conductor. Para un conductor rectilíneo y homogéneo de sección "s" y longitud "l", la resistencia eléctrica es:

$$R = \rho \frac{l}{s}$$

A partir de la ecuación se puede despejar la resistividad, quedando la ecuación como:

$$\rho = \frac{R \cdot s}{l}$$

La unidad de resistividad en el Sistema Internacional es el ohm por metro ( $\Omega \cdot m$ ) u La Figura 3.1 ilustra un esquema para la determinación de la resistividad eléctrica de una muestra de material cuyas dimensiones son 1 m de lado por 1 m de profundidad.



**Figura 13. Diagrama esquemático para la medida de la conductividad eléctrica.**

La resistividad es una de las magnitudes físicas con mayor variación para diversos materiales y por supuesto para los suelos. Su valor depende de diversos factores como: temperatura, humedad o presión, relación de vacíos, peso volumétrico, etc. A continuación se resume la forma en que cada uno de estos factores hace variar la resistividad.



## Factores que afectan a la resistividad.

En un medio conductor homogéneo e isótropo, el valor de la resistencia en cualquier punto es igual. Sin embargo, el suelo es un medio heterogéneo y anisótropo, por tanto, es de esperarse que los valores de resistividad dependan de varios factores. Se pueden mencionar los siguientes:

- Naturaleza del tipo de suelo o material

Los suelos pueden ser buenos, regulares o malos conductores de la corriente eléctrica. La siguiente resume valores característicos de algunos materiales. Los valores que se presentan en esta tabla son puntuales, por ejemplo, el valor de resistividad de la arcilla es de 40 ohms-m, sin embargo, otros estudios muestran que la resistividad de este material puede variar en un rango muy amplio.

Con respecto al tipo de material, cabe señalar que a medida que el tamaño de las partículas se incrementa, la resistividad se incrementa. Por ejemplo, una grava tiene mayor resistividad que la arena, y ésta presenta un valor mayor con respecto a la arcilla.

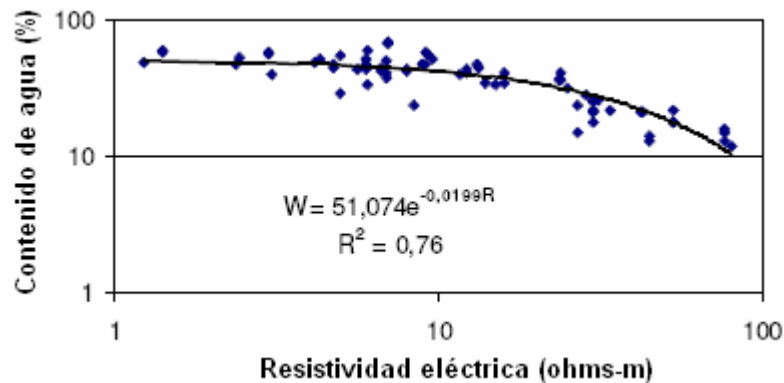
La razón de ésto podría ser el tamaño de los vacíos que se generan en la estructura y el fluido que se encuentra en ellos. Si el fluido es agua, la resistividad será baja y si es aire, la resistividad será alta ya que el aire no es conductor de electricidad.

Material	Valor típico de resistividad (ohm-m)
Agua de mar	2
Arcilla	40
Aguas subterráneas	50
Arena	2 000
Granito	25 000
Hielo	100 000

Figura 14. Valores típicos de resistividad.

- Humedad

Algunas investigaciones de resistividad de suelos han mostrado que este parámetro depende en gran medida del contenido de agua. Por ejemplo, los resultados publicados por Ozcep, et al (2009) muestran que existe una relación exponencial entre contenido de agua y resistividad (Figura Siguiende).

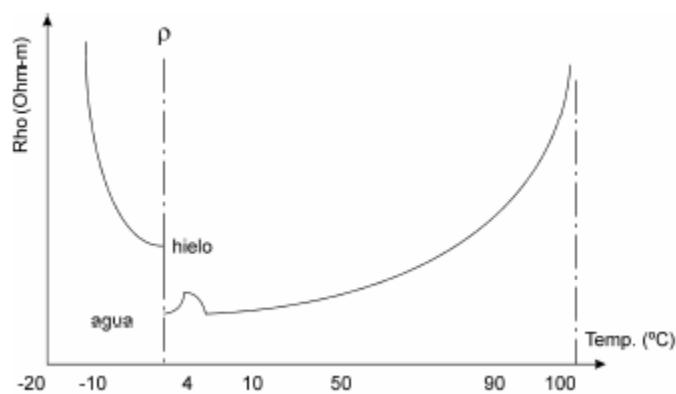


**Figura 15. Valores típicos de resistividad en función de la humedad**

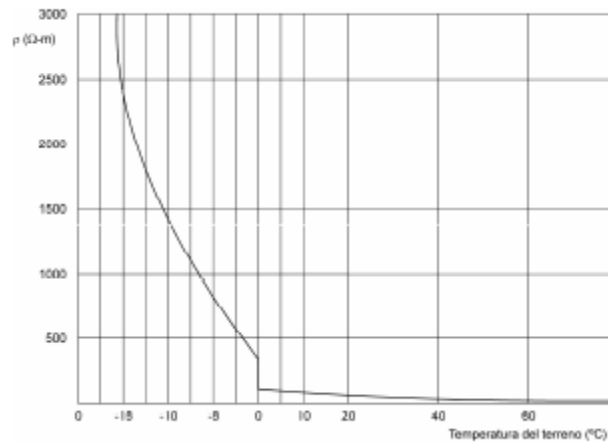
Los resultados de la Figura 3.2 corresponden a un estudio que se llevó a cabo en Turquía. Los valores de resistividad se obtuvieron con mediciones VES (Vertical Electrical Sounding) y los contenidos de agua se obtuvieron por secado de muestras que se extrajeron de los pozos que se realizaron. Los valores mostrados corresponden a una arena.

- Temperatura

La resistividad del terreno aumenta al disminuir la temperatura, pero cuando el terreno se enfría por debajo de cero grados Celsius, el agua se congela. El hielo es aislante desde el punto de vista eléctrico, lo que implica que la movilidad de los iones del terreno a través del agua se detiene al congelarse. Para temperaturas altas, el agua empieza a evaporarse y como consecuencia la resistividad se incrementa



**Figura 16. Variación de la resistividad en función de la temperatura.**

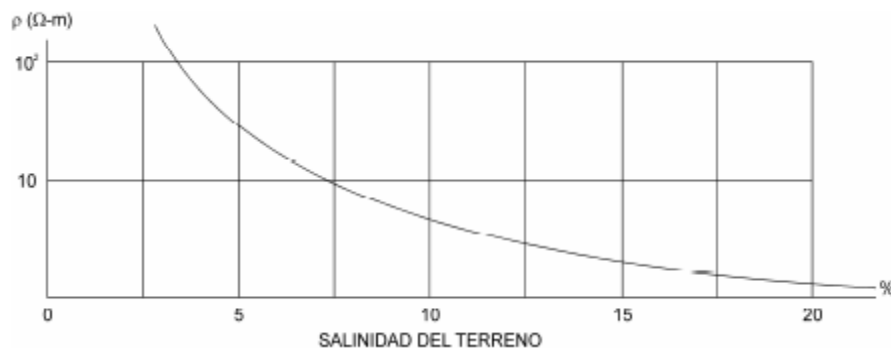


**Figura 17. Variación de la resistividad en función de la temperatura**

### Concentración de sales disueltas

Al presentarse una mayor concentración de sales disueltas en el agua que se encuentra en el suelo, la conductividad se incrementa y como consecuencia la resistividad disminuye (Figura siguiente).

Dharmawidjaja, et al. (2008) mencionan que el agua disocia las sales en iones y cationes que se encargan de transportar los electrones. Recuérdese que el agua destilada es un aislante y aunque se introduzcan dos electrodos conectados a una batería, no circulará energía eléctrica. Si se añade cloruro de sodio, la electricidad comenzará a moverse ya que los electrones empiezan a circular gracias a los iones disociados.



**Figura 18. Variación de la resistividad y la salinidad**

- Estratigrafía

Una característica del material con el que se trabaja en el área de mecánica de suelos es la gran variedad de materiales que se puede tener en un área muy pequeña tanto en sentido vertical como horizontal. En consecuencia, las mediciones de resistividad que se llevan a cabo en el terreno por lo regular no corresponden a materiales homogéneos sino a un perfil de material heterogéneo. Por tanto, debido a que las capas no son uniformes en un terreno, cuando se mide la resistividad, en realidad se mide lo que se llama "resistividad aparente".

- Compactación

Cuando los suelos se compactan a una mayor energía, la relación de vacíos y la resistividad disminuyen ya que se logra una mejor conducción a través del agua que pueda contener el suelo como se muestra en el esquema de la Figura 3.6. Ésto es de esperarse ya que a medida que se incrementa la energía de compactación –para un mismo contenido de agua- el grado de saturación se incrementa debido a que se reduce la relación de vacíos y por tanto la relación de vacíos disminuye.

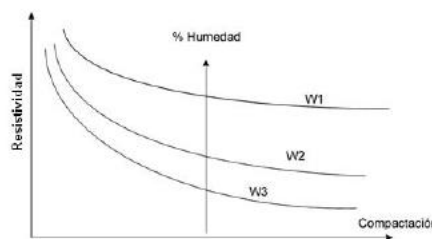


Figura 19. Variación de la resistividad en función de la compactación

**Metodo de valoración de la resistividad.**

Para evaluar la resistividad en el laboratorio de acuerdo con el procedimiento de prueba ASTM G 57, se debe colocar la muestra de material dentro de una caja rectangular de lucita (similar al metracrilato) la cual tiene conectados en los extremos los electrodos de corriente por medio de los cuales se induce ésta desde una fuente de poder (pila) y en los otros dos extremos se colocan los electrodos de potencial (Figura siguiente).

Se ha realizado ensayo sobre los tres niveles detectados, compactando el terreno, obteniendo los siguientes resultados.



Figura 20. Medida de resistividad en laboratorio.

- **Nivel 1; Arcillas limosas amarillentas cohesivas con areniscas.**

A partir de cota 0.50 m

- Resistividad ensayo 1 ; 126 ohmios/metro
- Resistividad ensayo 2 ; 258 ohmios/metro
- Resistividad ensayo 3 ; 284 ohmios/metro

- **Nivel 2; Arcillas limosas amarillentas cohesivas con cal.**

A partir de cota 0.50 m

- Resistividad ensayo 1 ; 484 ohmios/metro
- Resistividad ensayo 2 ; 384 ohmios/metro

## 15. INSPECCION EN OBRA.

Se han realizado ensayos puntuales, según una justificación que se ha adjuntado en el punto inicial de este informe; basándonos en el EUROCODIGO EC-2. El resto de conclusiones son extrapolaciones que se han realizado. En último caso la decisión sobre la cimentación y la correspondencia del terreno aquí descrito con el de la parcela la tomará el director del proyecto; siendo este informe una recomendación según una toma de datos inicial, será necesaria una inspección en obra y un seguimiento de la misma.

Córdoba, enero de 2020



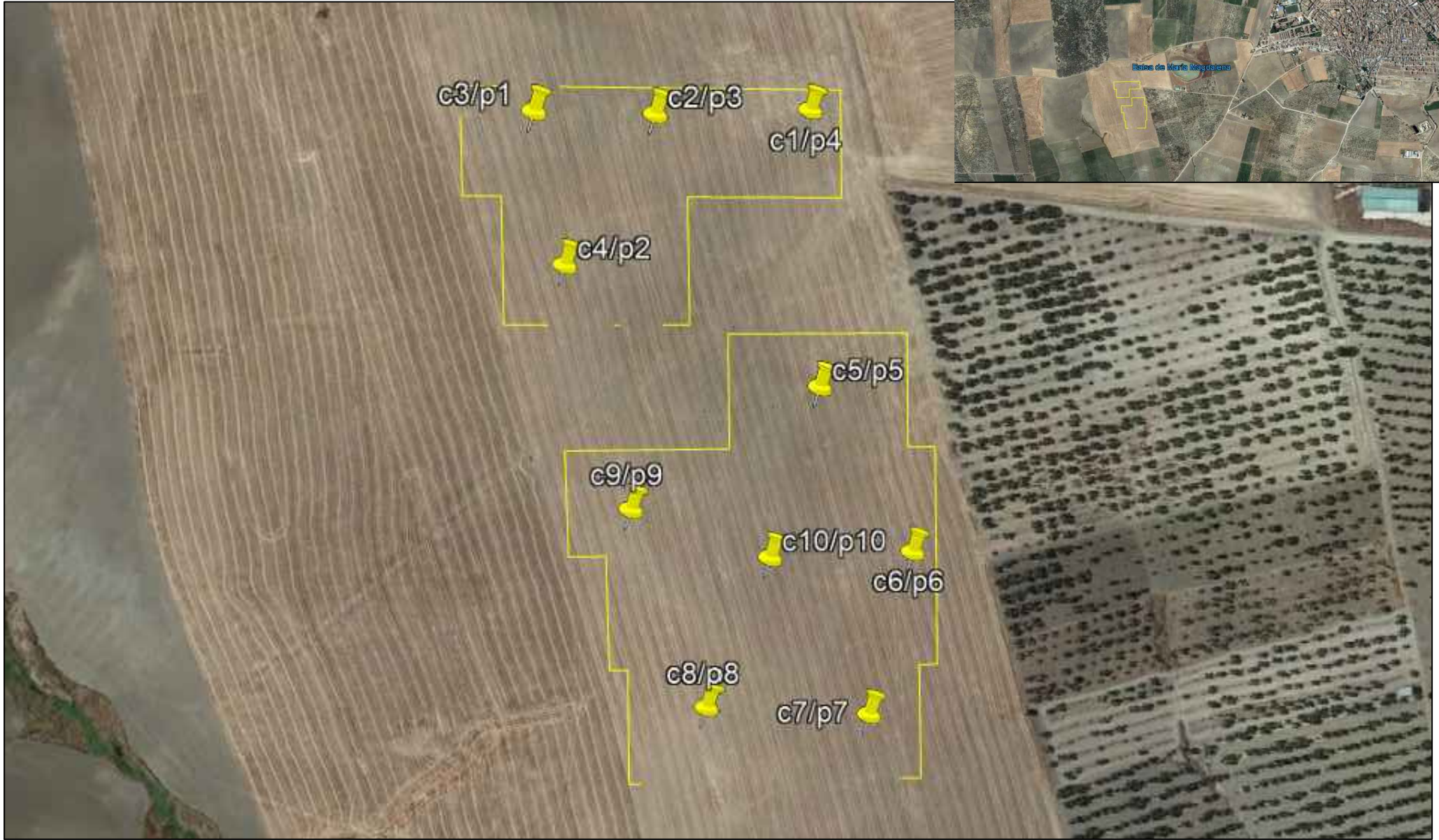
Este documento consta de TREINTA y UN(31) páginas.

Prohibida la reproducción parcial de este documento sin la aprobación expresa de LABSON S.L.



## 2. SITUACIÓN DE ENSAYOS





PROMOTOR:

HC CONSULTORES, S.I.



OBRA:

PSFV EN MENGÍBAR. (JAÉN)

AUTOR:

NOMBRE:

SITUACIÓN

FECHA:

DICIEMBRE  
DE  
2019

PLANO:

PLANTA

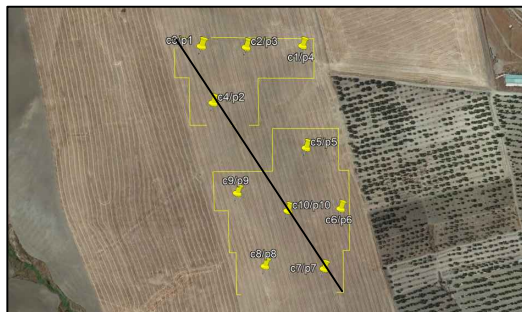
Nº de Plano:

01

Hoja:

01 de 01



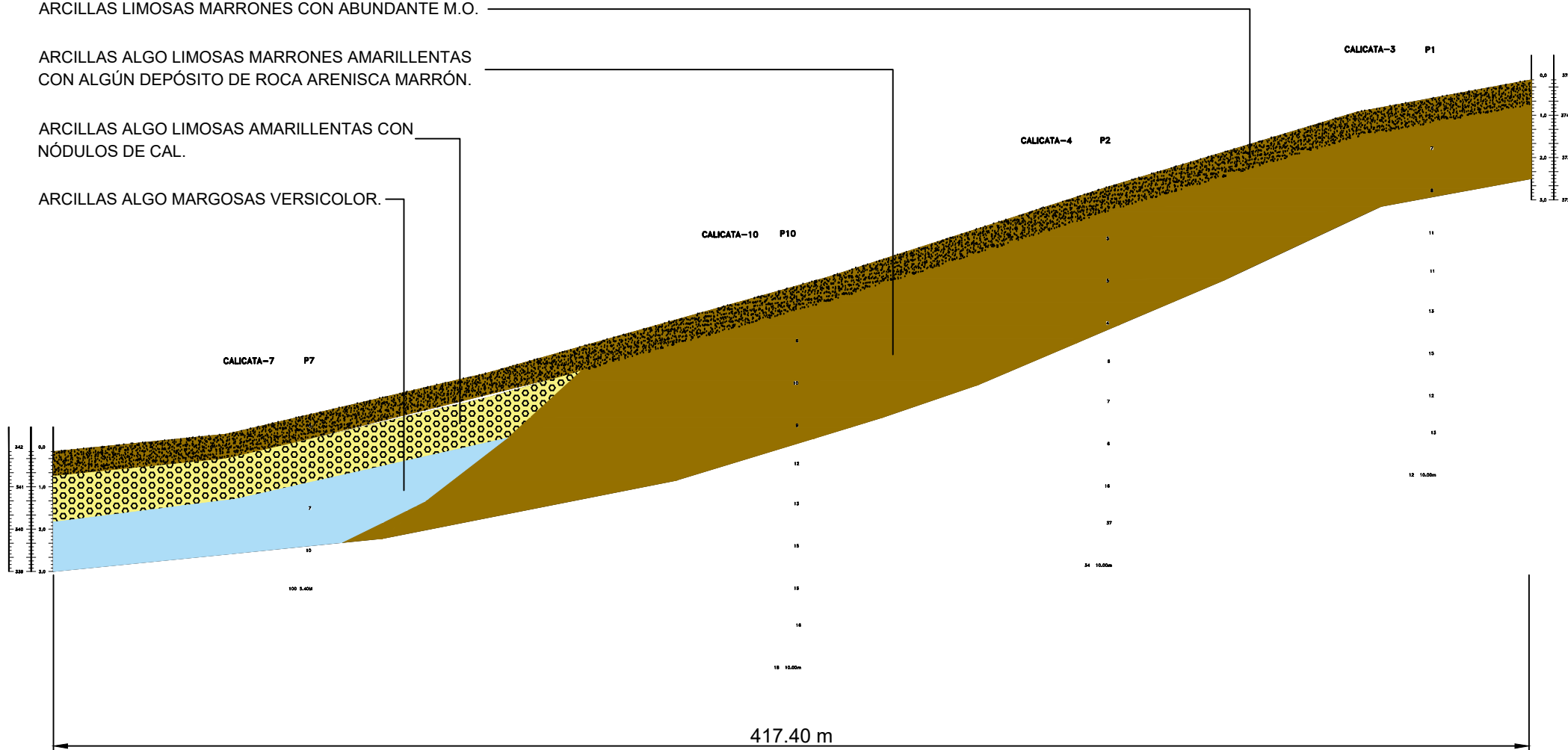


ARCILLAS LIMOSAS MARRONES CON ABUNDANTE M.O.

ARCILLAS ALGO LIMOSAS MARRONES AMARILLENTAS  
CON ALGÚN DEPÓSITO DE ROCA ARENISCA MARRÓN.

ARCILLAS ALGO LIMOSAS AMARILLENTAS CON  
NÓDULOS DE CAL.

ARCILLAS ALGO MARGOSAS VERSICOLOR.



PROMOTOR:

HC CONSULTORES, S.I.



OBRA:

PSFV EN MENGÍBAR. (JAÉN)

AUTOR:

NOMBRE:

PERFÍL

FECHA:

ENERO  
DE  
2020

PLANO:

PLANTA

Nº de Plano:

01

Hoja:

01 de 01



### 3. CALICATAS



#### 4. PENETROS





## **ENSAYO DE IDENTIFICACIÓN DE SUELOS**

Nº INFORME: 0186/2019

**PETICIONARIO:** HC CONSULTORES, S.L.

**OBRA:** I. GEOTECNICO PARA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA EN MNEGIBAR- JAEN

**REFERENCIA:** MUESTRA PROCEDENTE DE **CATA 1, DE 0.50 A 3,00M. DE PROF.,** TOMADA POR PERSONAL DE LABORATORIO EL 02/12/2019

Este informe consta de 8 páginas

ESPECIFICACIONES SEGÚN PG-3 Y O.I./99 (ICAFIR)

SIMBOLO	DESIGNACION DEL MATERIAL	CARACTERISTICAS SEGÚN PG-3	PRESCRIPCIONES COMPLEMENTARIAS PARA SU EMPLEO EN NUCLEO DE TERRAPLENES	PRESCRIPCIONES COMPLEMENTARIAS PARA SU EMPLEO EN CAPAS DE ASIENTO
S3	SUELO SELECCIONADO S3	100% < 10 cm	CBR>20	CBR>20
		PASA #0,4<15%, ó PASA#2<80%, PASA #0,4<75% Y PASA#0,08<25%		
		LL<30 Y IP <10	HINCHAMIENTO < 1%	HINCHAMIENTO NULO
		M.O. < 0,2%		
		S.S. < 0,2%		
S2	SUELO SELECCIONADO S2	100% < 10 cm	CBR>10	CBR>10
		PASA #0,4<15%, ó PASA#2<80%, PASA #0,4<75% Y PASA#0,08<25%		
		LL<30 Y IP <10	HINCHAMIENTO < 1%	HINCHAMIENTO NULO
		M.O. < 0,2%		
		S.S. < 0,2%		
S1	SUELO ADECUADO	100% < 10 cm	CBR>3	CBR>5
		PASA #0,08<35% Y PASA #2< 80%		
		LL<40 ó si LL>30, IP >4	HINCHAMIENTO < 3%	HINCHAMIENTO NULO
		M.O. < 1%		
S.S. < 0,2%				
S0	SUELO TOLERABLE	HICHAMIENTO < 3%	CBR>3	NO UTILIZABLE
		COLAPSO < 1%		
		75 % < 15 cm	HINCHAMIENTO < 3%	
		LL< 65 {y si LL>40, IP>0,73·(LL-20)}		
		M.O. < 2%		
S.S. < 5%	NO UTILIZABLE EN ZONAS INUNDABLES			
S00	SUELO MARGINAL	hinchamiento < 5%	ESTUDIO ESPECIAL (COLAPSO, HINCHAMIENTOS, EROSIONABILIDAD)	NO UTILIZABLE
		LL<90 {y si LL>90 IP<0,73·(LL-20)}	NO UTILIZABLE EN ZONAS INUNDABLES	
		M.O. < 5%		
SIN	SUELO INADECUADO	No cumple con las condiciones de los demas tipos de suelos	NO UTILIZABLE	NO UTILIZABLE

**ENSAYO DE IDENTIFICACIÓN DE SUELOS**

Nº INFORME: 0186/2019

**PETICIONARIO:** HC CONSULTORES, S.L.

**OBRA:** I. GEOTECNICO PARA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA EN MNEGIBAR- JAEN

**REFERENCIA:** MUESTRA PROCEDENTE DE **CATA 2, DE 0.50 A 3,00M. DE PROF.,** TOMADA POR PERSONAL DE LABORATORIO EL 02/12/2019

Este informe consta de 10 páginas

ESPECIFICACIONES SEGÚN PG-3 Y O.I./99 (ICAFIR)

SIMBOLO	DESIGNACION DEL MATERIAL	CARACTERISTICAS SEGÚN PG-3	PRESCRIPCIONES COMPLEMENTARIAS PARA SU EMPLEO EN NUCLEO DE TERRAPLENES	PRESCRIPCIONES COMPLEMENTARIAS PARA SU EMPLEO EN CAPAS DE ASIENTO
S3	SUELO SELECCIONADO S3	100% < 10 cm	CBR>20	CBR>20
		PASA #0,4<15%, ó PASA#2<80%, PASA #0,4<75% Y PASA#0,08<25%		
		LL<30 Y IP <10	HINCHAMIENTO < 1%	HINCHAMIENTO NULO
		M.O. < 0,2%		
		S.S. < 0,2%		
S2	SUELO SELECCIONADO S2	100% < 10 cm	CBR>10	CBR>10
		PASA #0,4<15%, ó PASA#2<80%, PASA #0,4<75% Y PASA#0,08<25%		
		LL<30 Y IP <10	HINCHAMIENTO < 1%	HINCHAMIENTO NULO
		M.O. < 0,2%		
		S.S. < 0,2%		
S1	SUELO ADECUADO	100% < 10 cm	CBR>3	CBR>5
		PASA #0,08<35% Y PASA #2< 80%		
		LL<40 ó si LL>30, IP >4	HINCHAMIENTO < 3%	HINCHAMIENTO NULO
		M.O. < 1%		
S.S. < 0,2%				
S0	SUELO TOLERABLE	HICHAMIENTO < 3%	CBR>3	NO UTILIZABLE
		COLAPSO < 1%		
		75 % < 15 cm	HINCHAMIENTO < 3%	
		LL< 65 {y si LL>40, IP>0,73·(LL-20)}		
		M.O. < 2%		
		S.S. < 5%		
NO UTILIZABLE EN ZONAS INUNDABLES				
S00	SUELO MARGINAL	hinchamiento < 5%	ESTUDIO ESPECIAL (COLAPSO, HINCHAMIENTOS, EROSIONABILIDAD)	NO UTILIZABLE
		LL<90 {y si LL>90 IP<0,73·(LL-20)}	NO UTILIZABLE EN ZONAS INUNDABLES	
		M.O. < 5%		
SIN	SUELO INADECUADO	No cumple con las condiciones de los demas tipos de suelos	NO UTILIZABLE	NO UTILIZABLE





**ENSAYO DE IDENTIFICACIÓN DE SUELOS**

Nº INFORME: 0186/2019

**PETICIONARIO:** HC CONSULTORES, S.L.

**OBRA:** I. GEOTECNICO PARA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA EN MNEGIBAR- JAEN

**REFERENCIA:** MUESTRA PROCEDENTE DE **CATA 3, DE 0.50 A 3,00M. DE PROF.,** TOMADA POR PERSONAL DE LABORATORIO EL 02/12/2019

Este informe consta de 9 páginas

ESPECIFICACIONES SEGÚN PG-3 Y O.I./99 (ICAFIR)

SIMBOLO	DESIGNACION DEL MATERIAL	CARACTERISTICAS SEGÚN PG-3	PRESCRIPCIONES COMPLEMENTARIAS PARA SU EMPLEO EN NUCLEO DE TERRAPLENES	PRESCRIPCIONES COMPLEMENTARIAS PARA SU EMPLEO EN CAPAS DE ASIENTO
S3	SUELO SELECCIONADO S3	100% < 10 cm	CBR>20	CBR>20
		PASA #0,4<15%, ó PASA#2<80%, PASA #0,4<75% Y PASA#0,08<25%		
		LL<30 Y IP <10	HINCHAMIENTO < 1%	HINCHAMIENTO NULO
		M.O. < 0,2%		
		S.S. < 0,2%		
S2	SUELO SELECCIONADO S2	100% < 10 cm	CBR>10	CBR>10
		PASA #0,4<15%, ó PASA#2<80%, PASA #0,4<75% Y PASA#0,08<25%		
		LL<30 Y IP <10	HINCHAMIENTO < 1%	HINCHAMIENTO NULO
		M.O. < 0,2%		
		S.S. < 0,2%		
S1	SUELO ADECUADO	100% < 10 cm	CBR>3	CBR>5
		PASA #0,08<35% Y PASA #2< 80%		
		LL<40 ó si LL>30, IP >4	HINCHAMIENTO < 3%	HINCHAMIENTO NULO
		M.O. < 1%		
S.S. < 0,2%				
S0	SUELO TOLERABLE	HICHAMIENTO < 3%	CBR>3	NO UTILIZABLE
		COLAPSO < 1%		
		75 % < 15 cm		
		LL< 65 {y si LL>40, IP>0,73·(LL-20)}	HINCHAMIENTO < 3%	
		M.O. < 2%	NO UTILIZABLE EN ZONAS INUNDABLES	
		S.S. < 5%		
S00	SUELO MARGINAL	hinchamiento < 5%	ESTUDIO ESPECIAL (COLAPSO, HINCHAMIENTOS, EROSIONABILIDAD)	NO UTILIZABLE
		LL<90 {y si LL>90 IP<0,73·(LL-20)}	NO UTILIZABLE EN ZONAS INUNDABLES	
		M.O. < 5%		
SIN	SUELO INADECUADO	No cumple con las condiciones de los demas tipos de suelos	NO UTILIZABLE	NO UTILIZABLE



## **ENSAYO DE IDENTIFICACIÓN DE SUELOS**

Nº INFORME: 0186/2019

**PETICIONARIO:** HC CONSULTORES, S.L.

**OBRA:** I. GEOTECNICO PARA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA EN MNEGIBAR- JAEN

**REFERENCIA:** MUESTRA PROCEDENTE DE **CATA 4, DE 0.50 A 3,00M. DE PROF.,** TOMADA POR PERSONAL DE LABORATORIO EL 02/12/2019

Este informe consta de 8 páginas

ESPECIFICACIONES SEGÚN PG-3 Y O.I./99 (ICAFIR)

SIMBOLO	DESIGNACION DEL MATERIAL	CARACTERISTICAS SEGÚN PG-3	PRESCRIPCIONES COMPLEMENTARIAS PARA SU EMPLEO EN NUCLEO DE TERRAPLENES	PRESCRIPCIONES COMPLEMENTARIAS PARA SU EMPLEO EN CAPAS DE ASIENTO
S3	SUELO SELECCIONADO S3	100% < 10 cm	CBR>20	CBR>20
		PASA #0,4<15%, ó PASA#2<80%, PASA #0,4<75% Y PASA#0,08<25%		
		LL<30 Y IP <10	HINCHAMIENTO < 1%	HINCHAMIENTO NULO
		M.O. < 0,2%		
		S.S. < 0,2%		
S2	SUELO SELECCIONADO S2	100% < 10 cm	CBR>10	CBR>10
		PASA #0,4<15%, ó PASA#2<80%, PASA #0,4<75% Y PASA#0,08<25%		
		LL<30 Y IP <10	HINCHAMIENTO < 1%	HINCHAMIENTO NULO
		M.O. < 0,2%		
		S.S. < 0,2%		
S1	SUELO ADECUADO	100% < 10 cm	CBR>3	CBR>5
		PASA #0,08<35% Y PASA #2< 80%		
		LL<40 ó si LL>30, IP >4	HINCHAMIENTO < 3%	HINCHAMIENTO NULO
		M.O. < 1%		
S.S. < 0,2%				
S0	SUELO TOLERABLE	HICHAMIENTO < 3%	CBR>3	NO UTILIZABLE
		COLAPSO < 1%		
		75 % < 15 cm		
		LL< 65 {y si LL>40, IP>0,73·(LL-20)}	HINCHAMIENTO < 3%	
		M.O. < 2%	NO UTILIZABLE EN ZONAS INUNDABLES	
		S.S. < 5%		
S00	SUELO MARGINAL	hinchamiento < 5%	ESTUDIO ESPECIAL (COLAPSO, HINCHAMIENTOS, EROSIONABILIDAD)	NO UTILIZABLE
		LL<90 {y si LL>90 IP<0,73·(LL-20)}	NO UTILIZABLE EN ZONAS INUNDABLES	
		M.O. < 5%		
SIN	SUELO INADECUADO	No cumple con las condiciones de los demas tipos de suelos	NO UTILIZABLE	NO UTILIZABLE



## **ENSAYO DE IDENTIFICACIÓN DE SUELOS**

Nº INFORME: 0186/2019

**PETICIONARIO:** HC CONSULTORES, S.L.

**OBRA:** I. GEOTECNICO PARA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA EN MNEGIBAR- JAEN

**REFERENCIA:** MUESTRA PROCEDENTE DE **CATA 5, DE 1.20 A 2,50M. DE PROF.,** TOMADA POR PERSONAL DE LABORATORIO EL 02/12/2019

Este informe consta de 9 páginas

ESPECIFICACIONES SEGÚN PG-3 Y O.I./99 (ICAFIR)

SIMBOLO	DESIGNACION DEL MATERIAL	CARACTERISTICAS SEGÚN PG-3	PRESCRIPCIONES COMPLEMENTARIAS PARA SU EMPLEO EN NUCLEO DE TERRAPLENES	PRESCRIPCIONES COMPLEMENTARIAS PARA SU EMPLEO EN CAPAS DE ASIENTO
S3	SUELO SELECCIONADO S3	100% < 10 cm	CBR>20	CBR>20
		PASA #0,4<15%, ó PASA#2<80%, PASA #0,4<75% Y PASA#0,08<25%		
		LL<30 Y IP <10	HINCHAMIENTO < 1%	HINCHAMIENTO NULO
		M.O. < 0,2%		
		S.S. < 0,2%		
S2	SUELO SELECCIONADO S2	100% < 10 cm	CBR>10	CBR>10
		PASA #0,4<15%, ó PASA#2<80%, PASA #0,4<75% Y PASA#0,08<25%		
		LL<30 Y IP <10	HINCHAMIENTO < 1%	HINCHAMIENTO NULO
		M.O. < 0,2%		
		S.S. < 0,2%		
S1	SUELO ADECUADO	100% < 10 cm	CBR>3	CBR>5
		PASA #0,08<35% Y PASA #2< 80%		
		LL<40 ó si LL>30, IP >4	HINCHAMIENTO < 3%	HINCHAMIENTO NULO
		M.O. < 1%		
S0	SUELO TOLERABLE	HINCHAMIENTO < 3%	CBR>3	NO UTILIZABLE
		COLAPSO < 1%		
		75 % < 15 cm		
		LL< 65 {y si LL>40, IP>0,73·(LL-20)}	HINCHAMIENTO < 3%	
		M.O. < 2%	NO UTILIZABLE EN ZONAS INUNDABLES	
		S.S. < 5%		
S00	SUELO MARGINAL	hinchamiento < 5%	ESTUDIO ESPECIAL (COLAPSO, HINCHAMIENTOS, EROSIONABILIDAD)	NO UTILIZABLE
		LL<90 {y si LL>90 IP<0,73·(LL-20)}	NO UTILIZABLE EN ZONAS INUNDABLES	
		M.O. < 5%		
SIN	SUELO INADECUADO	No cumple con las condiciones de los demas tipos de suelos	NO UTILIZABLE	NO UTILIZABLE



**ENSAYO DE IDENTIFICACIÓN DE SUELOS**

Nº INFORME: 0186/2019

**PETICIONARIO:** HC CONSULTORES, S.L.

**OBRA:** I. GEOTECNICO PARA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA EN MNEGIBAR- JAEN

**REFERENCIA:** MUESTRA PROCEDENTE DE **CATA 6, DE 0.50 A 3,00M. DE PROF.,** TOMADA POR PERSONAL DE LABORATORIO EL 02/12/2019

Este informe consta de 7 páginas

ESPECIFICACIONES SEGÚN PG-3 Y O.I./99 (ICAFIR)

SIMBOLO	DESIGNACION DEL MATERIAL	CARACTERISTICAS SEGÚN PG-3	PRESCRIPCIONES COMPLEMENTARIAS PARA SU EMPLEO EN NUCLEO DE TERRAPLENES	PRESCRIPCIONES COMPLEMENTARIAS PARA SU EMPLEO EN CAPAS DE ASIENTO
S3	SUELO SELECCIONADO S3	100% < 10 cm	CBR>20	CBR>20
		PASA #0,4<15%, ó PASA#2<80%, PASA #0,4<75% Y PASA#0,08<25%		
		LL<30 Y IP <10	HINCHAMIENTO < 1%	HINCHAMIENTO NULO
		M.O. < 0,2%		
		S.S. < 0,2%		
S2	SUELO SELECCIONADO S2	100% < 10 cm	CBR>10	CBR>10
		PASA #0,4<15%, ó PASA#2<80%, PASA #0,4<75% Y PASA#0,08<25%		
		LL<30 Y IP <10	HINCHAMIENTO < 1%	HINCHAMIENTO NULO
		M.O. < 0,2%		
		S.S. < 0,2%		
S1	SUELO ADECUADO	100% < 10 cm	CBR>3	CBR>5
		PASA #0,08<35% Y PASA #2< 80%		
		LL<40 ó si LL>30, IP >4	HINCHAMIENTO < 3%	HINCHAMIENTO NULO
		M.O. < 1%		
S0	SUELO TOLERABLE	HICHAMIENTO < 3%	CBR>3	NO UTILIZABLE
		COLAPSO < 1%		
		75 % < 15 cm	HINCHAMIENTO < 3%	
		LL< 65 {y si LL>40, IP>0,73·(LL-20)}		
		M.O. < 2%	NO UTILIZABLE EN ZONAS INUNDABLES	
		S.S. < 5%		
S00	SUELO MARGINAL	hinchamiento < 5%	ESTUDIO ESPECIAL (COLAPSO, HINCHAMIENTOS, EROSIONABILIDAD)	NO UTILIZABLE
		LL<90 {y si LL>90 IP<0,73·(LL-20)}	NO UTILIZABLE EN ZONAS INUNDABLES	
		M.O. < 5%		
SIN	SUELO INADECUADO	No cumple con las condiciones de los demas tipos de suelos	NO UTILIZABLE	NO UTILIZABLE





## **ENSAYO DE IDENTIFICACIÓN DE SUELOS**

Nº INFORME: 0186/2019

**PETICIONARIO:** HC CONSULTORES, S.L.

**OBRA:** I. GEOTECNICO PARA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA EN MNEGIBAR- JAEN

**REFERENCIA:** MUESTRA PROCEDENTE DE **CATA 7, DE 1.80 A 3,00M. DE PROF.,** TOMADA POR PERSONAL DE LABORATORIO EL 02/12/2019

Este informe consta de 9 páginas

ESPECIFICACIONES SEGÚN PG-3 Y O.I./99 (ICAFIR)

SIMBOLO	DESIGNACION DEL MATERIAL	CARACTERISTICAS SEGÚN PG-3	PRESCRIPCIONES COMPLEMENTARIAS PARA SU EMPLEO EN NUCLEO DE TERRAPLENES	PRESCRIPCIONES COMPLEMENTARIAS PARA SU EMPLEO EN CAPAS DE ASIENTO
S3	SUELO SELECCIONADO S3	100% < 10 cm	CBR>20	CBR>20
		PASA #0,4<15%, ó PASA#2<80%, PASA #0,4<75% Y PASA#0,08<25%		
		LL<30 Y IP <10	HINCHAMIENTO < 1%	HINCHAMIENTO NULO
		M.O. < 0,2%		
		S.S. < 0,2%		
S2	SUELO SELECCIONADO S2	100% < 10 cm	CBR>10	CBR>10
		PASA #0,4<15%, ó PASA#2<80%, PASA #0,4<75% Y PASA#0,08<25%		
		LL<30 Y IP <10	HINCHAMIENTO < 1%	HINCHAMIENTO NULO
		M.O. < 0,2%		
		S.S. < 0,2%		
S1	SUELO ADECUADO	100% < 10 cm	CBR>3	CBR>5
		PASA #0,08<35% Y PASA #2< 80%		
		LL<40 ó si LL>30, IP >4	HINCHAMIENTO < 3%	HINCHAMIENTO NULO
		M.O. < 1%		
S.S. < 0,2%				
S0	SUELO TOLERABLE	HICHAMIENTO < 3%	CBR>3	NO UTILIZABLE
		COLAPSO < 1%		
		75 % < 15 cm		
		LL< 65 {y si LL>40, IP>0,73·(LL-20)}	HINCHAMIENTO < 3%	
		M.O. < 2%	NO UTILIZABLE EN ZONAS INUNDABLES	
		S.S. < 5%		
S00	SUELO MARGINAL	hinchamiento < 5%	ESTUDIO ESPECIAL (COLAPSO, HINCHAMIENTOS, EROSIONABILIDAD)	NO UTILIZABLE
		LL<90 {y si LL>90 IP<0,73·(LL-20)}	NO UTILIZABLE EN ZONAS INUNDABLES	
		M.O. < 5%		
SIN	SUELO INADECUADO	No cumple con las condiciones de los demas tipos de suelos	NO UTILIZABLE	NO UTILIZABLE



## **ENSAYO DE IDENTIFICACIÓN DE SUELOS**

Nº INFORME: 0186/2019

**PETICIONARIO:** HC CONSULTORES, S.L.

**OBRA:** I. GEOTECNICO PARA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA EN MNEGIBAR- JAEN

**REFERENCIA:** MUESTRA PROCEDENTE DE **CATA 8, DE 0.50 A 3,00M. DE PROF.,** TOMADA POR PERSONAL DE LABORATORIO EL 02/12/2019

Este informe consta de 7 páginas

ESPECIFICACIONES SEGÚN PG-3 Y O.I./99 (ICAFIR)

SIMBOLO	DESIGNACION DEL MATERIAL	CARACTERISTICAS SEGÚN PG-3	PRESCRIPCIONES COMPLEMENTARIAS PARA SU EMPLEO EN NUCLEO DE TERRAPLENES	PRESCRIPCIONES COMPLEMENTARIAS PARA SU EMPLEO EN CAPAS DE ASIENTO
S3	SUELO SELECCIONADO S3	100% < 10 cm	CBR>20	CBR>20
		PASA #0,4<15%, ó PASA#2<80%, PASA #0,4<75% Y PASA#0,08<25%		
		LL<30 Y IP <10	HINCHAMIENTO < 1%	HINCHAMIENTO NULO
		M.O. < 0,2%		
		S.S. < 0,2%		
S2	SUELO SELECCIONADO S2	100% < 10 cm	CBR>10	CBR>10
		PASA #0,4<15%, ó PASA#2<80%, PASA #0,4<75% Y PASA#0,08<25%		
		LL<30 Y IP <10	HINCHAMIENTO < 1%	HINCHAMIENTO NULO
		M.O. < 0,2%		
		S.S. < 0,2%		
S1	SUELO ADECUADO	100% < 10 cm	CBR>3	CBR>5
		PASA #0,08<35% Y PASA #2< 80%		
		LL<40 ó si LL>30, IP >4	HINCHAMIENTO < 3%	HINCHAMIENTO NULO
		M.O. < 1%		
S.S. < 0,2%				
S0	SUELO TOLERABLE	HINCHAMIENTO < 3%	CBR>3	NO UTILIZABLE
		COLAPSO < 1%		
		75 % < 15 cm	HINCHAMIENTO < 3%	
		LL < 65 {y si LL>40, IP>0,73·(LL-20)}		
		M.O. < 2%		
S.S. < 5%	NO UTILIZABLE EN ZONAS INUNDABLES			
S00	SUELO MARGINAL	hinchamiento < 5%	ESTUDIO ESPECIAL (COLAPSO, HINCHAMIENTOS, EROSIONABILIDAD)	NO UTILIZABLE
		LL<90 {y si LL>90 IP<0,73·(LL-20)}	NO UTILIZABLE EN ZONAS INUNDABLES	
		M.O. < 5%		
SIN	SUELO INADECUADO	No cumple con las condiciones de los demas tipos de suelos	NO UTILIZABLE	NO UTILIZABLE



## **ENSAYO DE IDENTIFICACIÓN DE SUELOS**

Nº INFORME: 0186/2019

**PETICIONARIO:** HC CONSULTORES, S.L.

**OBRA:** I. GEOTECNICO PARA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA EN MNEGIBAR- JAEN

**REFERENCIA:** MUESTRA PROCEDENTE DE **CATA 9, DE 1.60 A 3,00M. DE PROF.,** TOMADA POR PERSONAL DE LABORATORIO EL 02/12/2019

Este informe consta de 7 páginas

ESPECIFICACIONES SEGÚN PG-3 Y O.I./99 (ICAFIR)

SIMBOLO	DESIGNACION DEL MATERIAL	CARACTERISTICAS SEGÚN PG-3	PRESCRIPCIONES COMPLEMENTARIAS PARA SU EMPLEO EN NUCLEO DE TERRAPLENES	PRESCRIPCIONES COMPLEMENTARIAS PARA SU EMPLEO EN CAPAS DE ASIENTO
S3	SUELO SELECCIONADO S3	100% < 10 cm	CBR>20	CBR>20
		PASA #0,4<15%, ó PASA#2<80%, PASA #0,4<75% Y PASA#0,08<25%		
		LL<30 Y IP <10	HINCHAMIENTO < 1%	HINCHAMIENTO NULO
		M.O. < 0,2%		
		S.S. < 0,2%		
S2	SUELO SELECCIONADO S2	100% < 10 cm	CBR>10	CBR>10
		PASA #0,4<15%, ó PASA#2<80%, PASA #0,4<75% Y PASA#0,08<25%		
		LL<30 Y IP <10	HINCHAMIENTO < 1%	HINCHAMIENTO NULO
		M.O. < 0,2%		
		S.S. < 0,2%		
S1	SUELO ADECUADO	100% < 10 cm	CBR>3	CBR>5
		PASA #0,08<35% Y PASA #2< 80%		
		LL<40 ó si LL>30, IP >4	HINCHAMIENTO < 3%	HINCHAMIENTO NULO
		M.O. < 1%		
S.S. < 0,2%				
S0	SUELO TOLERABLE	HICHAMIENTO < 3%	CBR>3	NO UTILIZABLE
		COLAPSO < 1%		
		75 % < 15 cm		
		LL< 65 {y si LL>40, IP>0,73·(LL- 20)}	HINCHAMIENTO < 3%	
		M.O. < 2%	NO UTILIZABLE EN ZONAS INUNDABLES	
		S.S. < 5%		
S00	SUELO MARGINAL	hinchamiento < 5%	ESTUDIO ESPECIAL (COLAPSO, HINCHAMIENTOS, EROSIONABILIDAD)	NO UTILIZABLE
		LL<90 {y si LL>90 IP<0,73·(LL- 20)}	NO UTILIZABLE EN ZONAS INUNDABLES	
		M.O. < 5%		
SIN	SUELO INADECUADO	No cumple con las condiciones de los demas tipos de suelos	NO UTILIZABLE	NO UTILIZABLE



## **ENSAYO DE IDENTIFICACIÓN DE SUELOS**

Nº INFORME: 0186/2019

**PETICIONARIO:** HC CONSULTORES, S.L.

**OBRA:** I. GEOTECNICO PARA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA EN MNEGIBAR- JAEN

**REFERENCIA:** MUESTRA PROCEDENTE DE **CATA 10, DE 0.50 A 3,00M. DE PROF.**, TOMADA POR PERSONAL DE LABORATORIO EL 02/12/2019

Este informe consta de 6 páginas

ESPECIFICACIONES SEGÚN PG-3 Y O.I./99 (ICAFIR)

SIMBOLO	DESIGNACION DEL MATERIAL	CARACTERISTICAS SEGÚN PG-3	PRESCRIPCIONES COMPLEMENTARIAS PARA SU EMPLEO EN NUCLEO DE TERRAPLENES	PRESCRIPCIONES COMPLEMENTARIAS PARA SU EMPLEO EN CAPAS DE ASIENTO
S3	SUELO SELECCIONADO S3	100% < 10 cm	CBR>20	CBR>20
		PASA #0,4<15%, ó PASA#2<80%, PASA #0,4<75% Y PASA#0,08<25%		
		LL<30 Y IP <10	HINCHAMIENTO < 1%	HINCHAMIENTO NULO
		M.O. < 0,2%		
		S.S. < 0,2%		
S2	SUELO SELECCIONADO S2	100% < 10 cm	CBR>10	CBR>10
		PASA #0,4<15%, ó PASA#2<80%, PASA #0,4<75% Y PASA#0,08<25%		
		LL<30 Y IP <10	HINCHAMIENTO < 1%	HINCHAMIENTO NULO
		M.O. < 0,2%		
		S.S. < 0,2%		
S1	SUELO ADECUADO	100% < 10 cm	CBR>3	CBR>5
		PASA #0,08<35% Y PASA #2< 80%		
		LL<40 ó si LL>30, IP >4	HINCHAMIENTO < 3%	HINCHAMIENTO NULO
		M.O. < 1%		
S.S. < 0,2%				
S0	SUELO TOLERABLE	HICHAMIENTO < 3%	CBR>3	NO UTILIZABLE
		COLAPSO < 1%		
		75 % < 15 cm		
		LL< 65 {y si LL>40, IP>0,73·(LL-20)}	HINCHAMIENTO < 3%	
		M.O. < 2%	NO UTILIZABLE EN ZONAS INUNDABLES	
		S.S. < 5%		
S00	SUELO MARGINAL	hinchamiento < 5%	ESTUDIO ESPECIAL (COLAPSO, HINCHAMIENTOS, EROSIONABILIDAD)	NO UTILIZABLE
		LL<90 {y si LL>90 IP<0,73·(LL-20)}	NO UTILIZABLE EN ZONAS INUNDABLES	
		M.O. < 5%		
SIN	SUELO INADECUADO	No cumple con las condiciones de los demas tipos de suelos	NO UTILIZABLE	NO UTILIZABLE





**FOTOGRAFÍAS SONDISTAS**

**PENETRO 1**



**PENETRO 2**



**PENETRO 3**



**PENETRO 4**



**PENETRO 5**



**PENETRO 6**



**PENETRO 7**



**PENETRO 8**



**PENETRO 9**



**PENETRO 10**





**CALICATA 1**



**CALICATA 2**



**CALICATA 3**



**CALICATA 4**

CONTROL DE CALIDAD Y GEOTECNIA





**CALICATA 5**



**CALICATA 6**



**CALICATA 7**



**CALICATA 8**





**CALICATA 9**



**CALICATA 10**



**labson**  
CONTROL DE CALIDAD Y GEOTECNIA

ANEJO III

**ACCIONES SÍSMICAS**

***PROYECTO DE EJECUCIÓN DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA  
DE 2 MW PARA AUTOCONSUMO DE LOS SECTORES  
IV, V Y VI DE LA COMUNIDAD DE REGANTES  
“SANTA MARÍA MAGDALENA”***

TÉRMINO MUNICIPAL: MENGÍBAR (JAÉN)

PROMOTOR: COMUNIDAD DE REGANTES “SANTA MARÍA MAGDALENA”

**ANEJO III. ACCIONES SÍSMICAS**

**ÍNDICE**

1. OBJETO DEL ANEJO SÍSMICO. _____	2
2. CLASIFICACIÓN DE LAS OBRAS SEGÚN SU DESTINO. _____	3
3. CRITERIOS DE APLICACIÓN DE LA NORMA. _____	3

***PROYECTO DE EJECUCIÓN DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA  
DE 2 MW PARA AUTOCONSUMO DE LOS SECTORES  
IV, V Y VI DE LA COMUNIDAD DE REGANTES  
“SANTA MARÍA MAGDALENA”***

TÉRMINO MUNICIPAL: MENGÍBAR (JAÉN)

PROMOTOR: COMUNIDAD DE REGANTES “SANTA MARÍA MAGDALENA”

## **ANEJO III. ACCIONES SÍSMICAS**

### **1. OBJETO DEL ANEJO SÍSMICO.**

El Anejo Sísmico tiene como misión clasificar la obra proyectada según la Norma Sismorresistente NCSR-02, y establecer las condiciones técnicas que han de cumplir las estructuras de edificación, a fin de que su comportamiento, ante fenómenos sísmicos, evite consecuencias graves para la salud y seguridad de las personas, evite pérdidas económicas, y propicie la conservación de servicios básicos para la sociedad en casos de terremotos de intensidad elevada.

La consecución de los objetivos de este Anejo están condicionados, por un lado, por los preceptos limitativos del uso del suelo dictados por las Administraciones Públicas competentes, así como por el cálculo y el diseño especificados en la NCSR-02, y por otro, por la realización de una ejecución y conservación adecuadas.

El Proyectista o Director de Obra podrá adoptar, bajo su responsabilidad, criterios distintos a los que se establecen en la NCSR-02, siempre que el nivel de seguridad y de servicio de la construcción no sea inferior al fijado por la Norma, debiéndolo reflejar en el Proyecto.

## **2. CLASIFICACIÓN DE LAS OBRAS SEGÚN SU DESTINO.**

De acuerdo con el uso a que se destina esta obra, según el Apartado 1.2.2. del Anexo a la “Norma Sismorresistente NCSR-02” (Real Decreto 997/2002, de 27 de septiembre, BOE nº 244), se engloba en el grupo:

“Grupo 2º: De importancia normal. Aquellas cuya destrucción por el terremoto pueda ocasionar víctimas, interrumpir un servicio para la colectividad, o producir pérdidas económicas, sin que en ningún caso se trate de un servicio imprescindible ni pueda dar lugar a efectos catastróficos”.

## **3. CRITERIOS DE APLICACIÓN DE LA NORMA.**

De acuerdo al apartado 1.2.3. del Anexo a la “Norma Sismorresistente NCSR-02”, la aplicación de esta norma en el presente Proyecto es obligatoria, por lo que se analizarán las estructuras en el contenidas, de acuerdo con la aplicación la misma.

ANEJO IV  
**INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA**

**PROYECTO DE EJECUCIÓN DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA  
DE 2 MW PARA AUTOCONSUMO DE LOS SECTORES  
IV, V Y VI DE LA COMUNIDAD DE REGANTES  
“SANTA MARÍA MAGDALENA”**

TÉRMINO MUNICIPAL: MENGÍBAR (JAÉN)

PROMOTOR: COMUNIDAD DE REGANTES “SANTA MARÍA MAGDALENA”

## ANEJO IV. INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

### ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.	3
2. UBICACIÓN.	4
3. ESTIMACIÓN DE LA RADIACIÓN SOLAR DISPONIBLE.	4
4. JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA.	6
5. CÁLCULO DEL CAMPO GENERADOR.	7
5.1. Descripción de los elementos que lo constituyen.	7
5.1.1. Módulos fotovoltaicos.	7
5.1.2. Estructura soporte.	8
5.1.3. Inversores.	8
5.2. Inclinación.	9
5.3. Orientación.	9
5.4. Separación entre módulos.	10
5.5. Resguardo.	11

5.6. Temperaturas máximas y mínimas de los módulos. _____	11
5.7. Número máximo de módulos en serie. _____	13
5.8. Número máximo de <i>strings</i> . _____	14
5.9. Dimensión del campo fotovoltaico. _____	15
6. RESULTADOS. _____	16



**PROYECTO DE EJECUCIÓN DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA  
DE 2 MW PARA AUTOCONSUMO DE LOS SECTORES  
IV, V Y VI DE LA COMUNIDAD DE REGANTES  
“SANTA MARÍA MAGDALENA”**

TÉRMINO MUNICIPAL: MENGÍBAR (JAÉN)

PROMOTOR: COMUNIDAD DE REGANTES “SANTA MARÍA MAGDALENA”

## ANEJO IV. INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

### 1. INTRODUCCIÓN.

Las instalaciones fotovoltaicas para autoconsumo conectadas a red y sin venta de excedentes, son aquellas en las que sólo se aprovecha la energía que se autoconsume de la instalación, sin ceder en ningún momento energía a la red de transporte y distribución.

La instalación fotovoltaica que se proyecta, es la definida bajo la modalidad de **autoconsumo sin excedentes**, según el *Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica*, y se destinará al autoconsumo exclusivo de las instalaciones de la Estación de Bombeo de los Sectores IV, V y VI de la Comunidad de Regantes “Santa María Magdalena”.

El sistema proyectado constará de los siguientes elementos:

- Módulos fotovoltaicos.
- Estructura soporte.
- Conexiones eléctricas.
- Inversores.
- Centro de transformación.
- Línea de evacuación.
- Centro de seccionamiento.
- Protecciones.

- Sistema de monitorización.

El dimensionamiento de dichos elementos dependerá de la radiación y de las condiciones climáticas de la zona de estudio, como se verá desarrollado en este documento.

## **2. UBICACIÓN.**

La ubicación de la instalación fotovoltaica se proyecta en la parcela 88 del polígono 5 del término municipal de Mengíbar (Jaén), junto a la instalación fotovoltaica existente, la cual tiene su punto de vertido en la Estación de Bombeo de Piquillo.

La parcela rústica donde se ubicará la instalación se encuentra en las siguientes coordenadas UTM, según el sistema de referencias ETRS89 (Huso 30):

<b>COORDENADAS U.T.M.</b>	
<b>X (m):</b>	427.166
<b>Y (m):</b>	4.202.707

## **3. ESTIMACIÓN DE LA RADIACIÓN SOLAR DISPONIBLE.**

La energía aportada por nuestro campo fotovoltaico depende de la radiación solar incidente y del número de horas que los módulos fotovoltaicos reciben una radiación de al menos 1.000,00 W/m<sup>2</sup> (horas de pico solar).

Las horas de pico solar (HPS) dependen de la ubicación geográfica de la instalación fotovoltaica.

Para la estimación de las HPS se ha recurrido a la base de datos de Metenonorm V 8.0, cuyos resultaos se resumen a continuación:

<b>Geographical Site</b>	<b>Situation</b>
<b>MENGBAR POLIGONO 5 PARCELA 88</b>	Latitude 37.96 °N
España	Longitude -3.83 °W
	Altitude 357 m
	Time zone UTC+1

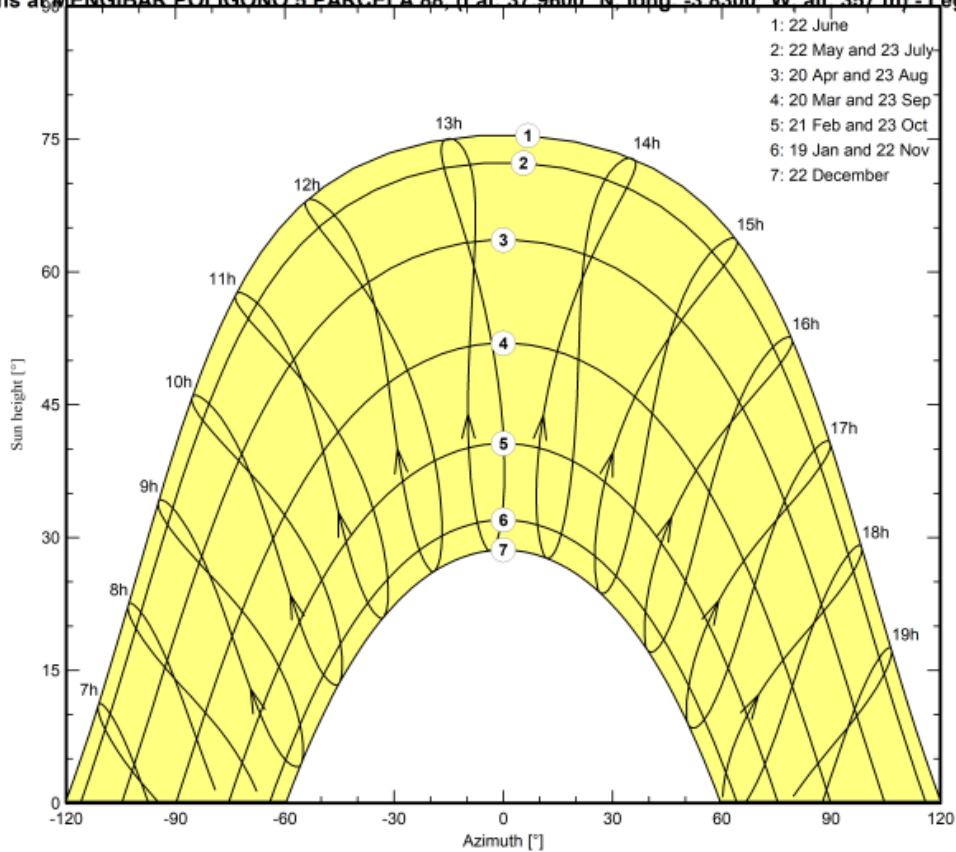
**Monthly Meteo Values**

Source Meteornorm 8.0 (2005-2017), Sat=100%

	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Year	
Horizontal global	70.9	86.7	137.7	169.3	209.0	227.7	236.8	207.5	155.6	112.7	75.0	64.3	1753.2	kWh/m <sup>2</sup>
Horizontal diffuse	31.7	36.6	56.5	61.8	76.6	72.8	66.9	64.3	53.9	43.6	30.0	26.7	621.4	kWh/m <sup>2</sup>
Extraterrestrial	143.2	171.5	245.6	293.9	342.9	347.6	351.9	320.6	260.3	209.6	150.9	129.8	2968.0	kWh/m <sup>2</sup>
Clearness Index	0.495	0.506	0.561	0.576	0.609	0.655	0.673	0.647	0.598	0.538	0.497	0.495	0.591	ratio
Ambient Temper.	7.8	9.5	12.8	15.5	20.1	25.1	28.2	28.1	23.2	18.4	11.6	8.6	17.4	°C
Wind Velocity	1.7	2.1	2.3	2.5	2.3	2.5	2.5	2.3	2.0	1.8	1.8	1.7	2.1	m/s

**Sun paths**

Solar paths at MENGBAR POLIGONO 5 PARCELA 88 (lat 37.9600° N, long -3.8300° W, alt 357 m) - Legal Time



#### 4. JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA.

La Comunidad de Regantes dispone de una superficie libre de 2,56 Ha, en el interior del recinto de una instalación fotovoltaica existente, perteneciente a la parcela 88 del polígono 5 del término municipal de Mengíbar.

Debido al tamaño de los módulos fotovoltaicos, la máxima potencia a instalar en dicha superficie podría ser de 2 MW.

Partiendo de dicho tamaño, para optimizar la producción de la instalación fotovoltaica, se ha hecho un análisis de la producción, para distintas inclinaciones, con la intención de obtener la inclinación óptima de la instalación.

El resultado de dicho análisis se resume a continuación:

MES	PRODUCCIÓN (kWh)					
	10°	15°	20°	25°	30°	35°
<b>ENERO</b>	176.766,00	190.679,00	203.245,00	214.424,00	224.178,00	232.485,00
<b>FEBRERO</b>	203.623,00	215.302,00	225.580,00	234.420,00	241.803,00	247.708,00
<b>MARZO</b>	301.865,00	312.443,00	321.050,00	327.749,00	332.564,00	335.460,00
<b>ABRIL</b>	347.909,00	352.498,00	355.064,00	355.604,00	354.158,00	350.697,00
<b>MAYO</b>	406.952,00	406.412,00	404.075,00	399.642,00	392.930,00	383.968,00
<b>JUNIO</b>	391.902,00	388.442,00	383.259,00	376.556,00	367.729,00	356.744,00
<b>JULIO</b>	441.597,00	439.114,00	434.291,00	427.702,00	418.958,00	407.678,00
<b>AGOSTO</b>	400.899,00	404.575,00	406.081,00	405.371,00	402.302,00	396.896,00
<b>SEPTIEMBRE</b>	294.018,00	301.743,00	307.679,00	311.814,00	314.149,00	314.673,00
<b>OCTUBRE</b>	230.748,00	241.459,00	250.648,00	258.297,00	264.393,00	268.923,00
<b>NOVIEMBRE</b>	183.204,00	197.200,00	209.804,00	220.948,00	230.624,00	238.814,00
<b>DICIEMBRE</b>	163.867,00	178.407,00	191.639,00	203.502,00	213.956,00	222.980,00
<b>AÑO</b>	<b>3.543.349,00</b>	<b>3.628.272,00</b>	<b>3.692.415,00</b>	<b>3.736.029,00</b>	<b>3.757.744,00</b>	<b>3.757.025,00</b>
<b>ABR.-OCT.</b>	<b>2.514.025,00</b>	<b>2.534.243,00</b>	<b>2.541.097,00</b>	<b>2.534.986,00</b>	<b>2.514.619,00</b>	<b>2.479.579,00</b>

Como puede observarse, la mayor producción anual se obtiene para una inclinación de 30° con **3.757.744,00 kWh**.

Sin embargo, durante la campaña de riego, que abarca desde los meses desde abril hasta octubre, que es cuando mayor producción se puede destinar al autoconsumo de la Comunidad de Regantes, la mayor producción se obtiene para una inclinación de 20°.

Por lo tanto, la inclinación de la instalación fotovoltaica se establece en 20°.

## 5. CÁLCULO DEL CAMPO GENERADOR.

### 5.1. Descripción de los elementos que lo constituyen.

#### 5.1.1. Módulos fotovoltaicos.

Los módulos fotovoltaicos serán comerciales de tipo estándar, construidos en silicio cristalino para garantizar un elevado rendimiento y fiabilidad.

Dispondrán de cristal antirreflejo, de una estructura con tratamiento anticorrosión y de una caja de conexiones con grado de protección IP68.

La longitud de cable de conexión será para montaje a tresbolillo y los conectores serán MC4 compatibles.

Las características físicas y técnicas de los módulos fotovoltaicos proyectados son las siguientes:

<b>CARACTERÍSTICAS FÍSICAS</b>	
Longitud (mm):	2.384,00
Ancho (mm):	1.303,00
Alto (mm):	35,00
Peso (kg):	34,00
<b>CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS EN CONDICIONES DE PRUEBA ESTANDAR (STC) *</b>	
Potencia de salida, $P_{max}$ (Wp):	660
Tolerancia de potencia de salida, $\Delta P_{max}$ (W):	0/+3
Eficiencia del módulo, $\eta_m$ (%):	21,25
Tensión en punto de máxima potencia, $V_{mpp}$ (V):	38,01

Corriente en punto de máxima potencia, $I_{mpp}$ (A):	17,36
Tensión de circuito abierto, $V_{oc}$ (V):	45,98
Corriente de cortocircuito, $I_{cc}$ (A):	18,26
<b>CONDICIONES OPERATIVAS</b>	
Tensión máxima del sistema (V):	1.500,00
Valor máximo del fusible en serie (A):	30,00
Limitación de corriente inversa (A):	30,00
<b>CARACTERÍSTICAS TÉRMICAS</b>	
Temperatura operativa nominal de la célula, NOCT (°C)	45 +/- 2
Variación de la tensión con la temperatura, $\beta_{Voc}$ (%/°C)	-0,25
Variación de la corriente con la temperatura, $\alpha_{Icc}$ (%/°C)	0,04
Variación de la potencia con la temperatura, $\gamma$ (%/°C)	-0,34

**NOTA:** Características de los módulos fotovoltaicos según las condiciones de prueba estándar STC: 1.000,00 W/m<sup>2</sup> de irradiación y 25 °C de temperatura de célula.

Se han seleccionado módulos a 1.500 V, ya que de esta manera se permite ajustar el número de módulos por *string* al número de módulos que puede albergar la estructura soporte seleccionada, sin con ello superar la tensión máxima permitida por el inversor cuando este opere a bajas temperaturas (invierno).

#### 5.1.2. Estructura soporte.

Los módulos de la instalación fotovoltaica se instalarán sobre una estructura metálica bi-poste que se hincará a una profundidad de 1,50 m.

La estructura, conformada por perfiles metálicos, permitirá la instalación de los módulos fotovoltaicos a la inclinación óptima. Además, vendrá provista de los soportes necesarios para la instalación de los inversores.

#### 5.1.3. Inversores.

Las características de los inversores se resumen a continuación.

<b>ENTRADA (DC)</b>	
Tensión máxima de entrada (V)	1.500,00
Número de MPPT	12
Rango de tensión MPP	650,00 - 1.350,00

Intensidad máxima por cada MPPT (A)	22
Intensidad máxima (A)	264,00
<b>SALIDA (AC)</b>	
Potencia nominal (kW)	175,00
Potencia nominal máxima (kVA)	185,00
Tensión nominal (V)	800,00
Frecuencia de red asignada (Hz)	50
Corriente máxima de salida (A)	134,00
Rendimiento máx./rendimiento europeo (%)	98,70/98,40
<b>DATOS GENERALES</b>	
Dimensiones (ancho/alto/fondo) (m)	1,086/0,87/0,45
Peso (kg)	77,00
Rango de temperatura de funcionamiento (°C)	-25/+60
Sistema de refrigeración	Ventilación inteligente
Tipo de protección (según IEC 60529)	IP66
Humedad relativa máx. sin condensación (%)	100,00
<b>COMUNICACIONES</b>	
Interfaz	Indicadores Led, BT + App
Protocolo de comunicaciones	USB, Modbus TCP, RS485

### 5.2. Inclinación.

Tras el estudio de alternativas realizado, la inclinación óptima de los módulos se ha establecido en 20°.

### 5.3. Orientación.

Los módulos de la instalación fotovoltaica, y con ello sus estructuras soporte, se deben instalar de manera que aprovechen la irradiación solar al máximo posible.

La orientación de un módulo se define como el ángulo de desviación respecto al sur geográfico de una superficie (ángulo Azimut).

En las instalaciones ubicadas en el hemisferio norte, los módulos deben de orientarse hacia el sur.

#### 5.4. Separación entre módulos.

Con la intención de evitar el sombreado entre módulos fotovoltaicos, se determina la distancia mínima a establecer entre ellos, a partir del cálculo propuesto en el *Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Conectadas a Red* publicado por el *Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE)*.

Esta distancia se obtiene de la siguiente expresión:

$$d_{\min} \geq \frac{h}{\tan(61^\circ - L)}$$

Siendo:

$d_{\min}$  = Distancia mínima entre módulos.

$h$  = Altura de la estructura.

$L$  = Latitud.

La altura de la estructura vendrá determinada por la altura del panel y la inclinación.

$$h = a \cdot \operatorname{sen} \alpha$$

Siendo:

$h$  = Altura de la estructura.

$a$  = anchura de la configuración de módulos.

$\alpha$  = máxima inclinación de la configuración de módulos.

Se opta por una configuración de módulos dos (2) filas en disposición vertical.

Por lo tanto:

$$h = (2 \cdot 2,384) \cdot \operatorname{sen}(20^\circ) = 1,63 \text{ m}$$

La distancia mínima entre series de módulos será:



$$d_{\min} \geq \frac{1,63}{\tan(61^\circ - 37,96)} = 3,83 \text{ m}$$

Por lo tanto, separación mínima entre módulos adoptada será de **4,00 m**.

### 5.5. Resguardo.

Los módulos fotovoltaicos se instalarán a una altura mínima libre desde el suelo de 0,50 m.

### 5.6. Temperaturas máximas y mínimas de los módulos.

Las temperaturas máximas y mínimas para la zona de estudio han sido consultadas en la red de estaciones meteorológicas nacional.

La estación meteorológica más cercana es la de Villatorres-Villargordo, cuyos datos se resumen a continuación:

Mes	T <sub>M</sub>	T <sub>m</sub>
Enero	19,00	-2,40
Febrero	21,90	-0,90
Marzo	27,40	1,40
Abril	30,10	3,50
Mayo	34,70	6,80
Junio	40,10	11,60
Julio	43,40	15,10
Agosto	42,50	15,30
Septiembre	38,30	10,60
Octubre	32,00	5,50
Noviembre	25,00	0,40
Diciembre	19,50	-1,50
<b>Año</b>	<b>44,00</b>	<b>-3,70</b>

Siendo:

T<sub>M</sub> = Temperatura media mensual de las máximas absolutas.

T<sub>m</sub> = Temperatura media mensual de las mínimas absolutas.

La temperatura máxima se determina para un nivel de irradiancia de 1.000 W/m<sup>2</sup> y para la máxima temperatura alcanzable en la zona de estudio.

En base a ello se calcula la temperatura máxima del módulo fotovoltaico a través de la siguiente expresión:

$$T_{\text{máx. mód.}} = T_{\text{amb.}} + \frac{\text{NOTC}-20}{800} \cdot I$$

Siendo:

$T_{\text{máx. mód.}}$  = Temperatura máxima del módulo.

$T_{\text{amb.}}$  = Temperatura máxima alcanzable en la zona de estudio.

NOTC = Temperatura operativa nominal de la célula.

I = Irradiancia.

Por lo tanto:

$$T_{\text{máx. mód.}} = 44,00 + \frac{44-20}{800} \cdot 1.000 = 74,00^{\circ}\text{C}$$

Por otro lado, la temperatura mínima del módulo se determina para un nivel de irradiancia de 100 W/m<sup>2</sup> y para la mínima temperatura alcanzable en la zona de estudio.

En base a ello se calcula la temperatura mínima del módulo fotovoltaico a través de la siguiente expresión:

$$T_{\text{mín. mód.}} = t_{\text{amb}} + \frac{\text{NOTC}-20}{800} \cdot I$$

Siendo:

$T_{\text{mín. mód.}}$  = Temperatura mínima del módulo.

$t_{\text{amb.}}$  = Temperatura mínima alcanzable en la zona de estudio.

NOTC = Temperatura operativa nominal de la célula.

I = Irradiancia.

Por lo tanto:

$$T_{\text{mín módulo}} = -3,70 + \frac{40-20}{800} \cdot 100 = -1,20^{\circ}\text{C}$$

### 5.7. Número máximo de módulos en serie.

El número máximo de módulos en serie depende de la siguiente expresión:

$$N_{\text{máx. mód. serie}} = \frac{V_{\text{máx DC.}}}{V_{\text{OC mód. mín.}}}$$

Siendo:

$N_{\text{máx. mód. serie}}$  = Número máximo de módulos a instalar en serie.

$V_{\text{máx. DC}}$  = Tensión de alimentación máxima DC.

$V_{\text{OC mód. mín.}}$  = Tensión a circuito abierto de los módulos a la temperatura mínima.

La tensión a circuito abierto de los módulos está medida a 25 °C, por lo que partiendo del coeficiente de variación de la tensión con la temperatura habrá que obtener dicho valor para la temperatura mínima alcanzada en el módulo, que es la más desfavorable.

De este modo,

$$V_{\text{OC mód. mín.}} = V_{\text{OC mód.}} \cdot (1 + (T_{\text{mín módulo}} - 25) \cdot \beta_{\text{Voc}})$$

Siendo:

$V_{\text{OC mód. mín.}}$  = Tensión a circuito abierto de los módulos a la temperatura mínima.

$V_{\text{OC mód.}}$  = Tensión a circuito abierto de los módulos a 25 °C.

- $T_{\text{mín mód.}}$  = Temperatura mínima del módulo fotovoltaico.  
 $\beta_{\text{Voc}}$  = Variación de la tensión del módulo con la temperatura.

Por lo tanto:

$$V_{\text{OC mód. mín.}} = 45,98 \cdot \left(1 + (-1,20 - 25) \cdot \frac{-0,25}{100}\right) = 48,99 \text{ V}$$

Por lo que, el número máximo de módulos que podremos conectar en serie, será de:

$$N_{\text{máx. mód. serie}} = \frac{1.500,00}{48,99} = 30,62 \text{ módulos} \approx \mathbf{30 \text{ módulos}}$$

### 5.8. Número máximo de *strings*.

El número máximo de *strings*, o ramas en paralelo, depende de la siguiente expresión:

$$N_{\text{máx. ramas}} = \frac{\sum I_{\text{CC máx. inv.}}}{I_{\text{CC mód. máx.}}}$$

Siendo:

- $N_{\text{máx. ramas}}$  = Número máximo de *strings*.  
 $\sum I_{\text{CC máx. inv.}}$  = Suma de las intensidades de cortocircuito de los inversores.  
 $I_{\text{CC mód. máx.}}$  = Intensidad de cortocircuito del módulo a temperatura máxima.

La intensidad de cortocircuito de los módulos está medida a 25°C, por lo que partiendo del coeficiente de variación de la intensidad con la temperatura habrá que obtener dicho valor para la temperatura máxima obtenida en el módulo fotovoltaico, que es la más desfavorable.

De este modo,

$$I_{CC \text{ mód. máx.}} = I_{CC \text{ mód.}} \cdot (1 + (T_{\text{máx. mod.}} - 25) \cdot \alpha_{I_{CC}})$$

Siendo:

$I_{CC \text{ mód. máx.}}$  = Intensidad de cortocircuito del módulo a temperatura máxima.

$I_{CC \text{ mód.}}$  = Intensidad de cortocircuito del módulo a 25 °C.

$T_{\text{máx. mod.}}$  = Temperatura máxima del módulo fotovoltaico.

$\alpha_{I_{CC}}$  = Variación de la corriente con la temperatura.

Por lo tanto,

$$I_{CC \text{ mód. máx.}} = 18,26 \cdot \left( 1 + (74,00 - 25) \cdot \frac{0,04}{100} \right) = 18,62 \text{ A}$$

Por lo que, el número máximo de *strings* a instalar, dependiendo del inversor, el siguiente:

$$N_{\text{máx. strings}} = \frac{360,00}{18,62} = 19,33 \text{ strings} \approx 19 \text{ strings}$$

### 5.9. Dimensión del campo fotovoltaico.

La instalación fotovoltaica proyectada se compone de once (11) inversores de tipo *String* de 175 kW, con la siguiente distribución:

INVERSOR	Nº MODULOS EN SERIE	Nº STRINGS	Nº MÓDULOS	POTENCIA INSTALADA (kWp)
1	26	12	312	205,92
2	26	12	312	205,92
3	26	12	312	205,92
4	26	12	312	205,92
5	26	12	312	205,92
6	26	12	312	205,92
7	26	12	312	205,92
8	26	12	312	205,92
9	26	12	312	205,92
10	26	12	312	205,92

<b>INVERSOR</b>	<b>Nº MODULOS EN SERIE</b>	<b>Nº STRINGS</b>	<b>Nº MÓDULOS</b>	<b>POTENCIA INSTALADA (kWp)</b>
11	26	12	312	205,92
	<b>TOTAL</b>	<b>132</b>	<b>3.432</b>	<b>2.265,12</b>

## **6. RESULTADOS.**

Los cálculos descritos anteriormente han sido simulados mediante herramientas informáticas y sus resultados se muestran a continuación:

<b>Resumen del proyecto</b>			
<b>Sitio geográfico</b> MENGIBAR POLIGONO 5 PARCELA 88 España		<b>Situación</b> Latitud 37.96 °N Longitud -3.83 °W Altitud 357 m Zona horaria UTC+1	
<b>Datos meteo</b> MENGIBAR POLIGONO 5 PARCELA 88 Meteonorm 8.0 (2005-2017), Sat=100% - Sintético		<b>Configuración del proyecto</b> Albedo 0.20	
<b>Resumen del sistema</b>			
<b>Sistema conectado a la red</b>		<b>Sistema de tierra (tablas) sobre una colina</b>	
<b>Orientación campo FV</b> Plano fijo Inclinación/Azimut 20 / -8 °		<b>Sombreados cercanos</b> Sombreados lineales	<b>Necesidades del usuario</b> Carga ilimitada (red)
<b>Información del sistema</b>		<b>Inversores</b>	
<b>Conjunto FV</b>		Núm. de unidades	11 unidades
Núm. de módulos	3432 unidades	Pnom total	1925 kWca
Pnom total	2265 kWp	Proporción Pnom	1.177
<b>Resumen de resultados</b>			
Energía producida	3647373 kWh/año	Producción específica	1610 kWh/kWp/año
		Proporción rend. PR	81.91 %

**Parámetros generales**

<b>Sistema conectado a la red</b>		<b>Sistema de tierra (tablas) sobre una colina</b>	
<b>Orientación campo FV</b>		<b>Configuración de cobertizos</b>	<b>Modelos usados</b>
Orientación		Núm. de cobertizos	132 unidades
Plano fijo		Conjuntos idénticos	
Inclinación/Azimut	20 / -8 °	<b>Tamaños</b>	
		Espaciamiento cobertizos	8.49 m
		Ancho de colector	4.79 m
		Proporc. cob. suelo (GCR)	56.4 %
		<b>Ángulo límite de sombreado</b>	
		Ángulo límite de perfil	22.7 °
<b>Horizonte</b>		<b>Sombreados cercanos</b>	
Horizonte libre		Sombreados lineales	
		<b>Necesidades del usuario</b>	
		Carga ilimitada (red)	

**Características del conjunto FV**

<b>Módulo FV</b>		<b>Inversor</b>	
Fabricante	RECOM	Fabricante	ABB
Modelo	RCM-660-8BMM-12-G12-35-ST-15V-002	Modelo	PVS-175-TL
(Definición de parámetros personalizados)		(Base de datos PVsyst original)	
Unidad Nom. Potencia	660 Wp	Unidad Nom. Potencia	175 kWca
Número de módulos FV	3432 unidades	Número de inversores	132 * MPPT 8% 11 unidades
Nominal (STC)	2265 kWp	Potencia total	1925 kWca
Módulos	132 Cadenas x 26 En series	Voltaje de funcionamiento	650-1350 V
<b>En cond. de funcionam. (50°C)</b>		Potencia máx. (=>30°C)	185 kWca
Pmpp	2071 kWp	Proporción Pnom (CC:CA)	1.18
U mpp	900 V		
I mpp	2301 A		
<b>Potencia FV total</b>		<b>Potencia total del inversor</b>	
Nominal (STC)	2265 kWp	Potencia total	1925 kWca
Total	3432 módulos	Número de inversores	11 unidades
Área del módulo	10661 m <sup>2</sup>	Proporción Pnom	1.18
Área celular	9989 m <sup>2</sup>		

**Pérdidas del conjunto**

<b>Pérdidas de suciedad del conjunto</b>		<b>Factor de pérdida térmica</b>		<b>Pérdidas de cableado CC</b>					
Frac. de pérdida	2.0 %	Temperatura módulo según irradiancia		Res. conjunto global	4.3 mΩ				
		Uc (const)	29.0 W/m <sup>2</sup> K	Frac. de pérdida	1.0 % en STC				
		Uv (viento)	0.0 W/m <sup>2</sup> K/m/s						
<b>LID - Degradación Inducida por Luz</b>		<b>Pérdida de calidad módulo</b>		<b>Pérdidas de desajuste de módulo</b>					
Frac. de pérdida	2.0 %	Frac. de pérdida	-0.2 %	Frac. de pérdida	2.0 % en MPP				
<b>Pérdidas de desajuste de cadenas</b>									
Frac. de pérdida	0.1 %								
<b>Factor de pérdida IAM</b>	Efecto de incidencia (IAM): Perfil definido por el usuario								
	0°	30°	50°	60°	70°	75°	80°	85°	90°
	1.000	1.000	1.000	1.000	0.986	0.965	0.912	0.702	0.000



**Pérdidas del sistema.**
**Indisponibilidad del sistema**

Frac. de tiempo	2.0 %
	7.3 días,
	3 periodos

**Pérdidas de cableado CA**
**Línea de salida del inv. hasta transfo MV**

Voltaje inversor	800 Vca tri
Frac. de pérdida	1.01 % en STC

**Inversor: PVS-175-TL**

Sección cables (11 Inv.)	Alu 11 x 3 x 150 mm <sup>2</sup>
Longitud media de los cables	154 m

**Línea MV hasta inyección**

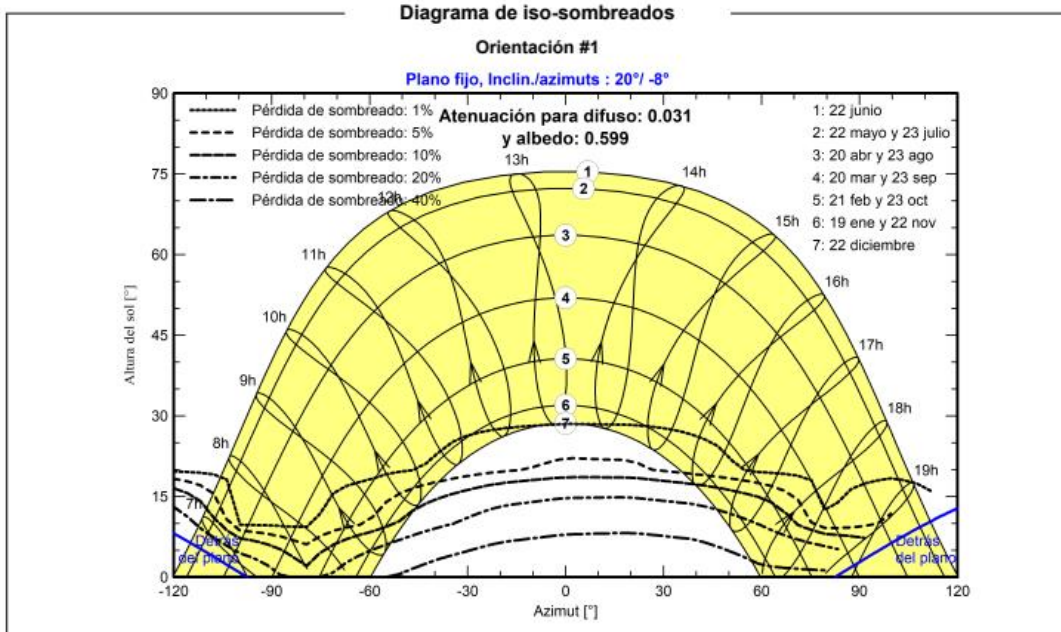
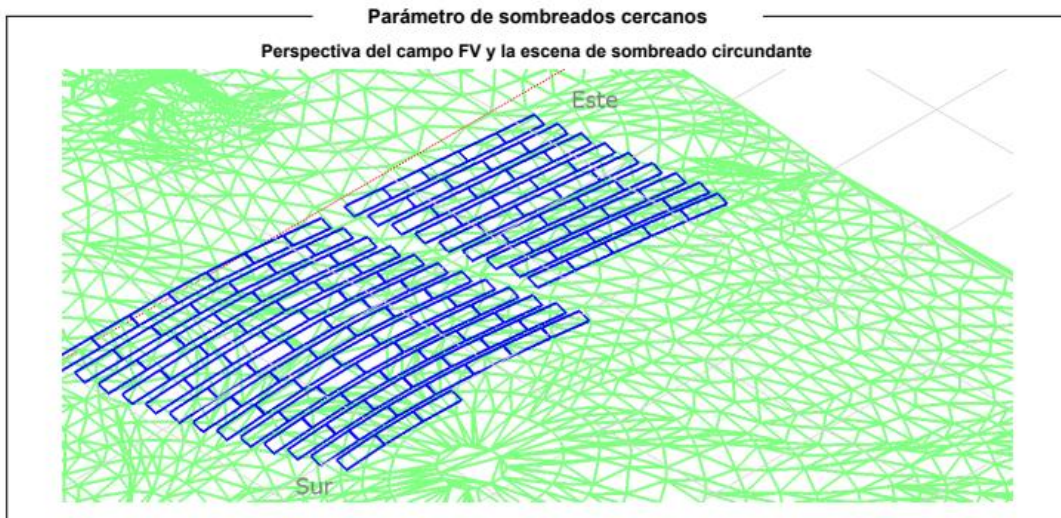
Voltaje MV	25 kV
Cables	Alu 3 x 150 mm <sup>2</sup>
Longitud	13650 m
Frac. de pérdida	1.02 % en STC

**Pérdidas de CA en transformadores**
**Transfo MV**

Voltaje de red	25 kV
----------------	-------

**Pérdidas operativas en STC**

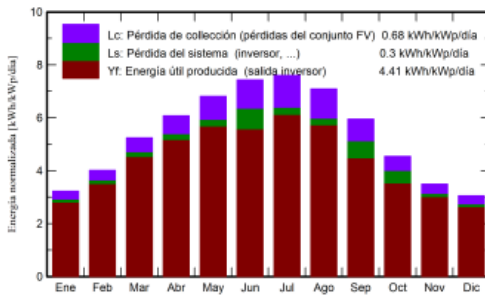
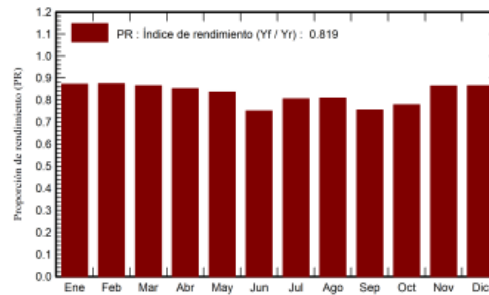
Potencia nominal en STC	2217 kVA
Pérdida de hierro (Conexión 24/24)	2.22 kW
Frac. de pérdida	0.10 % en STC
Resistencia equivalente de bobinas	3 x 2.89 mΩ
Frac. de pérdida	1.00 % en STC



**Resultados principales**
**Producción del sistema**

Energía producida 3647373 kWh/año

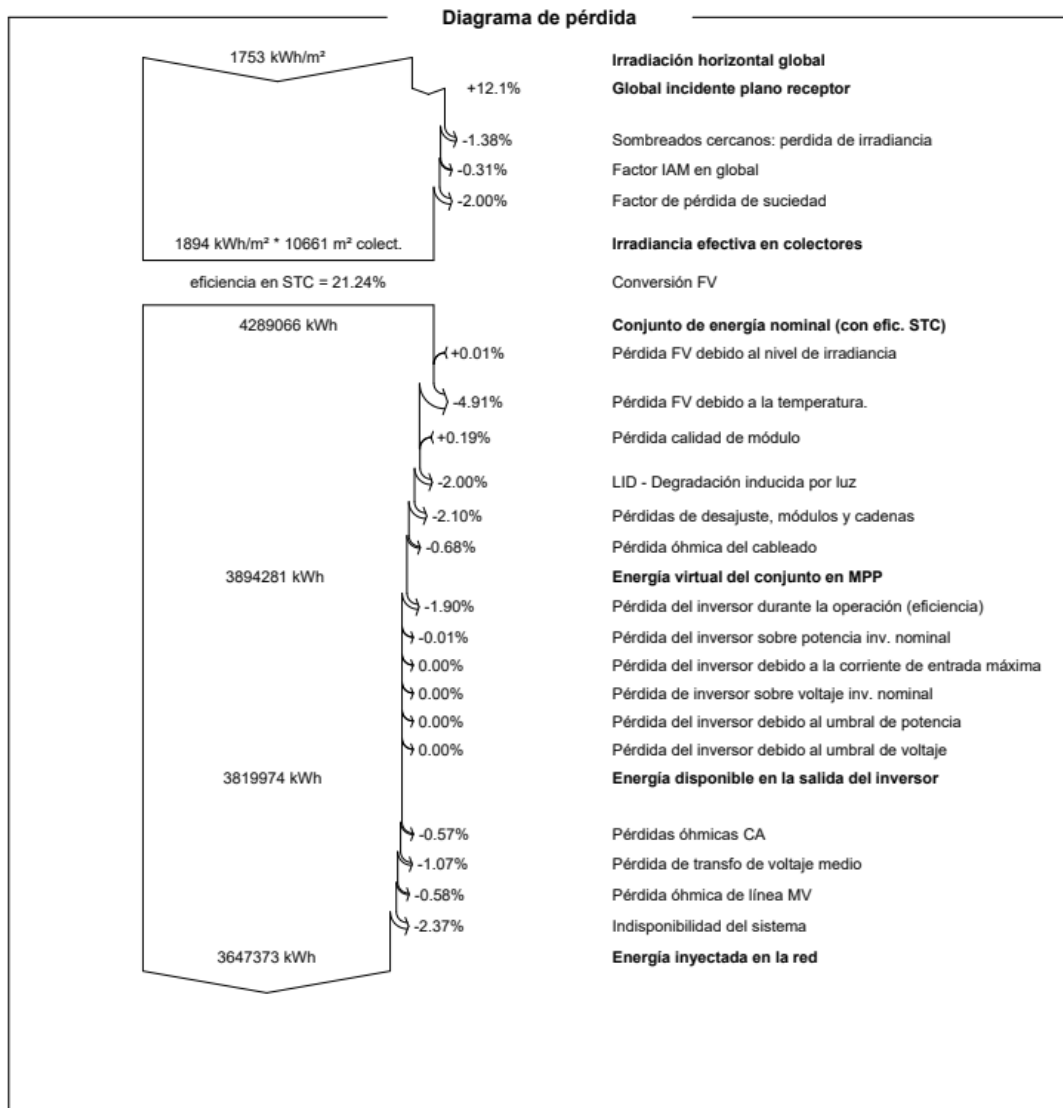
 Producción específica 1610 kWh/kWp/año  
 Proporción de rendimiento (PR) 81.91 %

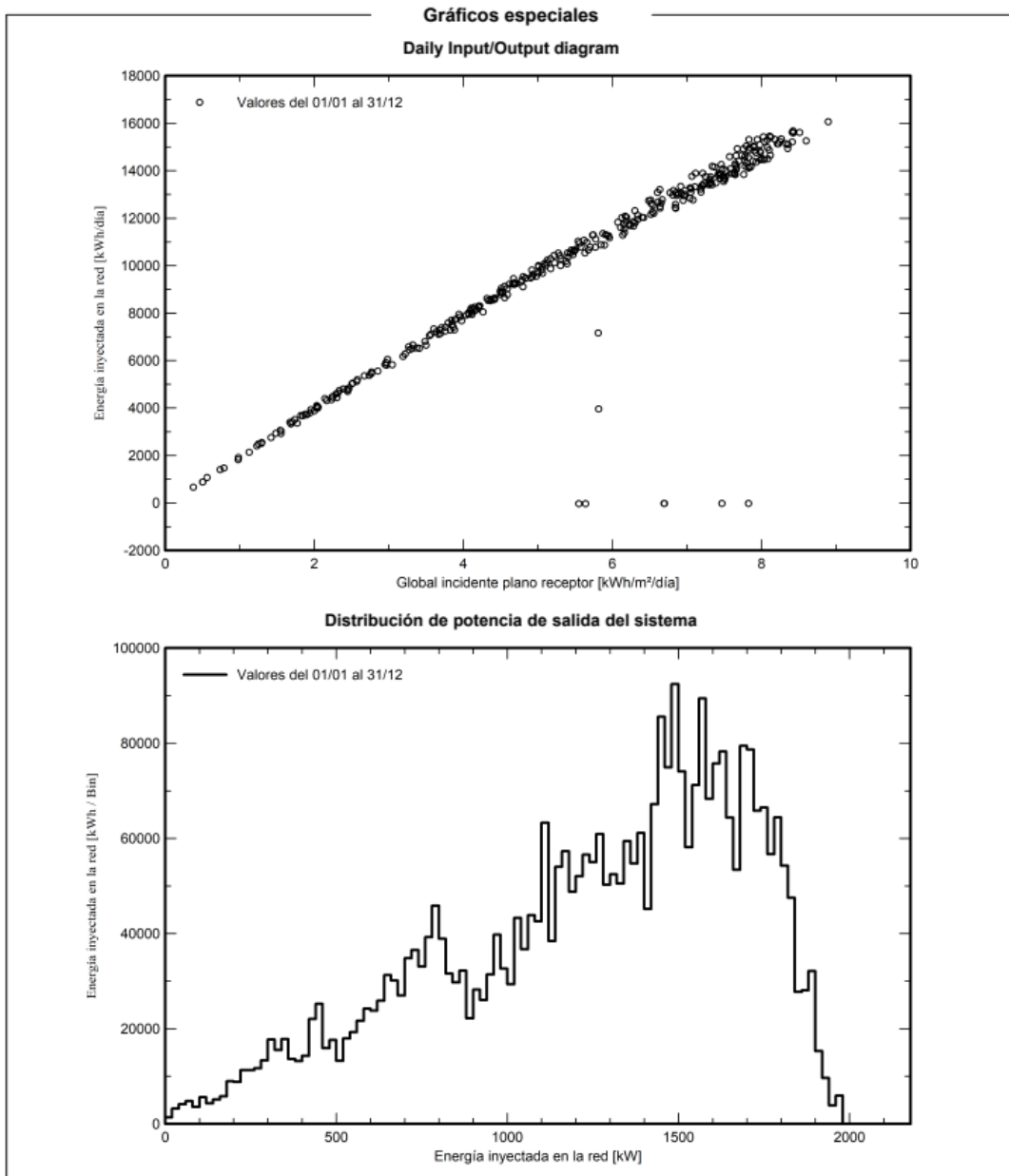
**Producciones normalizadas (por kWp instalado)**

**Proporción de rendimiento (PR)**

**Balances y resultados principales**

	GlobHor kWh/m <sup>2</sup>	DiffHor kWh/m <sup>2</sup>	T_Amb °C	GlobInc kWh/m <sup>2</sup>	GlobEff kWh/m <sup>2</sup>	EArray kWh	E_Grid kWh	PR proporción
Enero	70.9	31.68	7.79	100.0	94.6	205818	197755	0.873
Febrero	86.7	36.56	9.48	112.4	108.1	232114	222776	0.875
Marzo	137.7	56.47	12.78	162.5	157.0	331747	318363	0.865
Abril	169.3	61.82	15.49	182.2	176.1	367160	351772	0.852
Mayo	209.0	76.57	20.14	211.3	204.3	417355	399968	0.836
Junio	227.7	72.84	25.14	223.1	215.8	432266	379398	0.751
Julio	236.8	66.86	28.21	235.6	228.0	449188	430280	0.806
Agosto	207.5	64.33	28.11	219.9	213.0	420368	402903	0.809
Septiembre	155.6	53.93	23.19	178.5	172.6	349182	305216	0.755
Octubre	112.7	43.62	18.36	140.8	135.9	281943	248374	0.779
Noviembre	75.0	29.99	11.63	104.9	99.7	213800	205213	0.864
Diciembre	64.3	26.74	8.62	94.6	88.9	193082	185355	0.865
<b>Año</b>	<b>1753.3</b>	<b>621.43</b>	<b>17.46</b>	<b>1965.8</b>	<b>1894.1</b>	<b>3894023</b>	<b>3647373</b>	<b>0.819</b>

**Leyendas**

GlobHor	Irradiación horizontal global	EArray	Energía efectiva a la salida del conjunto
DiffHor	Irradiación difusa horizontal	E_Grid	Energía inyectada en la red
T_Amb	Temperatura ambiente	PR	Proporción de rendimiento
GlobInc	Global incidente plano receptor		
GlobEff	Global efectivo, corr. para IAM y sombreados		





ANEJO V

**INSTALACIONES ELÉCTRICAS**

**PROYECTO DE EJECUCIÓN DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA  
DE 2 MW PARA AUTOCONSUMO DE LOS SECTORES  
IV, V Y VI DE LA COMUNIDAD DE REGANTES  
“SANTA MARÍA MAGDALENA”**

TÉRMINO MUNICIPAL: MENGÍBAR (JAÉN)

PROMOTOR: COMUNIDAD DE REGANTES “SANTA MARÍA MAGDALENA”

## ANEJO V. INSTALACIONES ELÉCTRICAS

### ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.	7
2. NORMATIVA.	8
3. LÍNEA ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN EN CORRIENTE CONTINUA.	9
3.1. Generalidades.	9
3.2. Descripción de los elementos de la instalación.	9
3.2.1. Series de módulos.	9
3.2.2. Inversores tipo String.	9
3.2.3. Conductor de baja tensión en corriente continua.	10
3.3. Cálculo de conductores de baja tensión en corriente continua.	11
3.3.1. Criterio de intensidad máxima admisible.	11
3.3.2. Criterio de Caída de Tensión.	11
3.3.3. Criterio de Intensidad de Cortocircuito.	12
3.3.4. Resultado del cálculo.	13
3.4. Protecciones.	13

3.4.1. Esquema de conexión.	13
3.4.2. Protección de las series con fusibles.	13
3.4.3. Protección contra sobretensiones.	14
3.4.4. Interruptor seccionador en carga.	14
3.4.5. Puesta a tierra.	14
<b>4. INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN EN CORRIENTE ALTERNA.</b>	<b>16</b>
4.1. Generalidades.	16
4.2. Descripción de los elementos de la instalación.	17
4.3. Cálculo de conductores de baja tensión en corriente continua.	17
4.3.1. Criterio de intensidad máxima admisible.	17
4.3.2. Criterio de caída de tensión.	17
4.3.3. Criterio de Intensidad de Cortocircuito.	18
4.3.4. Resultado del cálculo.	18
<b>5. CENTRO DE BAJA TENSIÓN (CBT).</b>	<b>23</b>
5.1. Introducción.	23
5.2. Descripción.	23
5.3. Envoltorio.	24
5.4. Placa Piso.	24
5.5. Accesos.	25
5.6. Acabado.	25
5.7. Alumbrado.	25
5.8. Cimentación.	25



5.9. Acondicionamiento de aire. _____	25
5.10. Características detalladas. _____	26
5.11. Características de los cuadros de protección de B.T. _____	26
5.12. Puesta a tierra del Centro de Baja Tensión. _____	27
<b>6. TRANSFORMADORES. _____</b>	<b>32</b>
6.1. Programa de necesidades y potencia instalada en kVA. _____	32
6.2. Características del transformador de potencia. _____	32
<b>7. CENTRO DE MEDIA TENSIÓN (CMT). _____</b>	<b>35</b>
7.1. Descripción. _____	35
7.2. Envolvente. _____	36
7.3. Placa piso. _____	37
7.4. Accesos. _____	37
7.5. Ventilación. _____	37
7.6. Acabado. _____	37
7.7. Alumbrado. _____	38
7.8. Varios. _____	38
7.9. Cimentación. _____	38
7.10. Características detalladas. _____	38
7.11. Instalación eléctrica. _____	38
7.11.1. Características de la red de alimentación. _____	38
7.11.2. Características de la aparamenta de media tensión. _____	39

7.11.3. Base y frente.	39
7.11.4. Interruptor/Seccionador/Seccionador de puesta a tierra.	39
7.11.5. Mecanismo de maniobra.	40
7.11.6. Fusibles (Celda modulares).	40
7.11.7. Características descriptivas de la aparamenta MT y transformadores.	40
<b>7.12. Sensores de Tensión.</b>	<b>47</b>
<b>7.13. Puesta a tierra.</b>	<b>48</b>
7.13.1. Tierra de protección.	48
7.13.2. Tierra de servicio.	48
<b>7.14. Instalaciones secundarias.</b>	<b>48</b>
7.14.1. Alumbrado.	48
7.14.2. Protección contra incendios.	48
7.14.3. Armario de primeros auxilios.	49
7.14.4. Medidas de seguridad.	49
7.14.5. Líneas de servicios auxiliares del CBT.	49
<b>7.15. Limitación de campos magnéticos.</b>	<b>50</b>
<b>7.16. Nivel de Ruido.</b>	<b>52</b>
<b>7.17. Requisitos del equipo de medida.</b>	<b>52</b>
<b>7.18. Cálculos.</b>	<b>52</b>
7.18.1. Intensidad de media tensión.	52
7.18.2. Intensidad de baja tensión.	53
7.18.3. Cortocircuitos.	53
<b>7.19. Dimensionado del embarrado de servicio.</b>	<b>54</b>

7.19.1. Comprobación por densidad de corriente.	54
7.19.2. Comprobación por sollicitación electrodinámica.	55
7.19.3. Comprobación por sollicitación térmica	55
7.19.4. Protección contra sobrecargas y cortocircuitos	55
7.19.5. Dimensionado de los puentes de MT.	57
7.19.6. Dimensionado de los puentes de BT.	57
7.19.7. Dimensionado de la ventilación del CMT.	58
7.19.8. Dimensionado del pozo apagafuegos.	58
7.19.9. Cálculo de las instalaciones de puesta a tierra.	58
<b>8. LÍNEA DE EVACUACIÓN SUBTERRANEA DE MEDIA TENSIÓN.</b>	<b>64</b>
<b>8.1. Conductor de la línea de media tensión.</b>	<b>64</b>
8.1.1. Características del conductor.	64
8.1.2. Terminaciones.	65
8.1.3. Empalmes.	65
<b>8.2. Cálculos justificativos.</b>	<b>65</b>
8.2.1. Introducción.	65
8.2.2. Características eléctricas del conductor.	65
8.2.3. Intensidades máximas admisibles para el cable.	67
8.2.4. Cálculo de la caída de tensión.	71
8.2.5. Intensidad máxima admisible para el cable en cortocircuito.	72
8.2.6. Intensidad máxima admisible para la pantalla en cortocircuito.	74
8.2.7. Protecciones.	74
8.2.8. Caída de tensión.	74
<b>9. CENTRO DE SECCIONAMIENTO.</b>	<b>75</b>

10. SISTEMA ANTIVERTIDO. \_\_\_\_\_ 76

11. SISTEMA DE MONITORIZACIÓN. \_\_\_\_\_ 79

**PROYECTO DE EJECUCIÓN DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA  
DE 2 MW PARA AUTOCONSUMO DE LOS SECTORES  
IV, V Y VI DE LA COMUNIDAD DE REGANTES  
“SANTA MARÍA MAGDALENA”**

TÉRMINO MUNICIPAL: MENGÍBAR (JAÉN)

PROMOTOR: COMUNIDAD DE REGANTES “SANTA MARÍA MAGDALENA”

## ANEJO V. INSTALACIONES ELÉCTRICAS

### 1. INTRODUCCIÓN.

En el presente anejo se justifican y definen las obras e instalaciones eléctricas necesarias para el cumplimiento del objetivo establecido en el *Proyecto de Ejecución de Instalación Fotovoltaica de 2 MW para Autoconsumo de los Sectores IV, V y VI de la Comunidad de Regantes “Santa María Magdalena”*.

Desde el punto de vista eléctrico, en la instalación eléctrica proyectada podemos distinguir las siguientes partes bien diferenciadas:

- Instalación Eléctrica de Baja Tensión (BT) en corriente continua.
- Instalación Eléctrica de Baja Tensión (BT) en corriente alterna.
- Centro de Baja Tensión.
- Centro de Media Tensión.
- Línea de evacuación subterránea de M.T.
- Centro de Seccionamiento.
- Conexión con Estación de Bombeo.
- Sistema antivertido.
- Sistema de monitorización.

En este tipo de instalaciones se tendrán en cuenta principalmente el REBT, RAT (incluyendo sus normas UNE correspondientes) y especialmente por la ITC-BT-040 Instalaciones Generadoras de BT.

De acuerdo con la normativa NRZ-104, las instalaciones de conexión de generadores y su desarrollo se regirán según los artículos 30 y 32 del *RD 1955/2000 por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica*. Las instalaciones de conexión de generadores no formarán parte de las redes de distribución.

## **2. NORMATIVA.**

Para la realización de los cálculos desarrollados a continuación se ha tenido en cuenta la siguiente normativa:

- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión R.D. 842/2.002 y en particular, su instrucción técnica complementaria y ITC-BT-40 (Instalaciones Generadoras de Baja Tensión).
- Reglamento sobre condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Líneas Eléctricas de Media Tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09, aprobadas según Real Decreto 223/2.008, de 15 de febrero. En especial la ITC-LAT 06 (líneas subterráneas con cables aislados).
- Norma UNE HD 60364-5-52:2.011 (Instalaciones Eléctricas de Edificios. Parte 5: Selección e Instalación de Equipos Eléctricos. Capítulo 52: Canalizaciones. Sección 523: Corrientes Admisibles).
- Pliego de Condiciones Técnicas del Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE).
- Orden de 26 de marzo de 2.007, por la que se aprueban las especificaciones técnicas de las instalaciones fotovoltaicas andaluzas.

- Resolución de 26 de marzo de 2.018, de la Dirección General de Industria, Energía y Minas, por la que se aprueba la Instrucción Técnica Componentes (ITC-FV-04) de la Orden de marzo de 2.007, por la que se aprueban las especificaciones técnicas de las instalaciones fotovoltaicas andaluzas.
- Real Decreto 337/2.014, 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, en especial la ITC-RAT 14 sobre “instalaciones eléctricas de interior” y la ITC-RAT 16 sobre “conjuntos prefabricados de aparamenta bajo envolvente metálica hasta 52 kV.

### **3. LÍNEA ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN EN CORRIENTE CONTINUA.**

#### **3.1. Generalidades.**

La instalación eléctrica de baja tensión en corriente continua comprende todo el sistema de cableado desde las series de módulos fotovoltaicos hasta los inversores tipo *String*.

#### **3.2. Descripción de los elementos de la instalación.**

##### *3.2.1. Series de módulos.*

Los módulos fotovoltaicos irán conectados en series de 26 módulos, desde donde partirá un conductor en corriente continua hasta su correspondiente inversor tipo *String*.

##### *3.2.2. Inversores tipo String.*

Los inversores tipo *String*, irán fijados sobre pie metálico o de hormigón prefabricado.

Son los encargados de poner en paralelo las agrupaciones de series. En nuestro caso, se eligen inversores de hasta 12 entradas MPPT.

Los inversores tipo *String* tendrán un grado de protección mínima de IP66 y estarán dotados en su interior de los siguientes elementos:

- Dispositivo de desconexión del lado de entrada.
- Protección anti-isla.
- Protección contra sobre intensidades AC.
- Protección contra polaridad inversa DC.
- Monitoreo de fallos de las series.
- Protección pararrayos AC/DC Tipo II.
- Detección de resistencia de aislamiento DC.
- Monitoreo de corriente residual.
- Elementos para lectura de datos y monitorización.

### 3.2.3. *Conductor de baja tensión en corriente continua.*

Para la elección y el dimensionamiento de los conductores se han aplicado los siguientes criterios:

- Tensión de operación: 1.500 Vdc
- Caída de tensión máxima admisible hasta la entrada a los Inversores: < 1,5%
- Intensidades de cálculo: maximizada un 25%

El conductor empleado en el cableado que une los módulos fotovoltaicos y las cajas de Strings, será de las siguientes características:

- Conductor: Cobre.
- Sección: 10 mm<sup>2</sup>.
- Tensión de servicio: 1,5kV DC.
- Tensión máxima permitida: 1,8kV DC.
- Aislamiento y cubierta exterior: Elastómero termoestable.

La conexión se realizará mediante conectores tipo MC4 con las siguientes características:



- Corriente nominal: hasta 30A.
- Tensión máxima: 1.500Vdc.
- Grado de protección: IP67.
- Rango de temperatura: -40°C hasta +90°C.

### **3.3. Cálculo de conductores de baja tensión en corriente continua.**

El resultado de cálculo para determinar y validar la sección de los conductores de baja tensión en corriente continua, según el criterio térmico y de caída de tensión, se recogen a continuación.

#### *3.3.1. Criterio de intensidad máxima admisible.*

La intensidad máxima admisible de las líneas de corriente alterna de salida de cada inversor se calculará teniendo en cuenta la potencia de este y que la instalación es trifásica:

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

Siendo:

P = Potencia en W

V = Tensión en V

Se instalará un conductor diseñado según el estándar europeo EN 50618 y el estándar internacional IEC 62930, que garantiza una calidad a lo largo de la vida útil de la instalación fotovoltaica.

Con el valor de intensidad de cortocircuito en condiciones STC (Condiciones de Prueba Estándares) para realizar el cálculo obtendremos la sección por intensidad admisible y por intensidad de cortocircuito en un solo cálculo.

#### *3.3.2. Criterio de Caída de Tensión.*

Para el criterio de caída de tensión se tendrá en cuenta la siguiente fórmula.

$$\Delta V = \frac{2 \cdot \rho \cdot L \cdot I}{S}$$

Siendo:

$\Delta V$  = Caída de tensión en V

$\rho$  = Resistividad del conductor

L = Longitud del Conductor

I = Intensidad de servicio permanente

S = Sección del conductor

n = Número de conductores por fase

Según el punto 5 de la ITC-BT40 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT), la caída de tensión entre el generador y el punto de conexión a la red interior debe de ser como máximo del 1,5%.

Se considerará, por tanto, el 1,5% de caída de tensión entre los paneles y el inversor.

En valor absoluto:

$$\% \Delta V = \frac{\Delta V}{V} \cdot 100$$

En el cuadro de cálculo de secciones se detallan las distintas caídas de tensión de la red de corriente continua de la planta.

### 3.3.3. *Criterio de Intensidad de Cortocircuito.*

Este cálculo es implícito al criterio de la intensidad admisible, pues se ha partido de la intensidad de cortocircuito de los módulos fotovoltaicos para calcular la sección. Las protecciones de las series están dentro de los inversores tipo *String*, al tener entrada directa de las cadenas sin caja de conexiones previa.

### 3.3.4. Resultado del cálculo.

A continuación, se muestra el resultado del cálculo de los conductores de baja tensión en corriente continua.

TRAMO							CRITERIO DE INTENSIDAD MÁX ADMISIBLE							CRITERIO DE CAIDA DE TENSIÓN		
Tramo	L (m)	Método	I (A)	Coef	I cal. (A)	V (V)	CU/ALS (mm <sup>2</sup> )	Cond./Fase	I adm (A)	Coef. T <sub>amb</sub>	Coef. Res.	Coef. Agr.	I adm* (A)	¿CUMPLE?	ΔV (V)	ΔV (%)
SERIE-INV.01	130,00	D1	18,26	1,25	22,83	988,26	CU 10	1	69,70	0,97	1,00	0,45	30,42	CUMPLE	10,683	1,081
SERIE-INV.02	130,00	D1	18,26	1,25	22,83	988,26	CU 10	1	69,70	0,97	1,00	0,45	30,42	CUMPLE	10,683	1,081
SERIE-INV.03	130,00	D1	18,26	1,25	22,83	988,26	CU 10	1	69,70	0,97	1,00	0,45	30,42	CUMPLE	10,683	1,081
SERIE-INV.04	130,00	D1	18,26	1,25	22,83	988,26	CU 10	1	69,70	0,97	1,00	0,45	30,42	CUMPLE	10,683	1,081
SERIE-INV.05	130,00	D1	18,26	1,25	22,83	988,26	CU 10	1	69,70	0,97	1,00	0,45	30,42	CUMPLE	10,683	1,081
SERIE-INV.06	130,00	D1	18,26	1,25	22,83	988,26	CU 10	1	69,70	0,97	1,00	0,45	30,42	CUMPLE	10,683	1,081
SERIE-INV.07	130,00	D1	18,26	1,25	22,83	988,26	CU 10	1	69,70	0,97	1,00	0,45	30,42	CUMPLE	10,683	1,081
SERIE-INV.08	130,00	D1	18,26	1,25	22,83	988,26	CU 10	1	69,70	0,97	1,00	0,45	30,42	CUMPLE	10,683	1,081
SERIE-INV.09	130,00	D1	18,26	1,25	22,83	988,26	CU 10	1	69,70	0,97	1,00	0,45	30,42	CUMPLE	10,683	1,081
SERIE-INV.10	126,00	D1	18,26	1,25	22,83	988,26	CU 10	1	69,70	0,97	1,00	0,45	30,42	CUMPLE	10,354	1,048
SERIE-INV.11	131,00	D1	18,26	1,25	22,83	988,26	CU 10	1	69,70	0,97	1,00	0,45	30,42	CUMPLE	10,765	1,089

## 3.4. Protecciones.

### 3.4.1. Esquema de conexión.

Para proteger a las personas frente a derivaciones en el lado de corriente continua de la instalación se contemplan las siguientes soluciones:

- Configuración Flotante del Generador:  
Tanto el polo positivo como el negativo están aislados de tierra.
- Vigilancia permanente del aislamiento:  
Detecta los fallos de aislamiento a tierra de los polos (+) o (-). Esta protección está incorporada en los Inversores a instalar.
- Se procurará separar lo máximo posible los cables de corriente positivos de los negativos para que, en el caso de fallos de aislamientos, el daño sea el mínimo.

### 3.4.2. Protección de las series con fusibles.

El módulo solar posee unos diodos cuyo objetivo es proteger al módulo frente a comportamientos anómalos:

- Diodo Bypass: impide que cada módulo en un Strings pueda absorber corriente de otro de los módulos del grupo, si en uno o más módulos del mismo se produce una sombra.

### 3.4.3. Protección contra sobretensiones.

Además, en la parte de corriente continua, los inversores irán provistos, en su interior, de descargador de sobretensiones Tipo 2, con una tensión máxima de funcionamiento de 1.500 Vdc.

La norma que regula las protecciones contra las sobretensiones es la IEC 61643-11 que establece los criterios para dimensionar el equipo capaz de limitar las sobretensiones a un valor que protejan los equipos. Para la protección del campo fotovoltaico el dispositivo a instalar debe cumplir:

- Nivel de protección ( $U_p$ ) < 2,5 kV pues se considera que los equipos que se protegen se corresponden con la Categoría II (equipos destinados a conectarse a una instalación eléctrica fija).
- Tensión aplicada al dispositivo de protección en servicio permanente debe ser menor que la máxima tensión soportada por este de manera continuada.
- Intensidad nominal de descarga deberá ser mayor de 5 kA, al ser de Tipo 2 la forma de onda de la corriente estará caracterizada por 8/20 $\mu$ s.
- La conexión entre dicho dispositivo y tierra deberá realizarse con un conductor de cobre de sección no inferior a 6 mm<sup>2</sup>.

### 3.4.4. Interruptor seccionador en carga.

Este interruptor es un dispositivo no automático de dos posiciones (abierto/cerrado), de accionamiento manual. Se utiliza para cerrar y abrir circuitos cargados en condiciones normales de circuitos, sin defectos.

Por lo tanto, no proporciona ninguna protección a los circuitos que controla. La norma que debe cumplir es la IEC 60947-3.

### 3.4.5. Puesta a tierra.

Se unirán al sistema de tierras las partes metálicas del marco de los módulos, la estructura soporte de los módulos, así como las carcasas de los inversores y todos los

elementos metálicos con posibilidad de entrar en contacto con partes activas de la instalación. La descripción de la red de tierras es la siguiente:

- Se tratará de un hilo de cobre desnudo, de 35 mm<sup>2</sup> de sección, el cual discurrirá siguiendo el trazado de las zanjas de corriente continua. Se instalará a una profundidad mínima de 50 cm sobre la rasante. A este hilo se conectarán, en diferentes puntos y mediante cable aislado de las mismas características indicadas, las estructuras soportes de los módulos, así como todos los elementos metálicos con posibilidad de entrar en contacto con partes activas de la instalación.
- El vigilante permanente de aislamiento se debe conectar a la misma tierra de referencia que las estructuras de los paneles, por lo que se deberá unir a la misma conexión equipotencial que todas las tierras comentadas anteriormente.

De acuerdo con la Instrucción ITC-RAT-13, la resistencia a tierra del electrodo se obtiene a partir de la siguiente expresión:

$$R = \frac{\rho}{L}$$

Siendo:

R = Resistencia a tierra del electrodo, en ohmios.

$\rho$  = Resistividad del terreno, en ohmios metro.

L = Longitud en metros de la pica o del conductor, y en la malla la longitud total de los conductores enterrados.

En nuestro caso, el electrodo de puesta a tierra estará formado por un conjunto de picas verticales de 2 metros de longitud y conductor de cobre desnudo de 35mm<sup>2</sup> enterradas a 0,5 m de profundidad, a lo largo de toda la estructura de la instalación de los módulos fotovoltaicos, para conseguir una resistencia a tierra igual o inferior a 25 $\Omega$  en toda

la instalación. Considerando la resistividad del terreno, como la media de los valores obtenidos en el Estudio Geológico, cuyo valor es 307  $\Omega$ .m, tendremos:

$$R = \frac{\rho}{L} = 25 \Omega$$

Total, de picas de 2 metros= 66 picas.

Total, conductor de cobre desnudo de 35mm<sup>2</sup>= 2.760 m.

Por lo que se estima una resistencia de puesta a tierra, para la instalación fotovoltaica, de **0,111  $\Omega$** .

No obstante, lo expuesto, y de acuerdo con el punto 12 de la ITC-BT-18, y dada la importancia que ofrece, desde el punto de vista de la seguridad cualquier instalación de toma de tierra deberá ser obligatoriamente comprobada por el Director de la Obra, o Empresa instaladora, en el momento de dar de alta la instalación para su puesta en marcha o en funcionamiento.

## **4. INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN EN CORRIENTE ALTERNA.**

### **4.1. Generalidades.**

La instalación eléctrica de baja tensión en corriente alterna comprende todo el sistema de cableado desde los inversores *String*, hasta el Centro de Baja Tensión (CBT), y desde éste hasta el transformador de 2.500 kVA.

Para la elección y el dimensionamiento de los conductores se han aplicado los siguientes criterios:

- Tensión de operación: 800 V
- Caída de tensión máxima admisible < 1,0%
- Intensidades de cálculo: maximizada un 25%

#### 4.2. Descripción de los elementos de la instalación.

El conductor empleado en el cableado de corriente alterna será de las siguientes características:

- Conductor: Aluminio.
- Tensión de servicio: 0,6/1kV AC.
- Aislamiento: Polietileno reticulado (XLPE).
- Cubierta exterior: Poliolefina termoplástica.

#### 4.3. Cálculo de conductores de baja tensión en corriente continua.

##### 4.3.1. Criterio de intensidad máxima admisible.

La intensidad máxima admisible de las líneas de corriente alterna de salida de cada inversor se calculará teniendo en cuenta la potencia de este y que la instalación es trifásica:

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

Siendo:

P = Potencia en W

V = Tensión en V

$\cos \varphi$  = factor de potencia

Se considerará un valor de factor de potencia igual a 1.

##### 4.3.2. Criterio de caída de tensión.

Para el criterio de caída de tensión se tendrá en cuenta la siguiente fórmula.

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3} \cdot \rho \cdot L \cdot I \cdot \cos \varphi}{S \cdot n}$$

Siendo:

$\rho$  = Resistividad del conductor.

L = Longitud de la Línea.

I = Intensidad nominal de la corriente.

S = Sección elegida del conductor.

n = Número de conductores por fase.

Cos φ = Coseno de φ entre la tensión de fase e intensidad

En valor absoluto:

$$\% \Delta V = \frac{\Delta V}{V} \cdot 100$$

En nuestro caso consideraremos un coseno de φ igual a 1.

#### 4.3.3. Criterio de Intensidad de Cortocircuito.

El criterio de verificación del cableado por criterio de cortocircuito, se basa en la premisa básica de que las protecciones eléctricas a instalar actuarán antes de poner en riesgo la integridad del mismo, ante este tipo de defectos. En el siguiente apartado se desarrolla la justificación del mismo.

#### 4.3.4. Resultado del cálculo.

El resultado de cálculo para determinar y validar la sección de los conductores de baja tensión en corriente alterna, según el criterio térmico y de caída de tensión, se recogen a continuación.

TRAMO							CRITERIO DE INTENSIDAD MÁX ADMISIBLE							CRITERIO DE CAIDA DE TENSIÓN		
Tramo	L (m)	Método	I (A)	Coef	I cal. (A)	V (V)	CU/AL S (mm²)	Cond./Fase	I adm (A)	Coef. T <sup>#</sup>	Coef. Res.	Coef. Agr.	I adm* (A)	¿CUMPLE?	ΔV (V)	ΔV (%)
INV.01-CBT	108,00	D1	126,2954	1,25	157,87	800,00	AL 150	3	197,00	0,97	1,00	0,34	64,97	CUMPLE	1,890	0,236
INV.02-CBT	100,00	D1	126,2954	1,25	157,87	800,00	AL 150	3	197,00	0,97	1,00	0,34	64,97	CUMPLE	1,750	0,219
INV.03-CBT	91,00	D1	126,2954	1,25	157,87	800,00	AL 150	3	197,00	0,97	1,00	0,34	64,97	CUMPLE	1,592	0,199
INV.04-CBT	82,00	D1	126,2954	1,25	157,87	800,00	AL 150	3	197,00	0,97	1,00	0,34	64,97	CUMPLE	1,435	0,179
INV.05-CBT	73,00	D1	126,2954	1,25	157,87	800,00	AL 150	3	197,00	0,97	1,00	0,34	64,97	CUMPLE	1,277	0,160
INV.06-CBT	65,00	D1	126,2954	1,25	157,87	800,00	AL 150	3	197,00	0,97	1,00	0,34	64,97	CUMPLE	1,137	0,142
INV.07-CBT	56,00	D1	126,2954	1,25	157,87	800,00	AL 150	3	197,00	0,97	1,00	0,34	64,97	CUMPLE	0,980	0,122
INV.08-CBT	47,00	D1	126,2954	1,25	157,87	800,00	AL 150	3	197,00	0,97	1,00	0,34	64,97	CUMPLE	0,822	0,103
INV.09-CBT	38,00	D1	126,2954	1,25	157,87	800,00	AL 150	3	197,00	0,97	1,00	0,34	64,97	CUMPLE	0,665	0,083
INV.10-CBT	36,00	D1	126,2954	1,25	157,87	800,00	AL 150	3	197,00	0,97	1,00	0,34	64,97	CUMPLE	0,630	0,079
INV.11-CBT	32,00	D1	126,2954	1,25	157,87	800,00	AL 150	3	197,00	0,97	1,00	0,34	64,97	CUMPLE	0,560	0,070
CBT-TRAFO	20,00	D1	1.804,22	1	1.804,22	800,00	CU 240	6	336,00	0,97	1,00	1,00	325,92	CUMPLE	0,977	0,122

Para el dimensionamiento del cableado de conexión al transformador de potencia, se ha considerado oportuno, no incrementar en 1,25 % la intensidad proveniente



de todos los inversores y optar por asumir como intensidad de cálculo, la intensidad en secundario permisible en condiciones estándar, por este equipo. La motivación de esta actuación, se debe a las limitaciones en las conexiones físicas que presentan estos equipos, la ya compleja ejecución de los trabajos propuestos sin aplicar este incremento, pero también debido a que los cálculos considerados en las salidas de los inversores asumen unos valores conservadores.

Para verificar el cableado por el criterio de cortocircuito, en primer lugar, debemos justificar la protección eléctrica implementada:

- Cálculo de fusibles frente a sobrecargas.

Según los cables considerados, deberá verificarse:

$$I_b \leq I_n \leq I_Z$$

$$I_2 \leq 1.45 \cdot I_Z$$

$$I_2 = n \cdot I_n$$

Siendo,

$I_b$  = Intensidad utilizada en el circuito, A.

$I_n$  = Intensidad nominal del dispositivo de protección, A.

$I_Z$  = Intensidad admisible en el conductor en las condiciones de instalación, A.

$I_2$ : Intensidad que asegura efectivamente el funcionamiento del dispositivo de protección, A. Se toma igual a la intensidad de funcionamiento en el tiempo convencional.

$n$  = número de veces que la intensidad  $I_2$  es la intensidad del dispositivo de protección.

Tomaremos como referencia la protección de uno de los inversores, siendo la conclusión semejante para el resto de líneas.

$$126,30 \leq I_n \leq 194,91$$
$$I_2 \leq 1,45 * 194,91 = n * I_n$$
$$126,30 \leq I_n \leq \frac{1,45}{n} * 194,91$$

Donde el factor de proporcionalidad n, dependerá del tipo de fusible elegido. Asumiremos un factor de proporcionalidad de 1,6, aunque debería consultarse las curvas de fusión del fusible para ratificar esta aproximación, entendemos que la apreciación realizada es suficientemente válida.

$$144 \leq I_n \leq 176,64$$

Así optamos por la instalación de fusibles de 160 A (x3), gG para la protección de todas las líneas de alimentación a los inversores.

- Cálculo de fusibles por cortocircuito.

Se asumirá que el cortocircuito trifásico es el que genera las corrientes más elevadas, mientras que será el defecto entre dos fases, quien producirá la corriente de cortocircuito mínima en el punto a estudio, que se puede demostrar igual a 0,86 Icc trifásico. Observándose que existe el suficiente margen para no ser preciso un cálculo más laborioso, al complicarse la determinación impedancia equivalente recorrida por Icc desde el generador hasta el punto de defecto, en otro tipo de defectos (Defecto a tierra).

Nos apoyaremos en las siguientes expresiones:

$$I_{cc} = \frac{U/\sqrt{3}}{Z_{cc}}$$

Siendo:

U = Tensión compuesta entre fases, V.

I<sub>cc</sub> = Intensidad de cortocircuito trifásico, A.

$Z_{cc}$  = Impedancia equivalente de todas las impedancias recorridas por  $I_{cc}$  desde el generador hasta el punto de defecto,  $\Omega$ .

$$Z_{cc} = \sqrt{(\sum R)^2 + (\sum X)^2}$$

$\sum R$  = Suma de todas las resistencias en serie,  $\Omega$ .

$\sum X$  = Suma de todas las reactancias en serie,  $\Omega$ .

$$Z_{TR} = \frac{u_{cc}}{100} \frac{U^2}{S_n}$$

$$R_{TR} = \frac{U^2}{S_n^2} W$$

$Z_{TR}$  = Impedancia del transformador,  $\Omega$ .

$U$  = Tensión compuesta entre fases, V.

$u_{cc}$  = Tensión de cortocircuito, %.

$S_n$  = Potencia aparente del transformador, VA.

$R_{RT}$  = Parte resistiva de la impedancia del transformador,  $\Omega$ .

$W$  = Pérdidas en el cobre por efecto Joule en los arrollamientos, W.

Para la determinación de la resistencia y reactancia por unidad de longitud ( $\Omega/m$ ) de los cableados presentes se consultan referencias bibliográficas. Así se arrojan los siguientes resultados:

TRAMO					CRITERIO CORTOCIRCUITO		
Tramo	L (m)	CU/AL	S (mm <sup>2</sup> )	Cond./Fase	I <sub>ccmax</sub> (kA)	I <sub>ccmin</sub> (kA)	I <sub>s</sub> (kA)
INV.01-CBT	108,00	AL	150	3	30,07	10,22	18,92
INV.02-CBT	100,00	AL	150	3	30,07	11,03	18,92
INV.03-CBT	91,00	AL	150	3	30,07	12,13	18,92
INV.04-CBT	82,00	AL	150	3	30,07	13,46	18,92
INV.05-CBT	73,00	AL	150	3	30,07	15,12	18,92
INV.06-CBT	65,00	AL	150	3	30,07	16,98	18,92
INV.07-CBT	56,00	AL	150	3	30,07	19,70	18,92
INV.08-CBT	47,00	AL	150	3	30,07	23,48	18,92
INV.09-CBT	38,00	AL	150	3	30,07	29,04	18,92
INV.10-CBT	36,00	AL	150	3	30,07	30,65	18,92
INV.11-CBT	32,00	AL	150	3	30,07	34,48	18,92
CBT-TRAFO	20,00	CU	240	6	30,07	44,14	60,53

Para justificar la adecuación de la protección (fusibles) e integridad del cableado, nos apoyaremos:

- Su poder de corte será mayor, en el punto en el que estén instalados, que el valor de la intensidad de cortocircuito máxima prevista. Los fusibles presentarán un poder de corte superiores a 52 kA.
- Toda la intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en cualquier punto, debe interrumpirse en un tiempo inferior a aquel que llevaría al conductor a alcanzar su temperatura límite. (250 ° C para conductores XLPE como los proyectados).

Para esta segunda condición, será necesario ratificar:

$$I_s > I_f$$

$$I_{cc} > I_f$$

Siendo,

I<sub>s</sub> = Intensidad de cortocircuito admisible en el cable durante un tiempo máximo de 5 segundos.

I<sub>cc</sub> = Intensidad de cortocircuito en el punto que está situado el fusible.

I<sub>f</sub> = Intensidad de fusión del fusible en 5 segundos.

Así, para determinar:

$$I_S = k \frac{S}{\sqrt{t}}$$

k = constante que depende de la naturaleza del conductor (Cu o Al) y del tipo de aislamiento (PVC o XLPE). Cu aislamiento en PVC (115), Cu aislamiento en XLPE (143), Al aislamiento en XLPE (94).

S = sección del conductor, mm<sup>2</sup>

t = duración del cortocircuito, s

Atendiendo a las curvas de fusión (Tiempo-Corriente) de un fabricante de fusibles gG, se puede leer que la intensidad de fusión  $I_f$  en cinco segundos, es de unos 400 A.

Por lo tanto, se cumple que para todas las protecciones expuestas:

$$I_S > 400 A$$

$$I_{cc} > 400 A$$

## 5. CENTRO DE BAJA TENSIÓN (CBT).

### 5.1. Introducción.

Para la ubicación de los armarios de baja tensión en alterna, así como todos los elementos necesarios para el sistema de monitorización, se ha optado por instalar un edificio prefabricado con las características que a continuación se describen.

### 5.2. Descripción.

El edificio consta de una envolvente de hormigón, de estructura monobloque, en cuyo interior se incorporan todos los componentes eléctricos, desde los cuadros de baja tensión, embarrado, dispositivos de control e interconexiones entre los diversos elementos.

La principal ventaja que presentan estos edificios es que tanto la construcción como el montaje y equipamiento interior pueden ser realizados íntegramente en fábrica, garantizando con ello una calidad uniforme y reduciendo considerablemente los trabajos de obra civil y montaje en el punto de instalación.

### **5.3. Envolvente.**

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

Las piezas construidas en hormigón ofrecen una resistencia característica de 300 kg/cm<sup>2</sup>. Además, disponen de una armadura metálica, que permite la interconexión entre sí y al colector de tierras. Esta unión se realiza mediante latiguillos de cobre, dando lugar a una superficie equipotencial que envuelve completamente al centro. Las puertas y rejillas están aisladas eléctricamente, presentando una resistencia de 10 kOhm respecto de la tierra de la envolvente.

Las cubiertas están formadas por piezas de hormigón con inserciones en la parte superior para su manipulación.

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

### **5.4. Placa Piso.**

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

### **5.5. Accesos.**

En la pared frontal se sitúan la puerta de acceso de peatones (con apertura de 180°) y rejillas de ventilación. Todos estos materiales están fabricados en chapa de acero.

La puerta de acceso dispone de un dispositivo de cierre con objeto de garantizar la seguridad de funcionamiento para evitar aperturas intempestivas de las mismas del Centro de Seccionamiento. Para ello se utiliza una cerradura que anclan las puertas en dos puntos, uno en la parte superior y otro en la parte inferior.

### **5.6. Acabado.**

El acabado de las superficies exteriores se efectúa con pintura acrílica rugosa de color blanco en las paredes y marrón en el perímetro de la cubierta o techo, puertas y rejillas de ventilación.

Las piezas metálicas expuestas al exterior están tratadas adecuadamente contra la corrosión.

### **5.7. Alumbrado.**

El edificio está dotado de alumbrado conectado y gobernado desde el cuadro de BT, el cual dispone de un interruptor para realizar dicho cometido.

### **5.8. Cimentación.**

Para la colocación del edificio en obra, es necesaria una excavación, cuyas dimensiones variarán en función de la solución adoptada para la red de tierras, sobre cuyo fondo se extiende una capa de arena compactada y nivelada de 100 mm de espesor.

### **5.9. Acondicionamiento de aire.**

En el interior del edificio se instalará un equipo de acondicionamiento de aire de alta eficiencia, tipo Split, con regulación automática de la velocidad del compresor, con las siguientes características:

- Capacidad de refrigeración nominal mínima: 3.000 frig/h.
- Capacidad de calefacción nominal mínima: 3.400 kcal/h.

### 5.10. Características detalladas.

<b>ACCESOS</b>	
Puertas de acceso peatón:	1
<b>DIMENSIONES EXTERIORES</b>	
Longitud:	6.100 mm
Fondo:	2.400 mm
Altura:	3.100 mm
Altura vista:	2.600 mm
Peso:	19.310 kg
<b>DIMENSIONES INTERIORES</b>	
Longitud:	4.280 mm
Fondo:	2.200 mm
Altura:	2.355 mm

### 5.11. Características de los cuadros de protección de B.T.

Los cuadros estarán fijados a la pared y guardando en todo momento las distancias de seguridad correspondientes.

Estará formado por los siguientes elementos:

- Red de tierras interiores.
- Alumbrado interior.
- Elementos de seguridad (guantes, banqueta y carteles de primeros auxilios).
- Extintor 89B (CO<sub>2</sub>).
- Cuadro de baja tensión de agrupación de inversores, compuesto por:
  - 1 × Interruptor automático, 2000A 3P sin neutro.

Con bloque para protección diferencial.

  - 11 × salidas fusibles tripolares 250 A 3P.
  - 33 × fusibles SIBA o similar NH1 160A gG 800 VAC.
  - 1 × descargador sobretensión tipo I + II.
  - Embarrado 2000A.
- Cuadro de servicios auxiliares del propio centro.



- Puesta a tierra para herrajes, incluyendo 3 picas de 2 m de longitud, cable de cobre desnudo, cable de cobre aislado de 0,6/1 kV y elementos de conexión.

### 5.12. Puesta a tierra del Centro de Baja Tensión.

Todas las partes metálicas, tanto de la caseta como de los herrajes de los cuadros de baja tensión, serán puestos a tierra. Para ello se usará un conductor de al menos 25 mm<sup>2</sup> de sección en cobre, de acuerdo con la ITC-BT-18 en su tabla 1.

Dado que no existe protección mecánica contra contactos indirectos, se conseguirá una resistencia a tierra inferior a 12 Ω.

El electrodo se dimensionará de forma que su resistencia de tierra, en cualquier circunstancia previsible, no sea superior al valor especificado para ella, en cada caso.

Este valor de resistencia de tierra será tal que cualquier masa no pueda dar lugar a tensiones de contacto superiores a 24 V por ser zona de alta humedad.

Para el cálculo de resistencia de puesta a tierra para un electrodo vertical, tenemos que hallar la resistencia de dicho electrodo, que puede ser determinada por la siguiente fórmula.

$$R_{electrodo} = \frac{\rho}{2\pi L} \cdot \left( \ln \left( \frac{4t}{d} - 1 \right) \right)$$

Siendo:

$\rho$  = Resistividad aparente del suelo Ω.m.

L = Longitud del electrodo en m.

d = Diámetro de la sección transversal del electrodo en m.

t = Profundidad a la que se instala el electrodo en m.

En nuestro caso, se usará un tipo de electrodo de 2 m de 5/8" (0,0159m).

A una profundidad de 0,3 m el valor de la resistencia del electrodo es:

$$R_{electrodo} = 29,2 \Omega$$

Para determinar el número de electrodos adicionales, se procederá a instalar la toma de tierra y medir su resistencia. Si este valor excede del máximo de 12  $\Omega$ , se deberá multiplicar en forma separada su valor por cada uno de los siguientes factores 0,60, 0,44 y 0,36 hasta lograr una cifra igual o inferior a 12  $\Omega$ .

En nuestro caso, por tanto, se instalarán 3 picas de esas dimensiones a una distancia de 3 metros entre ellas.

No obstante, lo anterior, y de acuerdo con el punto 12 de la ITC-BT-18, y dada la importancia que ofrece, desde el punto de vista de la seguridad cualquier instalación de toma de tierra, deberá ser obligatoriamente comprobada por el Director de la Obra, o Empresa instaladora, en el momento de dar de alta la instalación para su puesta en marcha o en funcionamiento.

- **Cálculo de contactos indirectos.**

La resistencia de puesta a tierra es la que existe entre el electrodo y un punto lejano del terreno a potencial cero. Para determinar esta resistencia será preciso conocer la diferencia de potencial entre estos dos puntos (tensión de defecto) y al dividir esta tensión por la intensidad que disipa el electrodo, se obtendrá el correspondiente valor de la resistencia.

Picas en hilera unidas por un conductor horizontal.  
 Separación entre picas : 3 m  
 Longitud pica = 2 m.

Sección conductor = 50 mm<sup>2</sup>.  
 Diámetro picas = 14 mm.

**PROFUNDIDAD = 0'5 m.**

NUMERO DE PICAS	RESISTENCIA K <sub>r</sub>	TENSION DE PASO K <sub>p</sub>	COODIGO DE LA CONFIGURACION
2	0,201	0,0392	5/22
3	0,135	0,0252	5/32
4	0,104	0,0184	5/42
6	0,073	0,0120	5/62
8	0,0572	0,00345	5/82

Código de la configuración de Picas: **5/32**

#### VALORES

U	Tensión de servicio	0,8 kV
I <sub>d</sub>	Limitación intensidad a tierra	300 A
ρ	Resistencia a tierra terreno	802 ohm*m
ρ <sup>o</sup>	Resistencia del hormigón	3000 ohm*m
K <sub>r</sub>	Resistencia de Puesta a tierra	0,135 Ω·m
K <sub>p</sub>	Tensión de paso máxima K <sub>p</sub>	0,0134 Ω·m
K <sub>c</sub>	Tensión de contacto exterior máx.	No aplica Ω·m

Para el cálculo del electrodo, dada su complejidad, se han creado una serie de tablas en las que, para diferentes geometrías del electrodo, se especifican los siguientes parámetros

La resistencia total de puesta a tierra será:

$$R_t = K_r \cdot \rho = 52,13 \Omega$$

Siendo,

$R_t$  = resistencia total de puesta a tierra en  $\Omega$

A continuación, se calcula la intensidad de defecto a partir de la siguiente expresión:

$$I'_d = \frac{U}{\sqrt{3} \sqrt{(R_n + R'_t)^2 + X_n^2}}$$

Siendo:

X = Reactancia del neutro puesto a tierra (30  $\Omega$ ).

Por lo tanto:

$$I'_d = 11,33 \text{ A}$$

A continuación, se calcula la tensión de paso en el exterior:

$$V'_p = K_p \cdot \rho \cdot I'_d = 121,72 \text{ V}$$

La tensión de defecto se obtiene a partir de la siguiente expresión:

$$V'_d = R'_t \cdot I'_d = 122 \text{ V}$$

La separación entre masas y neutro en el transformador de servicios auxiliares, es la siguiente:

$$D = \frac{\rho \cdot I'_d}{2000 \cdot \pi} = 1,40 \text{ m}$$

Las tensiones máximas aplicables al cuerpo humano según la MIE-RAT-13

K=	78,5
n=	0,18

t=	1
----	---

- Tensión de contacto:  $V_{ca} = \frac{K}{t^n} = 78,50 \text{ V}$
- Tensión de paso:  $V_{pa} = 10 \cdot \frac{K}{t^n} = 785,00 \text{ V}$

Siendo:

$V_{ca}$  = Tensión de contacto en V.

$V_{pa}$  = Tensión de paso en V.

t = tiempo en segundos.

K y n = constantes en función del tiempo obtenidos de la siguiente tabla:

$0,9 \geq t > 0,1s$	$\Rightarrow K = 72$	$n = 1$
$3 \geq t > 0,9s$	$\Rightarrow K = 78,5$	$n = 0,18$
$5 \geq t > 3s$	$\Rightarrow V_{ca} = 64 \text{ V}$	$V_{pa} = 640 \text{ V}$
$t > 5s$	$\Rightarrow V_{ca} = 50 \text{ V}$	$V_{pa} = 500 \text{ V}$

Hay que distinguir entre estos valores máximos aplicables al cuerpo humano  $V_p$  y  $V_c$  y  $I_{aa}$  tensiones de contacto  $V_c$  y  $V_p$  que pueden aparecer en el terreno.

Las tenciones  $V_{ca}$  y  $V_{pa}$  son las partes de  $V_c$  y  $V_p$  que resultan aplicadas al cuerpo humano y que no deben sobrepasar los valores máximos indicados.

Estas tensiones se calculan a partir de las siguientes fórmulas:

$$V_{pa} = 10 \cdot V_{ca} \cdot \left(1 + \frac{6 \cdot \rho_s}{1000}\right) = 4.562,00 \text{ V}$$

$$V_{ca} = U_{ca} \cdot \left(1 + \frac{1,5 \cdot \rho_s}{1000}\right) = 172,94 \text{ V}$$

Siendo:

$\rho_s$  = la resistividad del terreno, expresada en  $\Omega \cdot m$ .

Para evitar que la sobretensión que aparece al producirse un defecto en el aislamiento del circuito de alta tensión, deteriore los elementos de baja tensión del centro, el electrodo de puesta a tierra debe tener un efecto limitador, de forma que la tensión de defecto ( $V_d$ ) sea inferior a la que soportan dichas instalaciones.

CONCEPTO	VALOR CALCULADO	CONDICIÓN	VALOR ADM.
Tensión de paso en el exterior	122 V	$\leq$	4.562 V
Tensión de defecto	123 V	$\leq$	8.000 V

Se puede observar por los resultados que se cumplen los criterios.

## 6. TRANSFORMADORES.

La energía producida por la instalación fotovoltaica que se entrega a una tensión de 800 V será elevada a 25 kV para su transporte al punto de vertido, ubicado en el Centro de Seccionamiento junto a la Estación de Bombeo de los Sectores IV, V y VI de la Comunidad de Regantes “Santa María Magdalena”.

Para ello se instalará, un transformador de potencia de 2.500 kVA, 800V/25kV ubicado en el exterior. Adicionalmente, se instalará un transformador, con las mismas características, en estado de reserva.

### 6.1. Programa de necesidades y potencia instalada en kVA.

Se precisa el suministro de energía a una tensión de 25 kV, partiendo de una entrada a transformador de 800 V con una potencia máxima simultánea de 2.500 kVA.

Para atender a las necesidades arriba indicadas, la potencia total instalada en este centro de transformación es de 2.500 kVA.

### 6.2. Características del transformador de potencia.

El transformador proyectado es trifásico reductor de tensión, construido según las normas citadas anteriormente, sin neutro en el secundario, de potencia 2.500 kVA y

refrigeración natural éster biodegradable, de tensión primaria 25 kV y tensión secundaria 800 V en vacío (B2).

Es un éster natural biodegradable obtenido a partir de semillas vegetales (maíz, soja, colza...) y cuya formulación excluye aditivos antioxidantes, ya que debido al proceso de refinamiento al que es sometido conserva sus propios antioxidantes naturales.

Gracias a sus propiedades puede ser utilizado como líquido dieléctrico.

Presenta unos altos valores de rigidez dieléctrica debido a su punto de saturación de agua elevado.

Tiene una elevada resistencia al fuego.

Punto de inflamación >300 °C.

Punto de combustión >350 °C, por esto mismo está clasificado como líquido K según la norma IEC 61100.

A continuación, se muestra la ficha técnica del transformador.

**ANEJO V**
**CARACTERÍSTICAS GENERALES**

Potencia nominal	2500 kVA
Tensión primaria	25,00 kV
Tensión secundaria	800 V
Regulación en vacío	±2,5±5 %
Grupo de conexión	Dyn11
Frecuencia	50 Hz
Refrigeración	KNAN

**NIVEL DE AISLAMIENTO**

A.T.	Um	36	kV
	IR	170	kV
	CA	70	kV
B.T.	Um	1,1	kV
	IR	20	kV
	CA	10	kV

**CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS**

Pérdidas en vacío	1811 W
Pérdidas en carga a 75°C	20350 W
Tensión de cortocircuito a 75°C	6,00 %
Nivel sonoro Lw(A)	63 dB(A)

**RENDIMIENTOS Y CAIDAS DE TENSIÓN**

		Carga(%)					Max.
		100	75	50	25	29,83	
$\eta(\%)$	Cos $\Phi$ 1,00	99,11	99,29	99,45	99,51	99,51	
	Cos $\Phi$ 0,80	98,89	99,12	99,31	99,38	99,39	
$\Delta V(\%)$	Cos $\Phi$ 1,00	0,81	0,61	0,41	0,20	0,24	
	Cos $\Phi$ 0,80	4,22	3,16	2,11	1,05	1,26	

**CARACTERÍSTICAS DE DISEÑO**

Tª Ambiente (min/max)	-25 / 50 °C
Calentamiento devanados	55 K
Calentamiento aceite	50 K
Calentamiento punto más caliente	68 K
Altitud sobre el nivel del mar	1000 m
Material devanados A.T.	Al
Material devanados B.T.	Al
Normas	(UE) 2019/1783 - IEC-60076

**DIMENSIONES Y PESOS APROXIMADOS**

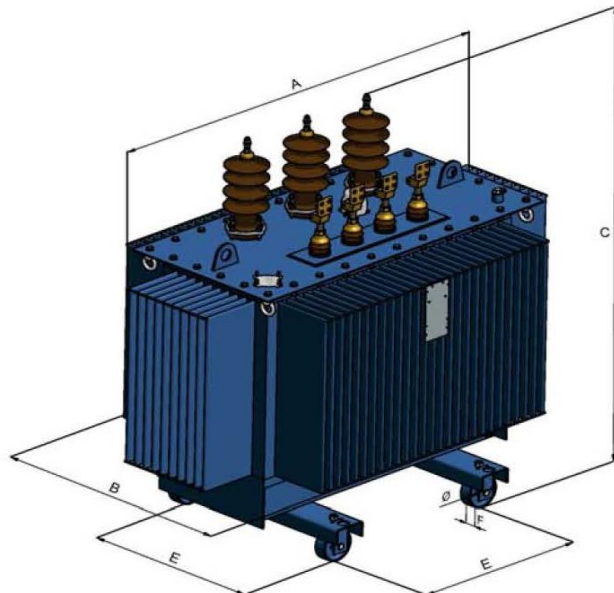
Longitud (A)	2200 mm
Ancho (B)	1400 mm
Alto (C)	2200 mm
Entre ruedas (E)	1070 mm
Ancho de rueda (F)	70 mm
Diámetro rueda ( $\Phi$ )	200 mm
Peso Refrigerante	1355 Kg
Volumen Refrigerante	1455 L
Peso Total	6400 Kg

**ACCESORIOS**

- Aisladores de porcelana A.T.
- Aisladores de porcelana B.T.
- Relé DGPT-2
- Pantalla electroestática

**ACLARACIONES**

- Incluidos ensayos rutina según norma IEC 60076
- Refrigerante: líquido dieléctrico éster vegetal





## 7. CENTRO DE MEDIA TENSIÓN (CMT).

A continuación del transformador, se instalará un centro de media tensión, constituido por un edificio de hormigón prefabricado, donde se dispondrán de todos los elementos necesarios para realizar la protección.

El Centro de Media Tensión (CMT), dispondrá de los siguientes elementos:

- 3 Ud. de celda modular de línea de 36 kV, 400 A, 16 kA de corte y aislamiento integro en SF6 de 365 mm de ancho por 1.400 mm de alto y 755 mm de fondo (celdas 1, 2 y 5).
- 1 Ud. de celda de remonte de línea de 36 kV, 400 A, 16 kA (celda 3).
- 1 Ud. de Interruptor automático tripolar de corte en vacío,  $V_n = 36$  kV,  $I_n = 400$  A,  $I_{cc} = 16$  kA, mando automático motorizada, con bobina de disparo, contactos auxiliares y relé de protección integral (celda 4).
- 1 Ud. de Celda de medida de 36 kV, 400 A (celda 5).
- Servicio de configuración del relé de protección multifunción.
- Red de tierras interiores.
- Puesta a tierra exteriores código 80-40/5/82 (según UNESA), incluyendo 8 picas de 2,00 m de longitud, cable de cobre desnudo, cable de cobre aislado de 0,6/1kV y elementos de conexión.
- Alumbrado interior.
- Elementos de seguridad (guantes, banqueta y carteles de primeros auxilios).
- Extintor 89B (CO2).
- Puentes de Media Tensión.
- Cables MT 18/30 kV del tipo RH5Z1, unipolares, con conductores de sección y material 1x150 mm<sup>2</sup>.

### 7.1. Descripción.

El CMT objeto de este proyecto consta de una única envolvente, en la que se encuentra toda la aparamenta eléctrica, máquinas y demás equipos.

Para el diseño de este centro se han tenido en cuenta todas las normativas anteriormente indicadas.

El edificio consta de una envolvente de hormigón, de estructura monobloque, en cuyo interior se incorporan todos los componentes eléctricos, desde la apartada de MT, hasta los cuadros y celdas, dispositivos de control e interconexiones entre los diversos elementos.

La principal ventaja que presentan estos edificios prefabricados es que tanto la construcción como el montaje y equipamiento interior pueden ser realizados íntegramente en fábrica, garantizando con ello una calidad uniforme y reduciendo considerablemente los trabajos de obra civil y montaje en el punto de instalación.

## **7.2. Envolvente.**

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

Las piezas construidas en hormigón ofrecen una resistencia característica de 300 kg/cm<sup>2</sup>. Además, disponen de una armadura metálica, que permite la interconexión entre sí y al colector de tierras. Esta unión se realiza mediante latiguillos de cobre, dando lugar a una superficie equipotencial que envuelve completamente al centro. Las puertas y rejillas están aisladas eléctricamente, presentando una resistencia de 10 kOhm respecto de la tierra de la envolvente.

Las cubiertas están formadas por piezas de hormigón con inserciones en la parte superior para su manipulación.

En la parte inferior de las paredes frontal y posterior se sitúan los orificios de paso para los cables. Estos orificios están semiperforados, realizándose en obra la apertura

de los que sean necesarios para cada aplicación. De igual forma, dispone de unos orificios semiperforados practicables para las salidas a las tierras exteriores.

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

### **7.3. Placa piso.**

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

### **7.4. Accesos.**

En la pared frontal se sitúan la puerta de acceso de peatones, con apertura de 180° y las rejillas de ventilación. Todos estos materiales están fabricados en chapa de acero.

Las puertas de acceso disponen de un sistema de cierre, con objeto de garantizar la seguridad de funcionamiento y para evitar aperturas intempestivas de las puertas del centro de transformación. Para ello, se utiliza una cerradura de diseño que anclan las puertas en dos puntos, uno en la parte superior y otro en la parte inferior.

### **7.5. Ventilación.**

El CMT contará con las correspondientes rejillas para la conducción de la ventilación forzada con lamas en forma de "V" invertida, diseñadas para formar un laberinto que evita la entrada de agua de lluvia en el CMT, y se complementa cada rejilla interiormente con malla mosquitera.

### **7.6. Acabado.**

El acabado de las superficies exteriores se efectúa con pintura acrílica rugosa de color blanco en las paredes y marrón en el perímetro de la cubierta o techo, puertas y rejillas de ventilación.

Las piezas metálicas expuestas al exterior están tratadas adecuadamente contra la corrosión.

### **7.7. Alumbrado.**

El equipo va provisto de alumbrado conectado y gobernado desde el cuadro de BT, el cual dispone de un interruptor para realizar dicho cometido.

### **7.8. Varios.**

Sobrecargas admisibles y condiciones ambientales de funcionamiento según normativa vigente.

### **7.9. Cimentación.**

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

### **7.10. Características detalladas.**

<b>ACCESOS</b>	
Puertas de acceso peatón:	1 puerta de acceso
<b>DIMENSIONES EXTERIORES</b>	
Longitud:	6.100 mm
Fondo:	2.400 mm
Altura:	3.100 mm
Altura vista:	2.600 mm
Peso:	19.310 kg
<b>DIMENSIONES INTERIORES</b>	
Longitud:	5.900 mm
Fondo:	2.200 mm
Altura:	2.400 mm

### **7.11. Instalación eléctrica.**

#### *7.11.1. Características de la red de alimentación.*

La red de la cual se alimenta el CMT es del tipo subterráneo, con una tensión de 25 kV, nivel de aislamiento según la MIE-RAT 12, y una frecuencia de 50 Hz.

La potencia de cortocircuito en el punto de acometida, se tomará la correspondiente a la barra donde se acometerá la evacuación de la planta fotovoltaica, es decir de 500 MVA, lo que equivale a una corriente de cortocircuito de 11,56 kA eficaces.

#### *7.11.2. Características de la aparamenta de media tensión.*

Se empleará un sistema de celdas modulares de reducidas dimensiones para MT, con aislamiento y corte en gas, cuyos embarrados se conectan utilizando elementos de unión, consiguiendo una conexión totalmente apantallada, e insensible a las condiciones externas (polución, salinidad, inundación, etc.).

Las partes que componen estas celdas son la que a continuación se describen:

#### *7.11.3. Base y frente.*

La base soporta todos los elementos que integran la celda. La rigidez mecánica de la chapa y su galvanizado garantizan la indeformabilidad y resistencia a la corrosión de esta base.

La parte frontal incluye en su parte superior la placa de características eléctricas, la mirilla para el manómetro, el esquema eléctrico de la celda y los accesos a los accionamientos del mecanismo de maniobra, así como el dispositivo de señalización de presencia de tensión y la alarma sonora de prevención de puesta a tierra. En la parte inferior se encuentra el panel de acceso a la acometida de cables de media tensión y fusibles. En su interior hay una pletina de cobre a lo largo de toda la celda, permitiendo la conexión a la misma del circuito de tierras y de las pantallas de los cables.

#### *7.11.4. Interruptor/Seccionador/Seccionador de puesta a tierra.*

El interruptor disponible en el sistema modular tiene 3 posiciones: conectado, seccionado y puesto a tierra (salvo para el interruptor de la celda S).

La actuación de este interruptor se realiza mediante palanca de accionamiento sobre dos ejes distintos: uno para el interruptor (conmutación entre las posiciones de interruptor conectado e interruptor seccionado); y otro para el seccionador de puesta a tierra

de los cables de acometida (que conmuta entre las posiciones de seccionado y puesto a tierra).

#### 7.11.5. Mecanismo de maniobra.

Los mecanismos de maniobra son accesibles desde la parte frontal, pudiendo ser accionados de forma motorizada.

#### 7.11.6. Fusibles (Celda modulares).

En las celdas modulares, los fusibles se montan sobre unos carros que se introducen en los tubos portafusibles de resina aislante, que son perfectamente estancos respecto del gas y del exterior. El disparo se produce por fusión de uno de los fusibles o cuando la presión interior de los tubos portafusibles se eleva debido a un fallo en los fusibles o al calentamiento excesivo de éstos. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida.

- Conexión de cables:

La conexión de cables se realiza desde la parte frontal mediante unos pasatapas estándar.

- Enclavamientos:

La función de los enclavamientos incluidos en todas las celdas CGM es que:

- No se pueda conectar el seccionador de puesta a tierra con el aparato principal cerrado, y recíprocamente, no se pueda cerrar el aparato principal si el seccionador de puesta a tierra está conectado.
- No se pueda quitar la tapa frontal si el seccionador de puesta a tierra está abierto, y a la inversa, no se pueda abrir el seccionador de puesta a tierra cuando la tapa frontal ha sido extraída.

#### 7.11.7. Características descriptivas de la aparamenta MT y transformadores.

- **Celda con interruptor de Línea.**

Es una celda con envolvente metálica, formada por un módulo metálico con aislamiento y corte en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y

una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal mediante bornas enchufables. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida y alarma sonora de prevención de puesta a tierra. Sus características particulares son las siguientes:

- Valores Eléctricos.

Tensión asignada Ur:	36 kV
Intensidad asignada:	400 A
Intensidad de corta duración Ik:	15 kA eficaz
Sistema de apertura y cierre:	MANUAL

- Construcción.

- Compartimentos individuales con separación metálica de embarrado – interruptor, de conexión de cables con pasatapas frontales con las 3 fases a la misma altura, mecanismo de maniobras, con esquema sinóptico del circuito principal en la cubierta, y expansión de gases inferior trasera.
- Interruptor trifásico categoría E3 según norma IEC 60265-1 de corte en gas SF<sub>6</sub> de 3 posiciones conectado – seccionado – puesto a tierra con seccionador de puesta a tierra categoría E2 (5 CC) de capacidad de cierre sobre cortocircuito según norma IEC 62271-102. Ambas secuencias, interruptor y seccionador, ensayadas sobre un mismo elemento. Mecanismo de maniobra operado mediante palanca, velocidad de accionamiento independiente del operador, manual tipo B con endurance para el interruptor de clase M1, 1000 maniobras, según norma IEC / UNE-EN 60265-1 y para el seccionador de puesta a tierra de clase M0, 1000 maniobras. Intercambiable en obra en cualquier posición del interruptor sin necesidad de cortar servicio, incorporando elemento de sujeción del interruptor con el mecanismo retirado condenable por candado.
- Indicación de posición segura del interruptor (ensayo de cadena cinemática según IEC 62271-102).
- 3 Pasatapas de 630 A, tipo C, según norma EN 50181 para conexión mediante terminales atornillables,

- Conjunto de Unión formado por 3 adaptadores elastoméricos con control del campo eléctrico.
- Seguridad.
  - 1 Indicador luminoso autoalimentado de presencia de tensión de acuerdo a norma IEC 61958.
- Dimensiones y peso.

Ancho:	400 mm
Fondo:	735 mm
Alto:	1.400 mm
Peso	100 kg

- **Celda modular de medida.**

Es una celda con envolvente metálica, formada por un módulo metálico, construido en chapa galvanizada, que permite la incorporación en su interior de los transformadores de tensión e intensidad que se utilizan para dar los valores correspondientes a los aparatos de medida, control y contadores de medida de energía. Sus características particulares son las siguientes:

- Valores Eléctricos.

Tensión asignada Ur:	36 kV
Intensidad asignada:	400 A

- Construcción.
  - Envolvente metálica destinada alojar los transformadores de medida de tensión e intensidad, permitiendo comunicar con el embarrado del conjunto general de celdas.
- Dimensiones y peso.

Ancho:	965 mm
Fondo:	1.024 mm
Alto:	1.440 mm
Peso	165 kg



- Elementos incluidos.
  - Interconexión de potencia con celdas contiguas mediante barras.
  - 3 transformadores de tensión, aislamiento 36 kV + Verificación en origen.
- Otras características constructivas.

Transformadores de medida:	3TT
----------------------------	-----

Serán de aislamiento seco, y construidos atendiendo a las correspondientes normas UNE y CEI, con las siguientes características:

Transformadores de tensión:

Relación de transformación:  $25000/\sqrt{3} - 110/\sqrt{3} \text{ V}$

Sobretensión admisible en permanencia: 1,2 Un en permanencia y 1,9 Un durante 8 horas

Medida

- Potencia: 25 VA
- Clase de precisión: 0,5

- **Celda con interruptor automático.**

La celda de interruptor automático de vacío está constituida por un módulo metálico con aislamiento en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un seccionador rotativo de tres posiciones, y en serie con él, un interruptor automático de corte en vacío, enclavado con el seccionador. Sus características particulares son las siguientes:

- Valores Eléctricos.

Tensión asignada Ur:	36 kV
Intensidad asignada:	400 A
Intensidad de corta duración Ik:	16 kA eficaz
Sistema de apertura y cierre:	MOTORIZADO

- Construcción.
  - Compartimentos individuales con separación metálica de embarrado – seccionador / interruptor automático, de conexión de cables con pasatapas frontales con las 3 fases a la misma altura, mecanismo de maniobras, con esquema sinóptico del circuito principal en la cubierta, y expansión de gases inferior trasera.
  - Seccionador – Seccionador de puesta a tierra categoría E2 (5 CC) de capacidad de cierre sobre cortocircuito según norma IEC 62271-102.
  - Interruptor automático trifásico de corte en vacío según norma IEC 62271-100, secuencia nominal CO - 15 s – CO. Endurancia eléctrica a intensidad asignada de 2000 maniobras y 30 CC (50% DC).
  - Mecanismo de maniobra de seccionador operado mediante palanca, velocidad de accionamiento independiente del operador, manual tipo B con endurancia para el seccionador de 2000 maniobras, según norma IEC 62271-102. Intercambiable en obra en cualquier posición sin necesidad de cortar servicio, incorporando elemento de sujeción del seccionador con el mecanismo retirado condenable por candado.
  - Mecanismo de maniobra de interruptor automático accionado por resortes operado mediante botonera frontal, motorizado a 48V cc con bobinas de apertura y cierre. 2000 maniobras, según norma IEC / UNE-EN 62271-100.
  - Unidad de protección integrada en la celda, con display digital para tarado / consulta local y comunicable según descripción adjunta.
  - Indicación de posición segura (ensayo de cadena cinemática según IEC 62271-102).
  - 3 Pasatapas apantallados 400 A, tipo C, según norma EN 50181 para conexión mediante terminales atornillables.
  - Conjunto de Unión formado por 3 adaptadores elastoméricos con control del campo eléctrico.

- Seguridad.
  - 1 Indicador luminoso autoalimentado de presencia de tensión de acuerdo a norma IEC-61958.

- Dimensiones y Peso.

Ancho:	524 mm
Fondo:	755 mm
Alto:	1.400 mm
Peso	240 kg

- Unidad de protección.

La unidad multifunción avanzada de protección, medida y control dispone de las siguientes características:

Funciones de Protección.

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

Generales.

- Alimentación universal 24÷125V dc – 230V ac ( $\pm 20\%$ )
- 2 Tablas de ajuste
- 5 Entradas analógicas de intensidad + I o calculada
- 5 Entradas analógicas de tensión + V o calculada
- Tipo de curvas de temporización IEC / ANSI
- Modelos disponibles: capacitivo, resistivo e inductivo

Funciones de Control y Supervisión.

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

Funciones de Medida.

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

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

En el compartimento de cables de la celda de interruptor automático, se instalan tres (3) transformadores de intensidad tipo toroidal con propósito de protección asociados a los dispositivos de protección. Estos toroidales, de relación 300/1A, 0,2 VA y clase de precisión 5P20, se ubican alrededor de los pasatapas de la propia celda.

- Sensores de Tensión.

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

Resulta un sensor de tensión de tipo divisor capacitivo para celdas de aislamiento en gas, de funcionamiento autónomo y pasivo (sin alimentación auxiliar externa), con salida analógica de baja tensión y baja potencia aplicable directamente a los sistemas de medida sin acondicionamiento previo, para ser instalado en sistemas de Automatización y Supervisión de Media Tensión en redes de tensiones de hasta 24 kV.

### **7.12. Sensores de Tensión.**

Con objeto de realizar la medida de tensión, se conectarán a los 3 transformadores de tensión, ubicados en la celda de medida de tensión en barras.

### **7.13. Puesta a tierra.**

#### *7.13.1. Tierra de protección.*

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

#### *7.13.2. Tierra de servicio.*

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

### **7.14. Instalaciones secundarias.**

#### *7.14.1. Alumbrado.*

El interruptor se situará al lado de la puerta de entrada, de forma que su accionamiento no represente peligro por su proximidad a la MT.

El interruptor accionará los puntos de luz necesarios para la suficiente y uniforme iluminación de todo el recinto del centro.

#### *7.14.2. Protección contra incendios.*

Si va a existir personal itinerante de mantenimiento no se exige que en el Centro de Transformación haya un extintor. En caso contrario, se incluirá un extintor de eficacia 89B. Este extintor deberá colocarse siempre que sea posible en el exterior de la instalación para facilitar su accesibilidad y, en cualquier caso, a una distancia no superior a 15 metros de la misma.

Si existe un personal itinerante de mantenimiento con la misión de vigilancia y control de varias instalaciones que no dispongan de personal fijo, este personal itinerante

deberá llevar, como mínimo, en sus vehículos dos extintores de eficacia 89 B, no siendo preciso en este caso la existencia de extintores en los recintos que estén bajo su vigilancia y control.

*7.14.3. Armario de primeros auxilios.*

El CMT cuenta con un armario de primeros auxilios.

*7.14.4. Medidas de seguridad.*

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

1. No será posible acceder a las zonas normalmente en tensión, si éstas no han sido puestas a tierra. Por ello, el sistema de enclavamientos interno de las celdas debe afectar al mando del aparato principal, del seccionador de puesta a tierra y a las tapas de acceso a los cables.
2. Las celdas de entrada y salida serán con aislamiento integral y corte en gas, y las conexiones entre sus embarrados deberán ser apantalladas, consiguiendo con ello la insensibilidad a los agentes externos, y evitando de esta forma la pérdida del suministro en los CMT interconectados con éste, incluso en el eventual caso de inundación del CMT.
3. Las bornas de conexión de cables y fusibles serán fácilmente accesibles a los operarios de forma que, en las operaciones de mantenimiento, la posición de trabajo normal no carezca de visibilidad sobre estas zonas.
4. Los mandos de la aparamenta estarán situados frente al operario en el momento de realizar la operación, y el diseño de la aparamenta protegerá al operario de la salida de gases en caso de un eventual arco interno.

*7.14.5. Líneas de servicios auxiliares del CBT.*

Al ser una instalación estándar y normalizada prefabricada, se considera que las canalizaciones, cableado y protecciones de los distintos receptores incluidos en las casetas,

como son iluminación, ventilación, monitorización, etc. están convenientemente justificados. Por lo que se considera que no es necesario los cálculos de dichas instalaciones.

En el esquema unifilar se han indicado los elementos de protección incluidos en estos cuadros eléctricos, así como los diferentes circuitos a los que protegerán.

En concreto, el Cuadro General de Protección (CGP) del CMT constará de:

- Interruptor automático de Protección General del Cuadro de 25 A.
- Interruptor diferencial de 25 A. 30 mA de sensibilidad.
- Interruptor magnetotérmico de 10 A. para Línea de ventilación forzada del Centro de MT.
- Interruptor magnetotérmico de 10 A. para Línea de alumbrado del CGP del Centro de MT.
- Interruptor magnetotérmico de 16 A. para Línea de tomas de corriente Centro de MT.
- Interruptor magnetotérmico de 16 A. para Línea de equipo rectificador y cargador de batería.

### **7.15. Limitación de campos magnéticos.**

De acuerdo con la Normativa NZR104, en el diseño de las instalaciones de interior, como es el caso de los centros de transformación, se tendrán en cuenta las limitaciones establecidas en el Reglamento de Instalaciones Eléctricas de Alta Tensión, ITC-RAT 14, punto 4.7, referente a los campos magnéticos en la proximidad de instalaciones de alta tensión.

Las instrucciones técnicas ITC-RAT 14 e ITC-RAT 15 obligan a adoptar en el diseño de las instalaciones de alta tensión las medidas adecuadas para minimizar, en el exterior de las instalaciones de alta tensión, los campos electromagnéticos creados por la circulación de corriente a 50 Hz en los diferentes elementos de las instalaciones, especialmente cuando dichas instalaciones de Alta Tensión se encuentren ubicadas en el



interior de edificios o próximas a edificios de otros usos. Dichas comprobaciones se harán constar en el proyecto técnico previsto en la ITC-RAT 20. Conforme al Real Decreto 1066/2001 se debe verificar que el campo electromagnético en las proximidades de las instalaciones de Alta Tensión es inferior a  $100\mu\text{T}$ . En caso contrario, se considera que se cumple sobradamente este nivel, máxime al ser instalaciones que no cuentan con personal habitual, solamente de forma esporádica y en tiempos de permanencia muy reducidos. No obstante, se deberá modificar el diseño adoptando las medidas necesarias para disminuir dicho campo hasta alcanzar valores por debajo del límite establecido en el Real Decreto.

Al objeto de limitar en el exterior de las instalaciones de alta tensión los campos magnéticos creados en el exterior por la circulación de corrientes de 50 Hz en los diferentes elementos de las instalaciones, se tomarán las siguientes medidas:

- Los conductores trifásicos se dispondrán lo más cerca posible uno del otro, preferentemente juntos y al tresbolillo.
- En el caso en el que las interconexiones de baja tensión del transformador se ejecuten con varios cables por fase, se agruparán las diferentes fases en grupos RSTN. No se llevarán por tanto conductores de la misma fase en paralelo.

Cuando los centros de transformación se encuentren ubicados en edificios habitables, o anexos a los mismos, se observarán las siguientes condiciones de diseño:

- a) Las entradas y salidas al centro de transformación de la red de alta tensión se efectúan por el suelo y adoptan la disposición en triángulo y formando ternas.
- b) La red de baja tensión se diseña igualmente con el criterio anterior.
- c) Se procurará que las interconexiones sean lo más cortas posibles y se diseñarán evitando paredes y techos colindantes con viviendas.
- d) No se ubicarán cuadros de baja tensión sobre paredes medianeras con locales habitables y se procurará que el lado de conexión de baja tensión del transformador quede lo más alejado lo más posible de estos locales.

### 7.16. Nivel de Ruido.

Con objeto de limitar el ruido originado por las instalaciones de alta tensión, según la norma NRZ-104 y la ITC-RAT 14, apartado 4.8, dichas instalaciones se dimensionarán y diseñarán de forma que los índices de ruido medidos en el exterior de las instalaciones se ajusten a los niveles de calidad acústica establecidos en el *RD 1367/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de septiembre, del Ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas*, así como a la legislación Local o Autonómica que en cada caso pudiera afectarle.

### 7.17. Requisitos del equipo de medida.

Se colocará un dispositivo que impida el vertido de energía a la red de distribución, se deberá acreditar y justificar el correcto funcionamiento del mismo. Para ello, se emitirá el correspondiente certificado en cumplimiento del informe UNE 217001 IN, emitido por una Entidad Certificadora Acreditada.

### 7.18. Cálculos.

#### 7.18.1. Intensidad de media tensión.

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

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times U_p}$$

Siendo:

$P$  = potencia del transformador [kVA]

$U_p$  = tensión primaria [kV]

$I_p$  = intensidad primaria [A]

En el caso que nos ocupa, la tensión primaria de alimentación es de 25 kV.

Para nuestro transformador, la potencia es de 2.500 kVA.

$$I_p = 55,57 \text{ A}$$

### 7.18.2. Intensidad de baja tensión.

La intensidad secundaria en un transformador trifásico viene dada por la expresión, ya indicada anteriormente:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times U_p}$$

Siendo:

$P$  = potencia del transformador [kVA]

$U_s$  = tensión en el secundario [kV]

$I_s$  = intensidad en el secundario [A]

Para nuestro transformador, la potencia es de 2.500 kVA, y la tensión secundaria es de 800 V en vacío.

$$I_s = 1.804,22 \text{ A}$$

### 7.18.3. Cortocircuitos.

#### 7.18.3.1. Observaciones.

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

#### 7.18.3.2. Cálculo de las intensidades de cortocircuito

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

$$I_{cc} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot U_p}$$

Siendo:

$S_{cc}$  = potencia de cortocircuito de la red [500 MVA]

$U_p$  = tensión del primario [25 kV]

$I_{ccp}$  = corriente de cortocircuito [kA]

En nuestro caso, se tendrá:

$$I_{cc} = 11,54 \text{ kA}$$

#### 7.18.3.3. Cortocircuito en el lado de la baja tensión.

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

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

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

Siendo:

$P$  = potencia de transformador [kW]= 2.500 kVA

$E_{cc}$  = tensión de cortocircuito del transformador [%] = 6%

$U_s$  = tensión en el secundario [V] = 800 V

$I_{ccs}$  = corriente de cortocircuito [kA]

En nuestro caso, se tendrá:

$$I_{ccp} = 30,10 \text{ kA}$$

### 7.19. Dimensionado del embarrado de servicio.

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

#### 7.19.1. Comprobación por densidad de corriente.

La comprobación por densidad de corriente tiene por objeto verificar que el conductor indicado es capaz de conducir la corriente nominal máxima sin superar la densidad máxima posible para el material conductor. Esto, además de mediante cálculos teóricos,

puede comprobarse realizando un ensayo de intensidad nominal, que, con objeto de disponer de suficiente margen de seguridad, se considerará que es la intensidad del bucle.

#### *7.19.2. Comprobación por solicitud electrodinámica.*

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

$$I_{cc(din)} = 75,37 \text{ kA}$$

#### *7.19.3. Comprobación por solicitud térmica*

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

$$I_{cc(ter)} = 30,15 \text{ kA}$$

#### *7.19.4. Protección contra sobrecargas y cortocircuitos*

El transformador está protegido tanto en MT como en BT. En MT la protección la efectúan las celdas asociadas a esos transformadores, mientras que en BT la protección se incorpora en los cuadros de las líneas de salida.

La protección de este transformador se realiza por medio de una celda de interruptor automático, que proporciona todas las protecciones al transformador, bien sea por sobrecargas, faltas a tierra o cortocircuitos, gracias a la presencia de un relé de protección. En caso contrario, se utilizan únicamente como elemento de maniobra de la red.

El interruptor automático posee capacidad de corte tanto para las corrientes nominales, como para los cortocircuitos antes calculados.

Los fusibles se seleccionan para:

- Permitir el funcionamiento continuado a la intensidad nominal, requerida para esta aplicación.
- No producir disparos durante el arranque en vacío de los transformadores, tiempo en el que la intensidad es muy superior a la nominal y de una duración intermedia.
- No producir disparos cuando se producen corrientes de entre 10 y 20 veces la nominal, siempre que su duración sea inferior a 0,1 s, evitando así que los fenómenos transitorios provoquen interrupciones del suministro.

Sin embargo, los fusibles no constituyen una protección suficiente contra las sobrecargas, que tendrán que ser evitadas incluyendo un relé de protección de transformador, o si no es posible, una protección térmica del transformador. La intensidad nominal de estos fusibles es de 160 A.

La celda de protección de este transformador incorporará un relé que permite que la celda, además de protección contra cortocircuitos, proteja contra sobreintensidades o sobrecargas y contra fugas a tierra. Se consigue así que la celda de protección con fusibles realice prácticamente las mismas funciones que un interruptor automático, pero con velocidad muy superior de los fusibles en el caso de cortocircuitos. De esta forma se limitan los efectos térmicos y dinámicos de las corrientes de cortocircuitos y se protege de una manera más efectiva la instalación.

La protección del centro se realiza en BT, siendo los fusibles de BT los que efectúan la protección ante eventuales cortocircuitos.

Estos fusibles realizan su función de protección de forma ultrarrápida (muy inferiores a los de los interruptores automáticos), ya que su fusión evita incluso el paso del máximo de las corrientes de cortocircuitos por toda la instalación.

#### 7.19.5. Dimensionado de los puentes de MT.

Los cables que se utilizan en esta instalación, descritos en la memoria, deberán ser capaces de soportar los parámetros de la red.

La intensidad nominal demandada por este transformador es igual a 55,57 A.

El valor de la intensidad máxima admisible en cables enterrado bajo tubo es de 245 A para un cable de sección de 150 mm<sup>2</sup> en aluminio, según el fabricante.

Por lo tanto, se ha dispuesto de un conductores por fase, es decir un conductor de 1x3x150 mm<sup>2</sup> Al en canalización subterránea y bajo tubo, por lo que por cada conductor circularían 55,57 A, cumpliendo la intensidad máxima admisible de éste.

#### 7.19.6. Dimensionado de los puentes de BT.

Para el cálculo de los puentes de tensión se tiene en cuenta la intensidad total admisible de la baja del transformador que, como ya se ha calculado, es de 1.804,22 A.

Se tendrá:

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3} \cdot L \cdot I}{\gamma \cdot S \cdot n}$$

Siendo:

$\Delta V$  = Caída de Tensión en V

L = Longitud de la línea en m

I = Intensidad admisible

$\gamma$  = Resistividad del conductor

s = Sección del conductor

n = número de conductores por fase

Se ha optado por un instalar conductores de cobre de 6x240 mm<sup>2</sup>, por lo que aplicando la fórmula tendremos:

$$\Delta V = 0,904 V$$

Lo que corresponde a una caída de tensión del **0,11%**.

#### *7.19.7. Dimensionado de la ventilación del CMT.*

Como se van a instalar edificaciones prefabricadas, los sistemas de ventilación forzada vienen ya realizados y dimensionados por el fabricante de éstas.

#### *7.19.8. Dimensionado del pozo apagafuegos.*

Al no haber transformadores de aceite como refrigerante, no es necesaria la existencia de pozos apagafuegos.

#### *7.19.9. Cálculo de las instalaciones de puesta a tierra.*

##### *7.19.9.1. Investigación de las características del suelo.*

El Reglamento de Alta Tensión indica que, para instalaciones de tercera categoría, y de intensidad de cortocircuito a tierra inferior o igual a 16 kA no será imprescindible realizar la citada investigación previa de la resistividad del suelo, bastando el examen visual del terreno y pudiéndose estimar su resistividad, siendo necesario medirla para corrientes superiores.

Según la investigación previa del terreno donde se instalará este Centro de Transformación, se determina la resistividad media en  $802 \Omega \cdot m$ .

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

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

De la red:

- Tipo de neutro. El neutro en este caso no existe por lo que se obvia este estudio.
- Tipo de protecciones. Cuando se produce un defecto, éste se eliminará mediante la apertura de un elemento de corte que actúa por indicación de un dispositivo relé de intensidad, que puede actuar en un tiempo fijo (tiempo fijo), o según una curva de tipo inverso (tiempo dependiente). Adicionalmente, pueden existir reenganches posteriores al primer disparo,



que sólo influirán en los cálculos si se producen en un tiempo inferior a los 0,5 segundos.

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

#### 7.19.9.3. *Diseño preliminar de la instalación de tierra.*

El diseño preliminar de la instalación de puesta a tierra se realiza basándose en las configuraciones tipo presentadas en el Anexo 2 del método de cálculo de instalaciones de puesta a tierra de UNESA, que esté de acuerdo con la forma y dimensiones del centro de media tensión, según el método de cálculo desarrollado por este organismo.

#### 7.19.9.4. *Cálculo de la resistencia del sistema de tierra.*

- Características de la red de alimentación:

- Tensión de servicio:  $U_r = 25 \text{ kV}$

- Nivel de aislamiento de las instalaciones de BT:

$V_{bt} = 10.000 \text{ V}$

- Características del terreno:

- Resistencia de tierra  $R_o = 801,8 \Omega \cdot \text{m}$

- Resistencia del hormigón  $R'o = 3.000 \Omega \cdot \text{m}$

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

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

Siendo:

$I_d$  = intensidad de falta a tierra [A]

$R_t$  = resistencia total de puesta a tierra [ $\Omega$ ]

$V_{bt}$  = tensión de aislamiento en baja tensión [V]

La intensidad del defecto se calcula de la siguiente forma:

$$I_d = I_{dm}$$

Siendo:

$I_{dm}$  = limitación de la intensidad de falta a tierra [A]

$I_d$  = intensidad de falta a tierra [A]

Operando en este caso, el resultado preliminar obtenido es:

$$I_d = 90 \text{ A}$$

La resistencia total de puesta a tierra preliminar:

$$R_t = K_r * \rho = 52,07 \Omega$$

Se selecciona el electrodo tipo (de entre los incluidos en las tablas, y de aplicación en este caso concreto, según las condiciones del sistema de tierras) que cumple el requisito de tener una  $K_r$  más cercana inferior o igual a la calculada para este caso y para este centro.

Valor unitario de resistencia de puesta a tierra del electrodo:

$$K_r \leq \frac{R_t}{R_0}$$

Siendo:

$R_t$  = resistencia total de puesta a tierra [ $\Omega$ ].

$R_0$  = resistividad del terreno en [ $\Omega \cdot m$ ].

$K_r$  = coeficiente del electrodo.

Rectángulo de 8.0 m x 4.0 m.

Sección conductor = 50 mm<sup>2</sup>.  
 Diámetro picas = 14 mm.  
 L<sub>p</sub> = Longitud de la pica en m.

PROFUNDIDAD = 0'5 m

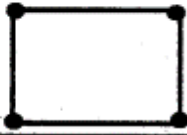

CONFIGURACION	L <sub>p</sub> (m)	RESISTENCIA K <sub>r</sub>	TENSION DE PASO K <sub>p</sub>	TENSION DE CONTACTO EXT K <sub>c</sub> = K <sub>p</sub> (acc)	CODIGO DE LA CONFIGURACION
Sin picas	-	0.088	0.0169	0.0508	80-40/5/00
4 picas 	2	0.072	0.0154	0.0338	80-40/5/42
	4	0.061	0.0127	0.0255	80-40/5/44
	6	0.053	0.0107	0.0204	80-40/5/46
	8	0.047	0.0093	0.0169	80-40/5/48
8 picas 	2	0.065	0.0134	0.0284	80-40/5/82
	4	0.053	0.0103	0.0192	80-40/5/84
	6	0.045	0.0083	0.0141	80-40/5/86
	8	0.039	0.0069	0.0110	80-40/5/88

Tabla de configuraciones de electrodos del Anexo 2 de UNESA

Para nuestro caso particular, y según los valores antes indicados:

$$K_r = 0,065 \Omega$$

La configuración adecuada para este caso tiene las siguientes propiedades:

- Configuración seleccionada: 80-40/5/82
- Geometría del sistema: Picas en rectángulo
- Distancia entre picas: 5 m
- Profundidad del electrodo horizontal: 0,5 m
- Número de picas: 8
- Longitud de las picas: 2 metros

Parámetros característicos del electrodo:

- De la resistencia  $K_r = 0,065$
- De la tensión de paso  $K_p = 0,0134$

- De la tensión de contacto  $K_c = 0,0284$

- Medidas de seguridad adicionales para evitar tensiones de contacto.

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

Las puertas y rejillas metálicas que dan al exterior de los 2 edificios no tendrán contacto eléctrico con masas conductoras susceptibles de quedar a tensión debido a defectos o averías.

En el piso del CMT se instalará un mallazo cubierto por una capa de hormigón de 10 cm, conectado a la puesta a tierra del mismo, en el caso de que no sea una edificación prefabricada, ya que está viene preparada y conectada a la puesta a tierra.

En el caso de instalar las picas en hilera, se dispondrán alineadas con el frente del edificio.

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

$$R'_t = K_r \cdot R_0$$

Siendo:

$K_r$  = coeficiente del electrodo

$R_0$  = resistividad del terreno en [ $\Omega \cdot m$ ] (se escoge ma media de los 5 valores obtenidos en el estudio Geológico= 801,8 Ohm·m).

$R'_t$  = resistencia total de puesta a tierra [ $\Omega$ ]

Por lo que para el centro de baja tensión:

$$R_t = 52,13 \Omega$$

y la intensidad de defecto real, tal y como indica la fórmula anterior:

$$I'_d = 90 A$$

7.19.9.5. *Cálculo de las tensiones de paso en el interior de la instalación.*

La tensión de defecto vendrá dada por:

$$V'_d = R'_t \cdot I'_d$$

Siendo:

$R'_t$  = resistencia total de puesta a tierra [ $\Omega$ ].

$I'_d$  = intensidad de defecto [A].

$V'_d$  = tensión de defecto [V].

Por lo que en el centro de media tensión:

$$V'_d = 4.691,7 V$$

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

$$V_{p(acc)} = K_c \cdot R_o \cdot I'_d = 491,64 V$$

Donde:

$K_c$  = coeficiente tensión de contacto.

$R_o$  = resistividad del terreno en [ $\Omega \cdot m$ ].

$I'_d$  = intensidad de defecto [A].

$V'_{acc}$  = tensión de paso en el acceso [V].

En este caso, al estar las picas alineadas frente a los accesos al Centro de Transformación y paralelas a la fachada, la tensión de paso en el acceso va a ser prácticamente nula por lo que no la consideraremos.

$$V'_c = 1.534 V$$

## **8. LÍNEA DE EVACUACIÓN SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN.**

A partir del transformador tensión, partirá una línea de media tensión (25 kV), hasta el centro de media tensión, constituida por un circuito de tres conductores unipolares de aislamiento seco RH5Z1 18/30 kV de 1x3x150 mm<sup>2</sup> Al.

A continuación del centro de media tensión partirá una línea subterránea, trifásica, constituida por un circuito de tres conductores unipolares de aislamiento seco RH5Z1 18/30 kV de 1x3x150 mm<sup>2</sup> Al en canalización subterránea y bajo tubo, hasta el centro de seccionamiento.

### **8.1. Conductor de la línea de media tensión.**

Las líneas objeto del presente estudio, a efectos reglamentarios, se considerarán de tercera categoría.

En el trazado de las líneas subterráneas se cumplirán las distancias reglamentarias establecidas en la ITC-LAT 06, así como las que puedan establecer otros organismos y/o empresas de servicios afectadas por el trazado que se pueda proyectar.

Las líneas subterráneas de media tensión estarán integradas en redes trifásicas de hasta 30 kV y frecuencia nominal 50 Hz. La tensión nominal de la línea subterránea será en nuestro caso de 25 kV.

#### *8.1.1. Características del conductor.*

Se ha elegido, como conductor para la línea de evacuación de media tensión un conductor unipolar de aluminio, con aislamiento seco termoestable, en concreto cable aislado con polietileno reticulado RH5Z1 18/30 kV de 1x3x150 mm<sup>2</sup> Al, con pantalla semiconductora sobre conductor y sobre aislamiento y con pantalla metálica de aluminio.

Se ajustarán a lo indicado en las normas UNE-HD 620-10E, UNE 211620, ITC-LAT-06.

Para la elección de la tensión nominal del cable se utilizará la norma UNE 20435-2 y la tabla 2 de la ITC- LAT 06.

El circuito de la línea subterránea de media tensión se compondrá de tres conductores unipolares.

#### *8.1.2. Terminaciones.*

Las terminaciones serán en instalaciones con celdas de corte y aislamiento en SF6. Serán acordes a las normas UNE-HD629-1 y UNE-EN 61442.

#### *8.1.3. Empalmes.*

Los empalmes se utilizarán siempre empalmes contráctiles en frío, tomando como referencia las normas UNE: UNE211027, UNE-HD629-1 y UNE-EN 61442.

### **8.2. Cálculos justificativos.**

#### *8.2.1. Introducción.*

Para la justificación de los cálculos en los que se basen los proyectos de las líneas subterráneas de media tensión se seguirán las prescripciones indicadas en la ITC-LAT-6 del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en las líneas eléctricas de alta tensión.

En este apartado se detalla y justifica el cálculo de los siguientes parámetros:

- Intensidades máximas admisibles para el cable.
  - En servicio permanente.
  - En cortocircuito durante un tiempo determinado.
- Pérdidas de potencia.
- Caída de tensión de la línea

#### *8.2.2. Características eléctricas del conductor.*

Para la realización de los cálculos justificativos se tendrán en cuenta las características del conductor que se detallan en la norma de referencia informativa DND001 Cables aislados para redes aéreas y subterráneas de Media Tensión hasta 30 kV.

### **Resistencia del conductor**

La resistencia del conductor varía con la temperatura de funcionamiento de la línea. Se adopta como temperatura máxima del conductor en régimen permanente 90 °C. El incremento de resistencia en función de la temperatura viene determinado por la expresión:

$$R = R_{20^{\circ}\text{C}} \cdot (1 + \alpha \cdot (\theta - 20^{\circ}\text{C}))$$

Siendo:

$\alpha$  = Coeficiente de temperatura del aluminio,  $\alpha = 0,00403$  °C,

$\theta$  = Temperatura máxima del conductor, se adopta el valor de 90°C.

$R_{20^{\circ}\text{C}}$  = Resistencia del conductor a 20 °C.

Los valores de resistencia para los valores indicados a la temperatura estándar (20 °C) y máxima (90 °C) son los mostrados a continuación:

Conductor	Sección nominal (mm <sup>2</sup> )	Resistencia máxima a 20 °C (Ω/km)	Resistencia máxima a 90 °C (Ω/km)
RH5Z1	150	0,206	0,264
	240	0,125	0,161
	400	0,078	0,100

Para el conductor empleado en este caso, la resistencia con respecto a la temperatura, por terna de conductores será:

$$R = R_{20^{\circ}\text{C}} \cdot (1 + \alpha \cdot (\theta - 20^{\circ}\text{C})) = 0,264 \Omega/km$$

### **Reactancia del cable**

La reactancia depende de la geometría y diseño del conductor. Las reactancias de los cables especificados, con disposición de las tres fases por un mismo tubo y en triángulo, son los mostrados a continuación:



Conductor	Sección nominal (mm <sup>2</sup> )	Reactancia cable 12/20 kV (Ω/km)	Reactancia cable 18/30 kV (Ω/km)
RH5Z1	150	0,114	0,132
	240	0,106	0,123
	400	0,099	0,106

### 8.2.3. Intensidades máximas admisibles para el cable.

#### 8.2.3.1. Intensidad máxima admisible para el cable en servicio permanente.

Para cada instalación, dependiendo de sus características, configuración, condiciones de funcionamiento, tipo de aislamiento, etc., se justificará y calculará la intensidad máxima permanente del conductor, con el fin de no superar la temperatura máxima asignada del mismo.

Según se establece en la ITC-LAT-6, el aumento de temperatura provocado por la circulación de la intensidad calculada, no debe dar lugar a una temperatura en el conductor superior a la prescrita en la tabla siguiente:

Tipo de aislamiento seco	Servicio permanente θs	Cortocircuito θcc (t ≤ 5s)
Polietileno reticulado RH5Z1	90 °C	250 °C

Los valores de intensidad máxima admisible según la ITC-LAT-6 para las condiciones estándar que se describen a continuación son los indicados en la siguiente tabla.

- Temperatura máxima en el conductor: 90 °C.
- Línea subterránea de media tensión en servicio permanente.
- 3 cables unipolares en trébol, dentro de un tubo.
- Profundidad de instalación: 1 m.
- Resistividad térmica del terreno: 1,5 K·m/W.
- Temperatura ambiente del terreno a la profundidad indicada: 25 °C.
- Temperatura del aire ambiente: 40 °C.

Sección nominal de los conductores mm <sup>2</sup>	Intensidad máxima admisible, I, en A (Cables unipolares en triángulo en contacto)
150	245
240	320
400	415

En el caso en que no se cumplan las condiciones descritas anteriormente, la intensidad admisible deberá corregirse teniendo en cuenta cada una de las magnitudes de la instalación real que difieran de aquellas.

Como el conductor que se usará será el de 150 mm<sup>2</sup>, contaremos de partida con una intensidad máxima admisible de 245 A.

Las condiciones a considerar para la corrección del valor de la intensidad admisible son las siguientes:

- Temperatura del terreno.
- Agrupación de los circuitos.
- Resistividad térmica del terreno.
- Profundidad de la instalación.

Tras la aplicación de los diferentes factores correctores, debe cumplirse que el aumento de temperatura provocado por la circulación de la intensidad calculada no dé lugar a una temperatura, en el conductor, superior a la prescrita en la tabla 3.

**Factor relativo a cables enterrados bajo tubo en terrenos cuya temperatura sea distinta de 25°C (Fct)**

En la siguiente tabla se indican los factores de corrección F, de la Intensidad admisible para temperaturas del terreno distintas de 25°C, en función de la temperatura máxima asignada al conductor.

Temperatura °C, en servicio permanente, $\theta_s$	Temperatura del terreno, en °C, $\Phi_t$								
	10	15	20	25	30	35	40	45	50
<b>90</b>	1,11	1,07	1,04	1	0,96	0,92	0,88	0,83	0,78

El factor de corrección para otras temperaturas del terreno distintas de las tablas será:

$$F_{ct} = \sqrt{\frac{\theta_s - \theta_t}{\theta_s - 25}} = 0,97$$

**Factor relativo a agrupación de circuitos (Fca):**

En el caso de que la línea subterránea se componga de una agrupación de tubos, la intensidad admisible dependerá del tipo de agrupación empleado y variará para cada cable o terna según esté colocado en un tubo central o periférico. Cada caso deberá estudiarse individualmente por el proyectista. Además, se tendrán en cuenta los coeficientes aplicables en función de la temperatura y resistividad térmica del terreno y profundidad de la instalación.

Para ternas de cable enterradas en una zanja en el interior de tubos, se aplicarán los coeficientes que se indican a continuación:

<b>Circuitos en tubulares soterrados (un circuito trifásico por tubo) Tubos dispuestos en plano horizontal</b>			
<b>Circuitos agrupados</b>	<b>Distancias entre tubos en mm</b>		
	<b>Contacto</b>	<b>200</b>	<b>400</b>
2	0,8	0,83	0,87
3	0,7	0,75	0,8
4	0,64	0,7	0,77

En nuestro caso, y dado que solo hay un circuito el factor de agrupamiento es **1**.

**Factor relativo a Resistividad Térmica del terreno (F<sub>crt</sub>):**

El coeficiente corrector para resistividad térmica del terreno distinta de 1,5 K·m/W, se obtiene de la siguiente tabla.

Sección del conductor	Resistividad del terreno (K·m/W)						
	0.8	0.9	1	1.5	2	2.5	3
150	1,14	1,12	1,1	1	0,93	0,87	0,82
240	1,15	1,12	1,1	1	0,92	0,86	0,81
400	1,16	1,13	1,1	1	0,92	0,86	0,81

La resistividad térmica del terreno en función de su naturaleza y humedad viene dada en la siguiente tabla.

Resistividad térmica del terreno (K m/W)	Naturaleza del terreno y grado de humedad
0,40	Inundado
0,50	Muy húmedo
0,70	Húmedo
0,85	Poco húmedo
1,00	Seco
1,20	Arcilloso muy seco
1,50	Arenoso muy seco
2,00	De piedra arenisca
2,50	De piedra caliza
3,00	De piedra granítica

En nuestro caso, el factor de resistividad por el terreno es **1**.

**Factor relativo a la Profundidad de la instalación (F<sub>cp</sub>):**

El coeficiente corrector para distintas profundidades de soterramiento se obtiene a partir de la siguiente tabla.

Profundidad (m)	En tubular con sección	
	<= 185 mm <sup>2</sup>	> 185 mm <sup>2</sup>
0,50	1,06	1,08

Profundidad (m)	En tubular con sección	
	$\leq 185 \text{ mm}^2$	$> 185 \text{ mm}^2$
0,60	1,04	1,06
0,80	1,02	1,03
1,00	1,00	1,00
1,25	0,98	0,98
1,50	0,97	0,96
1,75	0,96	0,95
2,00	0,95	0,94
2,50	0,93	0,92
3,00	0,92	0,91

En base a los factores expuestos, la intensidad admisible permanente del por terna de conductores se calculará por la siguiente expresión:

$$I_{adm\_real} = I_{adm} \cdot F_{ct} \cdot F_{crt} \cdot F_{ca} \cdot F_{cp} = 237,65 \text{ A.}$$

Siendo:

$I_{admreal}$  = Intensidad máxima admisible en servicio permanente, en A.

$I_{adm}$  = Intensidad del conductor sin coeficientes de corrección, en A.

$F_{ct}$  = Factor de corrección debido a la temperatura del terreno.

$F_{crt}$  = Factor de corrección debido a la resistividad del terreno.

$F_{ca}$  = Factor de corrección debido a la agrupación de circuitos.

$F_{cp}$  = Factor de corrección debido a la profundidad de soterramiento.

#### 8.2.4. Cálculo de la caída de tensión.

La caída de tensión se calculará en el punto final del tramo (L) proyectado mediante la siguiente expresión:

$$U_c = \frac{P \cdot L}{U} \cdot (R_{90} + X \cdot \tan\varphi) = 9,80 \text{ V}$$

Siendo:

P = Potencia máxima de la instalación

L = Longitud de la Línea (718 m).

U = Tensión de servicio

R<sub>90</sub> = Resistencia conductor a 90°.

X = Reactancia del conductor

Tan φ = Tangente de φ

En valor absoluto:

$$\% \Delta V = \frac{\Delta V}{V} \cdot 100 = 0,039\%$$

Por lo que, con un conductor por fase de 150 mm<sup>2</sup> cumple sobradamente.

#### 8.2.5. Intensidad máxima admisible para el cable en cortocircuito.

La temperatura que puede de alcanzar el conductor del cable, como consecuencia de un cortocircuito o sobreintensidad de corta duración, no debe sobrepasar la temperatura máxima admisible de corta duración (para menos de un tiempo t) asignada a los materiales utilizados para el aislamiento del cable.

A estos efectos, se considera el proceso adiabático, es decir, que el calor desprendido durante el proceso es absorbido por los conductores.

Se tiene que cumplir que el valor de la integral de Joule durante el cortocircuito tiene que ser menor al valor máximo de la integral de Joule admisible en el conductor.

$$I_{cc}^2 \cdot t_{cc} \leq I_{cc \text{ Adm}}^2 = (K \cdot S)^2$$

Con esta fórmula se calcula la Intensidad de cortocircuito trifásico admisible del conductor.

$$I_{cc} = K \cdot \frac{S}{\sqrt{t_{cc}}} \cdot \sqrt{\frac{\ln\left(\frac{T_{cc} + \beta}{T_i + \beta}\right)}{\ln\left(\frac{T_{cc} + \beta}{T_s + \beta}\right)}}$$

Siendo:

$I_{cc}$ . = Intensidad de cortocircuito trifásico calculada con hipótesis adiabática en el conductor, en amperios.

$S$  = Sección del conductor, en  $\text{mm}^2$ .

$K$  = Coeficiente que depende de la naturaleza del conductor y del tipo de aislamiento. Representa la densidad de corriente admisible para un cortocircuito de 1 segundo y para el caso del conductor de Al con aislamiento XLPE.  $K=94$  suponiendo temperatura inicial antes del cortocircuito de  $90^\circ\text{C}$  y máxima durante el cortocircuito de  $250^\circ\text{C}$ .

$t_{cc}$  = Duración del cortocircuito, en segundos.

$T_{cc}$  = Máxima temperatura del conductor en cortocircuito

$T_i$  = Temperatura del conductor en régimen permanente.

$T_s$  = Temperatura máxima del conductor en régimen permanente.

$\beta$  = 235 para cobre y 228 para aluminio.

La intensidad de cortocircuito del conductor resulta ser de:

$$I_{cc} = 19,94 \text{ kA}$$

El tiempo máximo de duración del cortocircuito deberá ser proporcionado por la Distribuidora, en nuestro caso 0,5.

Los valores de cortocircuito máximo admisibles de los conductores especificados en el presente proyecto se detallan en la siguiente tabla.

Sección del conductor mm <sup>2</sup>	Duración del cortocircuito (s)									
	0,1	0,2	0,3	0,5	0,6	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
<b>150</b>	44,6	31,5	25,7	19,9	18,2	14,1	11,5	10,0	8,9	8,1
<b>240</b>	71,3	50,4	41,2	31,9	29,1	22,6	18,4	16,0	14,3	13,0
<b>400</b>	118,9	84,1	68,6	53,2	48,5	37,6	30,7	26,6	23,8	21,7

El valor de la intensidad de cortocircuito para el cálculo de la línea subterránea será de 6,31 kA.

Se comprobará que la intensidad de cortocircuito para el cálculo de la red (16 kA) será inferior a la intensidad de cortocircuito admisible en los conductores, según la duración del mismo.

#### *8.2.6. Intensidad máxima admisible para la pantalla en cortocircuito.*

La intensidad de cortocircuito admisible en la pantalla de aluminio se ha calculado siguiendo la guía de la norma UNE 211003 y el método descrito en la norma UNE 21192.

Se tiene en cuenta que la pantalla de Al es de 0,3 mm de espesor, con una temperatura inicial de 70 °C y una temperatura final de la pantalla de 180 °C.

Se comprobará, que las intensidades de cortocircuito por la pantalla calculadas en el punto de cortocircuito (cortocircuito monofásico) quedan por debajo de los valores de intensidad de cortocircuito máxima admisibles.

#### *8.2.7. Protecciones.*

Para la protección contra sobreintensidades, cortocircuitos y sobrecargas se cumplirá con lo indicado en la ITC-LAT-06 apartado 7.1. De igual forma para la protección contra sobretensiones lo indicado en el apartado 7.2 de la misma ITC.

#### *8.2.8. Caída de tensión.*

El cálculo de la caída de tensión se obtiene a partir de la siguiente expresión:



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

Siendo:

P= Potencia a transportar por el cable en kW.

U = Tensión de línea en kV.

I = Intensidad de la línea en A.

cos φ = Factor de potencia de la instalación.

El resultado de cálculo para determinar y validar la sección del conductor de la línea de evacuación, se recoge a continuación.

TRAMO							CRITERIO DE INTENSIDAD MÁX ADMISIBLE							CRITERIO DE CAIDA DE TENSIÓN		
Tramo	L (m)	Método	I (A)	Coef	I cal. (A)	V (V)	CU/ALS (mm <sup>2</sup> )	Cond./Fase	I adm (A)	Coef. T <sup>3</sup>	Coef. Res.	Coef. Agr.	I adm* (A)	¿CUMPLE?	ΔV (V)	ΔV (%)
TRAF0-CMT	20,00	D1	44,45597	1,25	55,57	25.000,00	AL 150	1	245,00	0,97	1,00	1,00	237,65	CUMPLE	0,273	0,001
CMT-CS	718,00	D1	44,45597	1,25	55,57	25.000,00	AL 150	1	245,00	0,97	1,00	1,00	237,65	CUMPLE	9,800	0,039
CS-E.BOMBEC	20,00	D1	44,45597	1,25	55,57	25.000,00	AL 150	1	245,00	0,97	1,00	1,00	237,65	CUMPLE	0,273	0,001

## 9. CENTRO DE SECCIONAMIENTO.

La línea de evacuación, conectará en el Centro de Seccionamiento ubicado junto a la Estación de Bombeo de los Sectores IV, V y VI de la Comunidad de Regantes “Santa María Magdalena”.

De tal forma, se instalarán los siguientes elementos:

- Red de tierras interiores.
- Alumbrado interior.
- Elementos de seguridad (guantes, banqueta y carteles de primeros auxilios).
- Extintor 89B (CO2).
- 2 Ud. de celda de interruptor automático, 36 kV, 400 A, 16 kA, y dotada de relé de protección 50/51, 50N/51N (10) con mando de apertura y cierre manual (celdas 1 y 2).
- 1 Ud. de celda de medida de tensión en barras, 36 kV, existente (celda 3).

- 1 Ud. de celda de protección general, 36 kV, 400 A, 16 kA, y dotada de relé de protección 50/51, 50N/51N (10) con mando de apertura y cierre manual, existente (celda 4).
- 1 Ud. de celda de remonte de línea de 36 kV, 400 A, 16 kA, existente (celda 5).
- 6 Ud. de conectores tipo M-400-TB para cable RH5Z1 18/30 kV, 1x150 mm<sup>2</sup> Al + KIT 25.

Con esto conseguimos que se pueda evacuar la energía producida por la planta fotovoltaica, en la barra de las celdas existentes.

## **10. SISTEMA ANTIVERTIDO.**

La instalación fotovoltaica proyectada se trata de una instalación de autoconsumo sin vertido de excedentes.

De acuerdo con los criterios establecidos por el *Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica*, las instalaciones fotovoltaicas de autoconsumo sin vertido de excedentes, deberán de disponer de un sistema antivertido que garantice que no se vierta energía a la red de distribución.

El sistema antivertido deberá de cumplir lo especificado en el citado Real Decreto, así como la *ITC-BT-40 Anexo I: Sistemas para evitar el vertido de energía a la red*. Además, deberá de estar certificado por laboratorio de ensayos acreditado de acuerdo a la norma UNE-EN ISO/IEC 17025.

El sistema antivertido deberá de tener capacidad técnica para que el sistema no vierta energía a la red siempre y cuando el consumo sea menor a la generación, con un tiempo de respuesta inferior a 2 segundos. Además, el sistema impedirá el vertido de energía a la red cuando se produzca un fallo en las comunicaciones, como salvaguarda de cumplimiento de la normativa.

El sistema estará compuesto de una unidad maestra, consistente en un regulador de potencia y un controlador para autoconsumo, que estará ubicada en el Centro de Seccionamiento, para medir el balance generación/consumo en cabecera.

La unidad maestra dispone de las siguientes características:

- Protocolos de comunicación: Comlynx, Modbus TCP (incluye Sunspec), Modbus RTU.
- Bus de comunicaciones TTL (5V). Permite comunicación con equipos 485 u ordenador USB.
- Aplicable a instalaciones monofásicas y trifásicas.
- Servidor Modbus/TCP para monitorización.
- Pantalla integrada OLED 1,3" con pulsador.
- Datos instantáneos en pantalla y mediante señalización luminosa y acústica.
- Buzzer interno para notificación sonora.
- Con distintos contadores o consumos para instalaciones próximas (hasta 6 instalaciones trifásicas).
- Controles independientes para cada fase.
- Alimentación 90-265 Vac, 50-60 Hz.
- Condiciones de trabajo: -20 °C, +50 °C // 5-95 % HR (sin condensación).
- Grado de protección IP20.
- Material: Plástico PC/ABS autoextinguible UL94-V0.
- Montaje sobre carril DIN EN 60715.
- Incluye conversor de fibra óptica a RS485.

La unidad maestra irá conectada a una unidad esclava, consistente en un controlador dinámico de potencia, que estará ubicada en el centro de baja tensión (CBT) de la instalación fotovoltaica, mediante fibra óptica, la cual se encargará de transmitir las órdenes de regulación de carga a los inversores, a la vez que vigilará el funcionamiento de las comunicaciones en el sistema.

La unidad esclava dispone de las siguientes características:

- Protocolos de comunicación: Modbus TCP (incluye Sunspec), RS485 (Modbus+), Ethernet RJ45, TTL (5V).
- Aplicable a instalaciones monofásicas y trifásicas.
- Servidor Modbus/TCP para monitorización.
- Evita la inyección de energía a la red (doble control físico y lógico).
- Leds de señalización.
- Buzzer interno para notificación sonora.
- 3 lecturas de voltaje y 3 lecturas de intensidad (5A).
- Controles independientes para cada fase.
- Alimentación 90-265 Vac, 50-60 Hz.
- Condiciones de trabajo: -20 °C, +50 °C // 5-95 % HR (sin condensación).
- Grado de protección IP20.
- Material: Plástico PC/ABS autoextinguible UL94-V0.
- Montaje sobre carril DIN EN 60715.
- Incluye conversor de fibra óptica a RS485.

El sistema antivertido contará, además, con una pasarela de comunicaciones RS485 y aislamiento galvánico, con las siguientes características:

- Aísla galvánicamente el bus RS-485 del equipo de regulación para su protección.
- Toma de alimentación mediante cable incluido con el conector RJ45.
- Permite polarización del bus RS485.
- Dispone de jumper de fin de línea (120 Ohm).
- Alimentación 5 Vdc.
- Condiciones de trabajo: -20 °C, +50 °C // 5-95 % HR (sin condensación).
- Grado de protección IP20.
- Material: Plástico PC/ABS autoextinguible UL94-V0.
- Montaje sobre carril DIN EN 60715.

## 11. SISTEMA DE MONITORIZACIÓN.

La instalación fotovoltaica proyectada incluirá un sistema de monitorización independiente, capaz de mostrar sinópticos con valores instantáneos, con gráficas de tendencia, históricos, registros y sistema de gestión de alarmas.

El sistema de monitorización incluirá lo siguiente:

- Datalogger con capacidad de control de hasta 80 inversores. Dispone de puertos MBUS, GE (WAN), SFP, USB, GE (LAN), COM, ranura para tarjeta SIM, antena 4 G y con capacidad para almacenamiento de datos.
- Instrumento de monitorización del entorno compuesto por sensor de radiación y temperatura de célula de referencia, comunicable mediante cable RS485.
- Router industrial LTE 4G Cat12.
- Sistema de gestión accesible a través de IP o de aplicaciones móviles.
- Cables de alimentación y conexión.

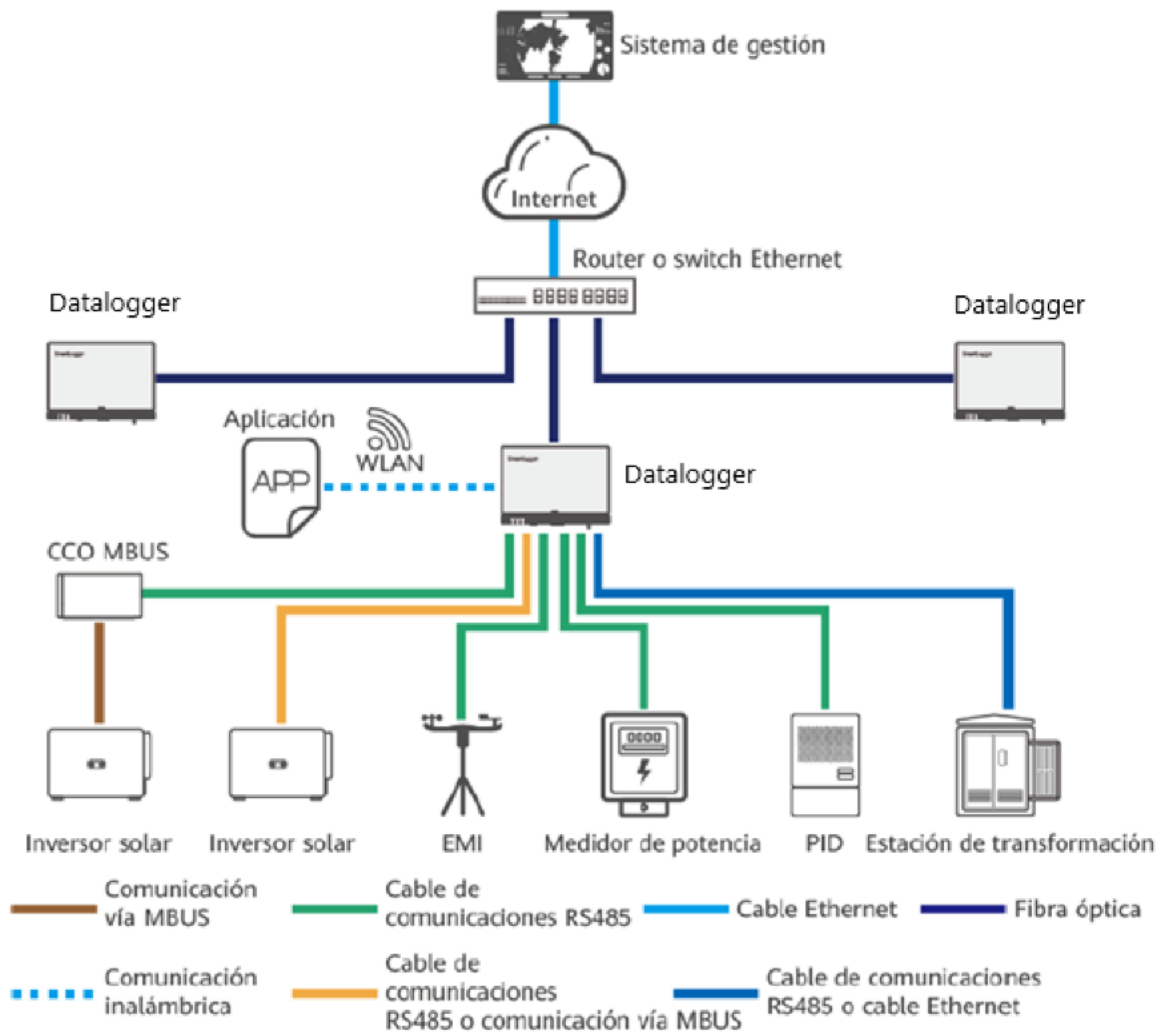
Para que el sistema funcione correctamente, a través de un Datalogger, se realizará la convergencia de todos los puertos, la conversión de protocolos, la obtención y el almacenamiento de datos, y la monitorización y el mantenimiento centralizado de los dispositivos de los sistemas.

El Datalogger admitirá las siguientes funciones:

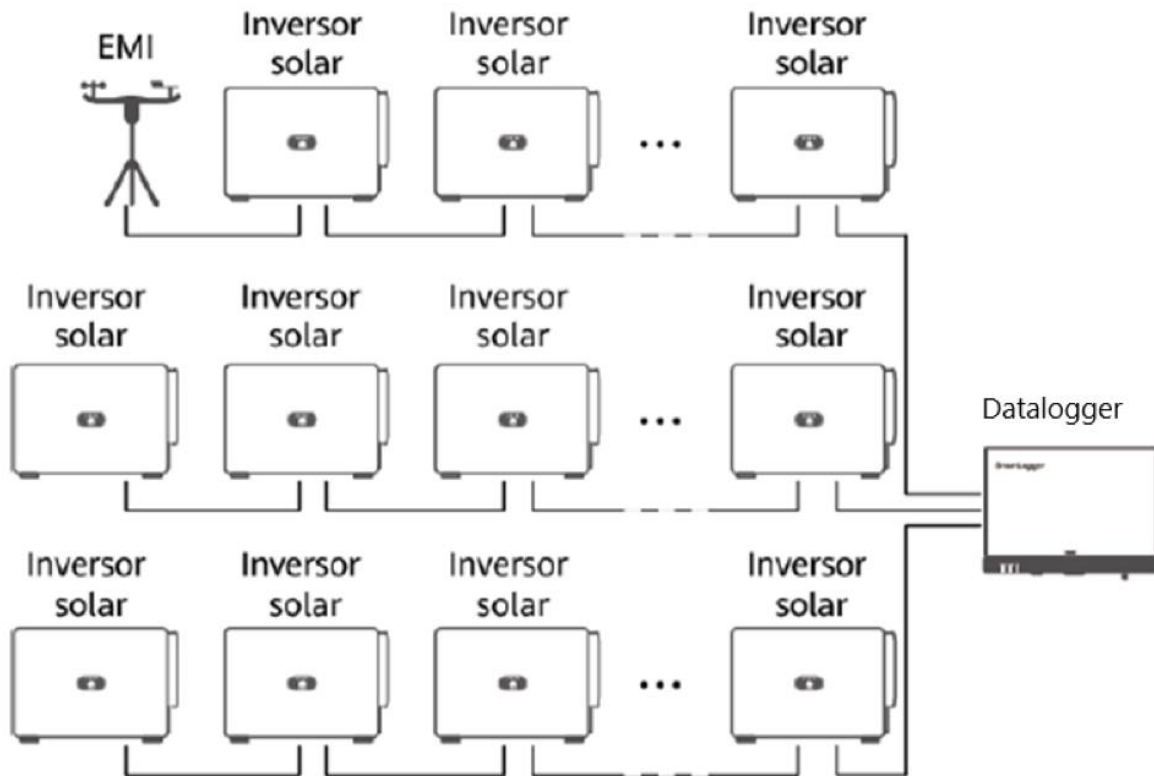
- Operaciones locales usando la aplicación para teléfonos móviles a través de la WLAN integrada.
- Conexión en red RS485 de los siguientes dispositivos:
  - Inversores solares.
  - Instrumentos de monitorización del entorno (EMI).
  - Medidores de potencia.
- Red ethernet.

- Conexión a sistemas de gestión.

El esquema de conexión en red, de los equipos del sistema de monitorización, es en forma de estrella, según se recoge en la siguiente imagen:



Los inversores se conectarán al Datalogger en cascada, tal y como se recoge en la siguiente imagen:



Las señales que se integrarán en el sistema de monitorización serán las siguientes:

EQUIPO	DESCRIPCIÓN
<b>INVERSORES</b>	Tensión CC de entrada <i>String</i>
	Corriente CC de entrada <i>String</i>
	Tensión CA de salida entre fases
	Corriente CA de salida de cada fase
	Potencia activa
	Potencia reactiva
	Cos phi
	Energía suministrada en kWh
	Emisión reducida de CO <sub>2</sub>
<b>MEDIDOR DE POTENCIA</b>	Energía total generada

	Energía total consumida
<b>INSTRUMENTO DE MONITORIZACIÓN DEL ENTORNO</b>	Radiación solar
	Temperatura de célula de referencia

Las señales gestionadas por el Datalogger, podrán ser monitorizadas desde una aplicación móvil o desde una aplicación web.



ANEJO VI

**CÁLCULOS ESTRUCTURALES**

**PROYECTO DE EJECUCIÓN DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA  
DE 2 MW PARA AUTOCONSUMO DE LOS SECTORES  
IV, V Y VI DE LA COMUNIDAD DE REGANTES  
“SANTA MARÍA MAGDALENA”**

TÉRMINO MUNICIPAL: MENGÍBAR (JAÉN)

PROMOTOR: COMUNIDAD DE REGANTES “SANTA MARÍA MAGDALENA”

## ANEJO VI. CÁLCULOS ESTRUCTURALES

### ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.	3
2. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN.	4
3. JUSTIFICACIÓN ADOPTADA PARA LA CIMENTACIÓN.	5
4. NORMATIVAS CONSIDERADAS PARA EL CÁLCULO.	5
5. DEFINICIÓN DE LA ESTRUCTURA FOTOVOLTAICA.	6
6. DETERMINACIÓN DE LAS CARGAS DE DISEÑO.	7
7. CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS Y MÉTODO DE CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA DE 2 FILAS POR 16 COLUMNAS. DISPOSICIÓN VERTICAL.	11
8. DATOS DE OBRA.	13
8.1. Normas consideradas.	13
8.2. Estados límite.	13
8.2.1. Situaciones de proyecto.	13

<b>9. CÁLCULO Y COMPROBACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE 2 FILAS POR 16 COLUMNAS.</b>	<b>14</b>
<b>10. CÁLCULO DE LA CIMENTACIÓN.</b>	<b>62</b>
<b>10.1. Cálculo mediante elementos finitos.</b>	<b>62</b>
<b>10.2. Cálculo mediante métodos numéricos.</b>	<b>65</b>
<b>10.3. Conclusiones.</b>	<b>66</b>

**PROYECTO DE EJECUCIÓN DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA  
DE 2 MW PARA AUTOCONSUMO DE LOS SECTORES  
IV, V Y VI DE LA COMUNIDAD DE REGANTES  
“SANTA MARÍA MAGDALENA”**

TÉRMINO MUNICIPAL: MENGÍBAR (JAÉN)

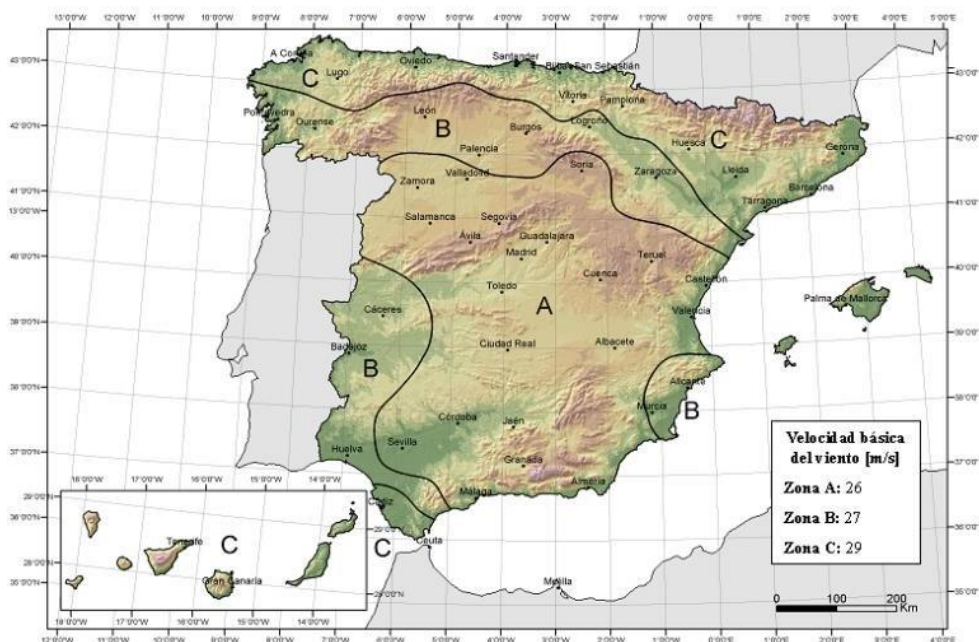
PROMOTOR: COMUNIDAD DE REGANTES “SANTA MARÍA MAGDALENA”

## ANEJO VI. CÁLCULOS ESTRUCTURALES

### 1. INTRODUCCIÓN.

El presente documento tiene por objeto determinar la validez de la solución estructural planteada para la instalación fotovoltaica ubicada en Mengíbar (Jaén), la cual cumple con las siguientes características principales:

- **Zona Eólica:** Zona A de viento. Velocidad básica del viento: 26 m/s
- **Exposición:** Zona rural accidentada o llana con algunos obstáculos aislados, como árboles o construcciones pequeñas.





### 3. JUSTIFICACIÓN ADOPTADA PARA LA CIMENTACIÓN.

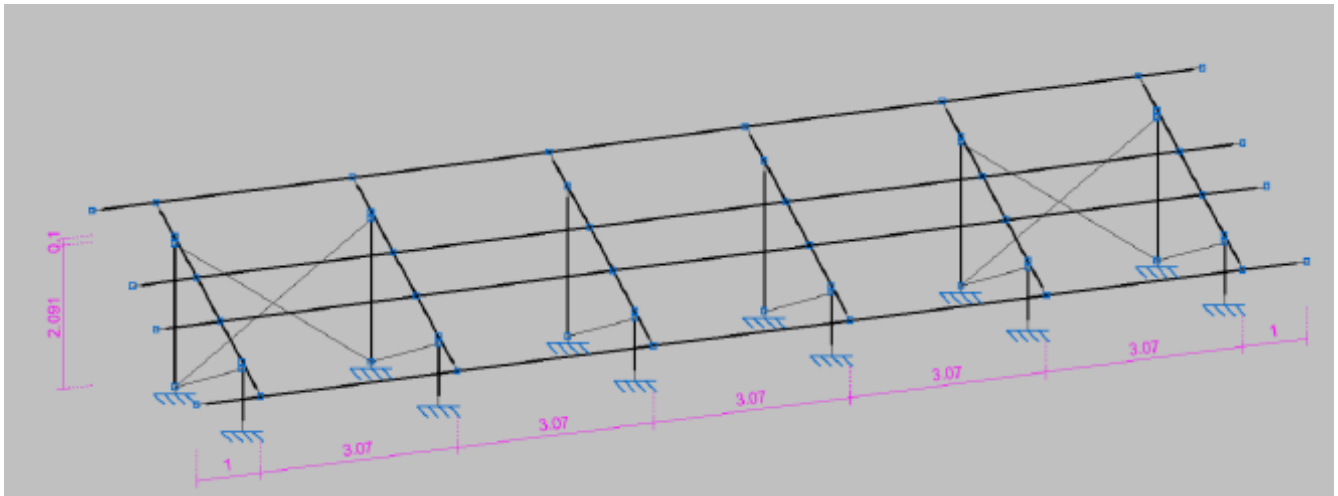
La cimentación adoptada para soportar la estructura soporte de los módulos estará formada por los propios pilares de la estructura, que se hincarán a una profundidad de 2,00 metros, de manera que quede garantizada la estabilidad estructural del sistema.

### 4. NORMATIVAS CONSIDERADAS PARA EL CÁLCULO.

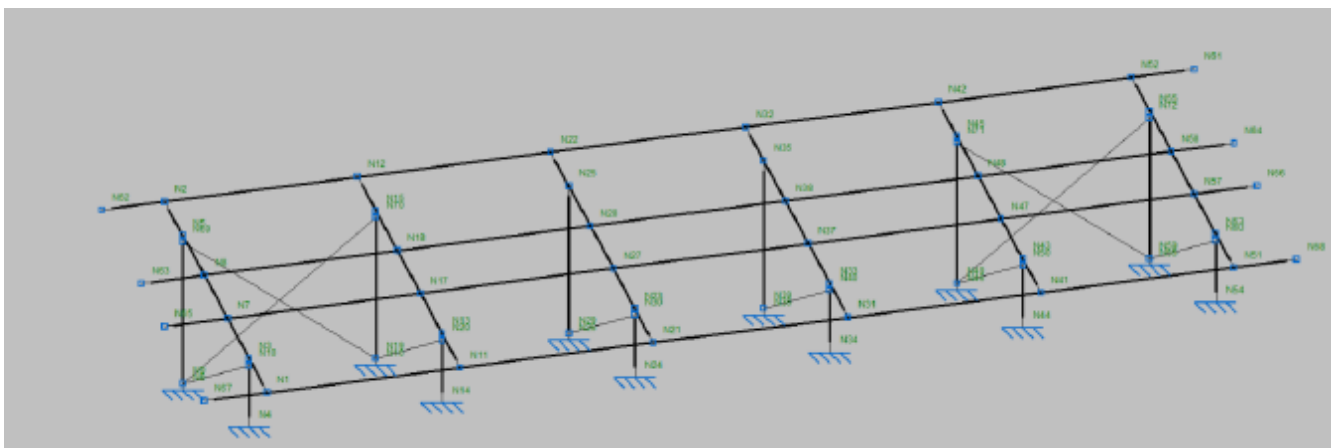
STANDARD CODES	STANDARD TITLES
EN 1990	Eurocode: Basis of structural design
EN 1991-1-4	Eurocode 1: Actions on structures. Part 1-4: General actions - Wind actions
EN 1991-1-3	Eurocode 1: Actions on structures. Part 1-3: Snow loads
EN 1991-1-6	Eurocode 1: Actions on structures. Part 1-6: Actions during execution
EN 1993-1-3	Eurocode 3: Design of Steel structures. General rules. Supplementary rules for cold-formed members and sheeting.
EN 1993-1-5	Eurocode 3: Design of Steel structures. Plated structural elements
EN 1993-1-8	Eurocode 3: Design of Steel structures. Design of joints
EN 1993-1-9	Eurocode 3: Design of Steel structures. Fatigue.
EN 1993-1-10	Eurocode 3: Design of steel structures. Material toughness and through-thickness properties.
EN 1993-5	Eurocode 3: Design of Steel structures. Piling
EN 1997-1	Eurocode 7: Geotechnical design. General rule
EN 1997-2	Eurocode 7: Geotechnical design. Ground investigation and testing
EN 1998-1	Eurocode 8: Design of structures for earthquake resistance. General rules, seismic actions and rules for buildings.
EN_1999-1-1	Eurocode 9: Design of aluminum structures - Part 1-1: General structural rules
EN ISO 14713-1	Zinc coatings - Guidelines and recommendations for the protection against corrosion of iron and steel
UL2703	Standard for Mounting Systems. Mounting Devices, Clamping/Retention Devices, and Ground Lugs for Use with Flat-Plate Photovoltaic Modules and Panels
UL3703	Standard for Solar Trackers
IEC/TS 62727	Photovoltaic systems - Specification for solar trackers
IEC 62817	Photovoltaic systems - Design qualification of solar trackers
ISO 13849	Safety of machinery – Safety related parts of control systems

## 5. DEFINICIÓN DE LA ESTRUCTURA FOTOVOLTAICA.

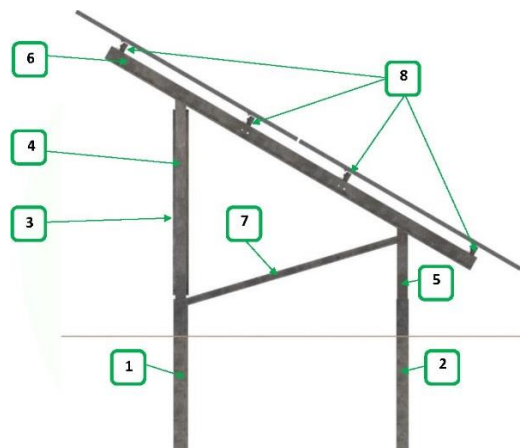
- **COTAS**



- **NUDOS**



- **PERFILES**



Designación Perfil	Descripción	Geometría (mm)	Calidad
1	Perfil hincado Norte	C 90x50x15x3	S350 GD+ ZM310 o S355+ HDG
2	Perfil hincado Sur	C 90x50x15x3	S350 GD+ ZM310 o S355+ HDG
3	Cruz de San Andrés	U 50x20x1,5	S350 GD+ ZM310
4	Pilar Norte	C 80x40x15x1,5	S350 GD+ ZM310
5	Pilar Sur	C 80x40x15x1,5	S350 GD+ ZM310
6	Diagonal Pórtico	C 100x50x15x1,5	S350 GD+ ZM310
7	Cartela	C 60x40x15x1,5	S350 GD+ ZM310
8	Perfiles portadores módulos FV	C 80x40x15x1,5	S350 GD+ ZM310

## 6. DETERMINACIÓN DE LAS CARGAS DE DISEÑO.

- **Carga propia y carga muerta (D).**

Este valor será del propio de la estructura de aluminio y acero, obteniéndose como el peso del material multiplicado por la sección del perfil. Así mismo, se tendrá en cuenta la carga permanente que gravita sobre la propia altura. En este caso, es el peso de los paneles.

Carga de los paneles solares:

Dimensiones: 2.384x1.303 mm

Área: 2,01 m<sup>2</sup>

Peso: 34,00 Kg

Peso Kg/m<sup>2</sup> = 10,95 Kg/m<sup>2</sup>

Gmodulos = 0,107 KN/m<sup>2</sup>

Peso de la estructura introducido automáticamente por el software de cálculo:

$$D = 0,107 = 0,11 \text{ KN/m}^2$$

- **Carga de viento. (W+ y W-)**

Acción del viento.  $Q_e = Q_b \cdot C_e \cdot C_p$ .

$Q_b$  -Velocidad básica del viento para Zona A = 0,42 KN/m<sup>2</sup>

$C_e$  -Coeficiente de exposición



Grado de aspereza: II

Altura del punto considerado: 3 m

Ce= 1,60

Cp. Coeficiente de presión exterior

Se toman los valores correspondientes a la tabla 7.6 Marquesinas a un agua, pendiente de la cubierta (módulo FV)  $\alpha = 20^\circ$  de la norma EN 1991-1-4:2005

Valor característico a presión: 0,8 ( $0 \leq \rho \leq 1$ )

Valor característico a succión para las estructuras expuestas: -1,3 ( $\rho=0$ ).

NOTA: Las estructuras fotovoltaicas ubicadas más al Norte y Sur respecto a las estructuras expuestas se les puede aplicar un valor característico a succión de: -1,4 ( $\rho=1$ ). En esta memoria se consideran todas las estructuras expuestas.

La acción del viento se obtendrá aplicando dichos valores antes obtenidos.

La acción de viento, en general, es una fuerza perpendicular a la superficie de cada punto expuesto,  $Q_e$ , que puede expresarse como:

$$Q_e = Q_b \cdot C_e \cdot C_p$$

Siendo:

$Q_b$ : la presión dinámica del viento

$C_e$ : el coeficiente de exposición

$C_p$ : el coeficiente eólico o de presión

Por lo que la acción del viento tendrá dos valores:

$$W_{+=} Q_{ep} = -0,42 \cdot 1,60 \cdot 0,8 = -0,54 \text{ KN/m}^2$$

$$W_{-=} Q_{es} = -0,42 \cdot 1,60 \cdot -1,4 = 0,94 \text{ KN/m}^2$$

- **Carga de Nieve (S)**

Altitud sobre el nivel de mar de la nave = 350 m.--> Zona 6 según figura E.2 del DB-SE-AE. Del C.T.E.

Sobrecarga de nieve en un terreno horizontal: 0,20 KN/m<sup>2</sup>.

**Por lo que la carga de nieve será: S= Qn= 0,20 KN/m<sup>2</sup>.**

$$s = \mu_i C_e C_t s_k$$

$\mu_i$  es el coeficiente de forma de la carga de nieve (véase el apartado 5.3 y el anexo B);

$s_k$  es el valor característico de la carga de nieve a nivel del terreno;

$s_{Ad}$  es el valor de cálculo de la carga excepcional de nieve a nivel del terreno para un emplazamiento dado (véase el apartado 4.3);

$C_e$  es el coeficiente de exposición;

$C_t$  es el coeficiente térmico.

**Tabla 5.1**  
**Valores recomendados de  $C_e$  para diferentes topografías**

Topografía	$C_e$
Expuesta al viento <sup>a</sup>	0,8
Normal <sup>b</sup>	1,0
Protegida <sup>c</sup>	1,2
<sup>a</sup> <i>Topografía expuesta al viento:</i> áreas llanas, sin obstáculos, expuestas en todos sus frentes o poco protegidas por el terreno, por construcciones más altas o por árboles. <sup>b</sup> <i>Topografía normal:</i> áreas en las que no es previsible redistribución de la nieve debido al terreno, a otras construcciones o a árboles. <sup>c</sup> <i>Topografía protegida:</i> áreas en las que la obra en cuestión es considerablemente más baja que el terreno circundante o que está rodeada de árboles altos y/o construcciones más altas.	

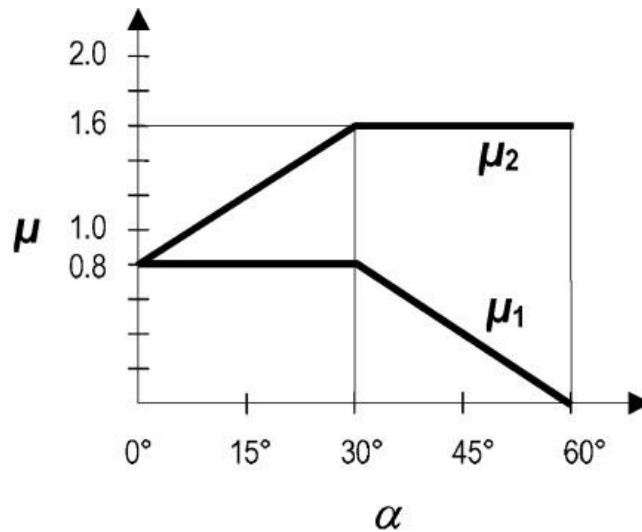
- (8) El coeficiente térmico  $C_t$  debería emplearse para tener en cuenta la reducción de la carga de nieve en cubiertas con transmisión térmica alta (>1 W/m<sup>2</sup>K), en particular en algunas cubiertas de vidrio, debido a la nieve que se derrite por pérdidas térmicas.

Para el resto de casos:

$$C_t = 1,0$$

$C_e = 1$  Topografía Normal

$C_t = 1$



**Fig. 5.1 – Coeficientes de forma de la carga de nieve**

- (2) Los valores indicados en la tabla 5.2 son de aplicación si la nieve puede deslizar por la cubierta y no se impide que la nieve caiga de la cubierta. Si existen barandillas u otros obstáculos, o si el borde inferior de la cubierta termina en un parapeto, entonces el coeficiente de forma de la carga de nieve no se debería reducir por debajo de 0,8.

**Tabla 5.2**  
**Coeficientes de forma de la carga de nieve**

Ángulo de inclinación de la cubierta $\alpha$	$0^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ$	$30^\circ < \alpha < 60^\circ$	$\alpha \geq 60^\circ$
$\mu_1$	0,8	$0,8(60 - \alpha)/30$	0,0
$\mu_2$	$0,8 + 0,8 \alpha/30$	1,6	–

- (3) Las disposiciones de carga indicadas en la figura 5.2 se deberían emplear tanto en el caso de disposiciones sin acumulación como con acumulaciones de nieve.

$\mu = 0,80$  (Inclinación de  $20^\circ$ )

Por lo que el valor de la carga de nieve a aplicar a la estructura será de:

$$S = 0,8 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,20 = 0,16 \text{ KN/m}^2$$

## 7. CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS Y MÉTODO DE CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA DE 2 FILAS POR 16 COLUMNAS. DISPOSICIÓN VERTICAL.

- **Materiales.**

Materiales utilizados							
Material		E	v	G	$f_v$	$\alpha_t$	$\gamma$
Tipo	Designación	(MPa)		(MPa)	(MPa)	(m/m°C)	(kN/m <sup>3</sup> )
Acero conformado	S350GD	210000.00	0.300	80769.23	350.00	0.000012	77.01
Notación: <i>E: Módulo de elasticidad</i> <i>v: Módulo de Poisson</i> <i>G: Módulo de cortadura</i> <i><math>f_v</math>: Límite elástico</i> <i><math>\alpha_t</math>: Coeficiente de dilatación</i> <i><math>\gamma</math>: Peso específico</i>							

- **Programa de cálculo.**

Los cálculos se realizarán de forma que se garantice un adecuado comportamiento de la estructura frente a Estados Límites Últimos (ELU) y de Servicio (ELS) con el grado de seguridad fijado por la normativa de cargas y de cálculo aplicable en cada caso.

El análisis se realiza mediante un cálculo espacial en 3D, por métodos matriciales de rigidez, formando las barras los elementos que definen la estructura. Se establece la compatibilidad de deformaciones en todos los nudos, considerando 6 grados de libertad. Mediante este programa se obtienen, para las distintas hipótesis de carga definidas por el usuario, los desplazamientos de los nudos, y los esfuerzos en las barras que forman la estructura.

Para todos los estados de carga definidos, tanto para las cargas gravitatorias, (permanentes y sobrecarga de nieve), como para las cargas de viento, se realiza un cálculo estático y se supone un comportamiento lineal de los materiales, (cálculo de primer orden) para obtener desplazamientos y esfuerzos. El programa empleado permite la obtención de esfuerzos y comprobación de la perfilera adoptada de una forma integrada frente a las distintas hipótesis de carga definidas.

En los anejos del presente informe se recogen los listados de entrada de datos y salida de resultados de los distintos cálculos realizados.

### COMBINACIONES DE CÁLCULO.

Para el cálculo de la estructura, se han considerado las siguientes combinaciones de las acciones en Estados Límites Últimos especificadas en el Documento Básico del Código Técnico, SE -1, Seguridad Estructural, Resistencia y Estabilidad. para un nivel de ejecución normal.

### DIMENSIONAMIENTO.

Se admite que la seguridad de una estructura es aceptable cuando mediante una serie de cálculos y sometiendo la estructura a las acciones ponderadas definidas previamente, en la combinación que resulta más desfavorable, se comprueba que esta, en su conjunto, y cada uno de sus elementos son estáticamente estables y que las tensiones calculadas no sobrepasan la correspondiente condición de agotamiento.

La comprobación de la estabilidad estática y elástica, y el cálculo de las tensiones se realizan por los métodos establecidos en las Normas, basados en la mecánica y, en general, en la teoría de la elasticidad, que en alguna ocasión admiten de un modo implícito la existencia de estados tensionales plásticos locales.

A efectos de aplicación de los coeficientes de ponderación, las cargas se clasifican en dos grupos: constantes y variables. Se consideran como cargas o "acciones constantes" las que actúan o pueden actuar en todo momento o durante largo período de tiempo con valor fijo en posición y magnitud. Se incluyen en este tipo el peso propio y las cargas muerta.

Son "acciones variables" aquéllas cuyo valor puede variar en posición y/o magnitud a lo largo del tiempo. Se consideran en este grupo las sobrecargas de nieve, uso, viento y las acciones sísmicas.

Las combinaciones de estas hipótesis, consideradas para el cálculo, son las siguientes:

CASO I: Acciones constantes y combinación de dos acciones variables independientes.

CASO II: Acciones constantes y combinación de tres acciones variables independientes.

CASO III: Acciones constantes y combinación de acciones variables independientes, incluso las acciones sísmicas.

A los efectos de verificar las condiciones de deformabilidad se someterá la estructura a las acciones características en la combinación que resulte más desfavorable. Se admite que la deformación de una estructura es aceptable cuando, mediante cálculos realizados por los métodos descritos en el apartado anterior, y sometiendo la estructura a las acciones características, en la combinación más desfavorable, se comprueba que las deformaciones calculadas no sobrepasan los límites prescritos.

## 8. DATOS DE OBRA.

### 8.1. Normas consideradas.

Acero conformado: CTE DB SE-A

### 8.2. Estados límite.

E.L.U. de rotura. Acero conformado	CTE Nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m
Desplazamientos	Acciones características

#### 8.2.1. Situaciones de proyecto.

Para las distintas situaciones de proyecto, las combinaciones de acciones se definirán de acuerdo con los siguientes criterios:

- Con coeficientes de combinación.
- Sin coeficientes de combinación.

Donde:

- G<sub>k</sub> Acción permanente
- P<sub>k</sub> Acción de pretensado
- Q<sub>k</sub> Acción variable
- γ<sub>G</sub> Coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes
- γ<sub>P</sub> Coeficiente parcial de seguridad de la acción de pretensado
- γ<sub>Q,1</sub> Coeficiente parcial de seguridad de la acción variable principal
- γ<sub>Q,i</sub> Coeficiente parcial de seguridad de las acciones variables de acompañamiento
- ψ<sub>p,1</sub> Coeficiente de combinación de la acción variable principal
- ψ<sub>a,i</sub> Coeficiente de combinación de las acciones variables de acompañamiento

Para cada situación de proyecto y estado límite los coeficientes a utilizar serán:

### E.L.U. de rotura. Acero conformado: CTE DB SE-A

	<b>Persistente o transitoria</b>			
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ <sub>p</sub> )	Acompañamiento (ψ <sub>a</sub> )
Carga permanente (G)	0.800	1.350	-	-
Viento (Q)	0.000	1.500	1.000	0.600
Nieve (Q)	0.000	1.500	1.000	0.500

### Desplazamientos

	<b>Acciones variables sin sismo</b>	
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.000	1.000
Viento (Q)	0.000	1.000
Nieve (Q)	0.000	1.000

## 9. CÁLCULO Y COMPROBACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE 2 FILAS POR 16 COLUMNAS.

Los resultados del cálculo de la estructura de 2 filas por 16 columnas se muestran a continuación.



## 1. Cargas

### 1.1. Barras

Referencias:

'P1', 'P2':

- Cargas puntuales, uniformes, en faja y momentos puntuales: 'P1' es el valor de la carga. 'P2' no se utiliza.
- Cargas trapeziales: 'P1' es el valor de la carga en el punto donde comienza (L1) y 'P2' es el valor de la carga en el punto donde termina (L2).
- Cargas triangulares: 'P1' es el valor máximo de la carga. 'P2' no se utiliza.
- Incrementos de temperatura: 'P1' y 'P2' son los valores de la temperatura en las caras exteriores o paramentos de la pieza. La orientación de la variación del incremento de temperatura sobre la sección transversal dependerá de la dirección seleccionada.

'L1', 'L2':

- Cargas y momentos puntuales: 'L1' es la distancia entre el nudo inicial de la barra y la posición donde se aplica la carga. 'L2' no se utiliza.
- Cargas trapeziales, en faja, y triangulares: 'L1' es la distancia entre el nudo inicial de la barra y la posición donde comienza la carga, 'L2' es la distancia entre el nudo inicial de la barra y la posición donde termina la carga.

Unidades:

- Cargas puntuales: kN
- Momentos puntuales: kN·m.
- Cargas uniformes, en faja, triangulares y trapeziales: kN/m.
- Incrementos de temperatura: °C.

Cargas en barras										
Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Dirección			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Ejes	X	Y	Z
N1/N3	Peso propio	Uniforme	0.036	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N3/N7	Peso propio	Uniforme	0.036	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N7/N8	Peso propio	Uniforme	0.036	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N8/N5	Peso propio	Uniforme	0.036	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N5/N2	Peso propio	Uniforme	0.036	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N4/N10	Peso propio	Uniforme	0.021	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N10/N3	Peso propio	Uniforme	0.021	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N6/N9	Peso propio	Uniforme	0.021	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N9/N69	Peso propio	Uniforme	0.021	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N69/N5	Peso propio	Uniforme	0.021	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N9/N10	Peso propio	Uniforme	0.018	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N11/N13	Peso propio	Uniforme	0.036	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N13/N17	Peso propio	Uniforme	0.036	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N17/N18	Peso propio	Uniforme	0.036	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N18/N15	Peso propio	Uniforme	0.036	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N15/N12	Peso propio	Uniforme	0.036	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N14/N20	Peso propio	Uniforme	0.021	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N20/N13	Peso propio	Uniforme	0.021	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000



**ANEJO VI**

Cargas en barras										
Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Dirección			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Ejes	X	Y	Z
N16/N19	Peso propio	Uniforme	0.021	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N19/N70	Peso propio	Uniforme	0.021	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N70/N15	Peso propio	Uniforme	0.021	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N19/N20	Peso propio	Uniforme	0.018	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N21/N23	Peso propio	Uniforme	0.036	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N23/N27	Peso propio	Uniforme	0.036	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N27/N28	Peso propio	Uniforme	0.036	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N28/N25	Peso propio	Uniforme	0.036	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N25/N22	Peso propio	Uniforme	0.036	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N24/N30	Peso propio	Uniforme	0.021	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N30/N23	Peso propio	Uniforme	0.021	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N26/N29	Peso propio	Uniforme	0.021	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N29/N25	Peso propio	Uniforme	0.021	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N29/N30	Peso propio	Uniforme	0.018	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N31/N33	Peso propio	Uniforme	0.036	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N33/N37	Peso propio	Uniforme	0.036	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N37/N38	Peso propio	Uniforme	0.036	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N38/N35	Peso propio	Uniforme	0.036	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N35/N32	Peso propio	Uniforme	0.036	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N34/N40	Peso propio	Uniforme	0.021	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N40/N33	Peso propio	Uniforme	0.021	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N36/N39	Peso propio	Uniforme	0.021	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N39/N35	Peso propio	Uniforme	0.021	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N39/N40	Peso propio	Uniforme	0.018	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N41/N43	Peso propio	Uniforme	0.036	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N43/N47	Peso propio	Uniforme	0.036	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N47/N48	Peso propio	Uniforme	0.036	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N48/N45	Peso propio	Uniforme	0.036	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N45/N42	Peso propio	Uniforme	0.036	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N44/N50	Peso propio	Uniforme	0.021	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N50/N43	Peso propio	Uniforme	0.021	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N46/N49	Peso propio	Uniforme	0.021	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N49/N71	Peso propio	Uniforme	0.021	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N71/N45	Peso propio	Uniforme	0.021	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N49/N50	Peso propio	Uniforme	0.018	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N51/N53	Peso propio	Uniforme	0.036	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N53/N57	Peso propio	Uniforme	0.036	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N57/N58	Peso propio	Uniforme	0.036	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N58/N55	Peso propio	Uniforme	0.036	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N55/N52	Peso propio	Uniforme	0.036	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N54/N60	Peso propio	Uniforme	0.021	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N60/N53	Peso propio	Uniforme	0.021	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N56/N59	Peso propio	Uniforme	0.021	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N59/N72	Peso propio	Uniforme	0.021	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N72/N55	Peso propio	Uniforme	0.021	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N59/N60	Peso propio	Uniforme	0.018	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N62/N2	Peso propio	Uniforme	0.021	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N62/N2	D	Uniforme	0.131	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000

Cargas en barras										
Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Dirección			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Ejes	X	Y	Z
N62/N2	W+	Uniforme	0.961	-	-	-	Globales	-0.500	-0.000	-0.866
N62/N2	W-	Uniforme	1.442	-	-	-	Globales	0.500	0.000	0.866
N62/N2	S	Uniforme	0.191	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N2/N12	Peso propio	Uniforme	0.021	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N2/N12	D	Uniforme	0.131	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N2/N12	W+	Uniforme	0.961	-	-	-	Globales	-0.500	-0.000	-0.866
N2/N12	W-	Uniforme	1.442	-	-	-	Globales	0.500	0.000	0.866
N2/N12	S	Uniforme	0.191	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N12/N22	Peso propio	Uniforme	0.021	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N12/N22	D	Uniforme	0.131	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N12/N22	W+	Uniforme	0.961	-	-	-	Globales	-0.500	-0.000	-0.866
N12/N22	W-	Uniforme	1.442	-	-	-	Globales	0.500	0.000	0.866
N12/N22	S	Uniforme	0.191	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N22/N32	Peso propio	Uniforme	0.021	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N22/N32	D	Uniforme	0.131	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N22/N32	W+	Uniforme	0.961	-	-	-	Globales	-0.500	-0.000	-0.866
N22/N32	W-	Uniforme	1.442	-	-	-	Globales	0.500	0.000	0.866
N22/N32	S	Uniforme	0.191	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N32/N42	Peso propio	Uniforme	0.021	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N32/N42	D	Uniforme	0.131	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N32/N42	W+	Uniforme	0.961	-	-	-	Globales	-0.500	-0.000	-0.866
N32/N42	W-	Uniforme	1.442	-	-	-	Globales	0.500	0.000	0.866
N32/N42	S	Uniforme	0.191	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N42/N52	Peso propio	Uniforme	0.021	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N42/N52	D	Uniforme	0.131	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N42/N52	W+	Uniforme	0.961	-	-	-	Globales	-0.500	-0.000	-0.866
N42/N52	W-	Uniforme	1.442	-	-	-	Globales	0.500	0.000	0.866
N42/N52	S	Uniforme	0.191	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N52/N61	Peso propio	Uniforme	0.021	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N52/N61	D	Uniforme	0.131	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N52/N61	W+	Uniforme	0.961	-	-	-	Globales	-0.500	-0.000	-0.866
N52/N61	W-	Uniforme	1.442	-	-	-	Globales	0.500	0.000	0.866
N52/N61	S	Uniforme	0.191	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N63/N8	Peso propio	Uniforme	0.021	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N63/N8	D	Uniforme	0.133	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N63/N8	W+	Uniforme	0.972	-	-	-	Globales	-0.500	-0.000	-0.866
N63/N8	W-	Uniforme	1.459	-	-	-	Globales	0.500	0.000	0.866
N63/N8	S	Uniforme	0.193	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N8/N18	Peso propio	Uniforme	0.021	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N8/N18	D	Uniforme	0.133	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N8/N18	W+	Uniforme	0.972	-	-	-	Globales	-0.500	-0.000	-0.866
N8/N18	W-	Uniforme	1.459	-	-	-	Globales	0.500	0.000	0.866
N8/N18	S	Uniforme	0.193	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N18/N28	Peso propio	Uniforme	0.021	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N18/N28	D	Uniforme	0.133	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N18/N28	W+	Uniforme	0.972	-	-	-	Globales	-0.500	-0.000	-0.866
N18/N28	W-	Uniforme	1.459	-	-	-	Globales	0.500	0.000	0.866
N18/N28	S	Uniforme	0.193	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000

**ANEJO VI**

Cargas en barras										
Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Dirección			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Ejes	X	Y	Z
N28/N38	Peso propio	Uniforme	0.021	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N28/N38	D	Uniforme	0.133	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N28/N38	W+	Uniforme	0.972	-	-	-	Globales	-0.500	-0.000	-0.866
N28/N38	W-	Uniforme	1.459	-	-	-	Globales	0.500	0.000	0.866
N28/N38	S	Uniforme	0.193	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N38/N48	Peso propio	Uniforme	0.021	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N38/N48	D	Uniforme	0.133	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N38/N48	W+	Uniforme	0.972	-	-	-	Globales	-0.500	-0.000	-0.866
N38/N48	W-	Uniforme	1.459	-	-	-	Globales	0.500	0.000	0.866
N38/N48	S	Uniforme	0.193	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N48/N58	Peso propio	Uniforme	0.021	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N48/N58	D	Uniforme	0.133	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N48/N58	W+	Uniforme	0.972	-	-	-	Globales	-0.500	-0.000	-0.866
N48/N58	W-	Uniforme	1.459	-	-	-	Globales	0.500	0.000	0.866
N48/N58	S	Uniforme	0.193	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N58/N64	Peso propio	Uniforme	0.021	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N58/N64	D	Uniforme	0.133	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N58/N64	W+	Uniforme	0.972	-	-	-	Globales	-0.500	-0.000	-0.866
N58/N64	W-	Uniforme	1.459	-	-	-	Globales	0.500	0.000	0.866
N58/N64	S	Uniforme	0.193	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N65/N7	Peso propio	Uniforme	0.021	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N65/N7	D	Uniforme	0.133	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N65/N7	W+	Uniforme	0.972	-	-	-	Globales	-0.500	-0.000	-0.866
N65/N7	W-	Uniforme	1.459	-	-	-	Globales	0.500	0.000	0.866
N65/N7	S	Uniforme	0.193	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N7/N17	Peso propio	Uniforme	0.021	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N7/N17	D	Uniforme	0.133	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N7/N17	W+	Uniforme	0.972	-	-	-	Globales	-0.500	-0.000	-0.866
N7/N17	W-	Uniforme	1.459	-	-	-	Globales	0.500	0.000	0.866
N7/N17	S	Uniforme	0.193	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N17/N27	Peso propio	Uniforme	0.021	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N17/N27	D	Uniforme	0.133	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N17/N27	W+	Uniforme	0.972	-	-	-	Globales	-0.500	-0.000	-0.866
N17/N27	W-	Uniforme	1.459	-	-	-	Globales	0.500	0.000	0.866
N17/N27	S	Uniforme	0.193	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N27/N37	Peso propio	Uniforme	0.021	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N27/N37	D	Uniforme	0.133	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N27/N37	W+	Uniforme	0.972	-	-	-	Globales	-0.500	-0.000	-0.866
N27/N37	W-	Uniforme	1.459	-	-	-	Globales	0.500	0.000	0.866
N27/N37	S	Uniforme	0.193	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N37/N47	Peso propio	Uniforme	0.021	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N37/N47	D	Uniforme	0.133	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N37/N47	W+	Uniforme	0.972	-	-	-	Globales	-0.500	-0.000	-0.866
N37/N47	W-	Uniforme	1.459	-	-	-	Globales	0.500	0.000	0.866
N37/N47	S	Uniforme	0.193	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N47/N57	Peso propio	Uniforme	0.021	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N47/N57	D	Uniforme	0.133	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N47/N57	W+	Uniforme	0.972	-	-	-	Globales	-0.500	-0.000	-0.866



Cargas en barras										
Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Dirección			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Ejes	X	Y	Z
N47/N57	W-	Uniforme	1.459	-	-	-	Globales	0.500	0.000	0.866
N47/N57	S	Uniforme	0.193	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N57/N66	Peso propio	Uniforme	0.021	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N57/N66	D	Uniforme	0.133	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N57/N66	W+	Uniforme	0.972	-	-	-	Globales	-0.500	-0.000	-0.866
N57/N66	W-	Uniforme	1.459	-	-	-	Globales	0.500	0.000	0.866
N57/N66	S	Uniforme	0.193	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N67/N1	Peso propio	Uniforme	0.021	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N67/N1	D	Uniforme	0.131	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N67/N1	W+	Uniforme	0.961	-	-	-	Globales	-0.500	-0.000	-0.866
N67/N1	W-	Uniforme	1.442	-	-	-	Globales	0.500	0.000	0.866
N67/N1	S	Uniforme	0.191	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N1/N11	Peso propio	Uniforme	0.021	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N1/N11	D	Uniforme	0.131	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N1/N11	W+	Uniforme	0.961	-	-	-	Globales	-0.500	-0.000	-0.866
N1/N11	W-	Uniforme	1.442	-	-	-	Globales	0.500	0.000	0.866
N1/N11	S	Uniforme	0.191	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N11/N21	Peso propio	Uniforme	0.021	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N11/N21	D	Uniforme	0.131	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N11/N21	W+	Uniforme	0.961	-	-	-	Globales	-0.500	-0.000	-0.866
N11/N21	W-	Uniforme	1.442	-	-	-	Globales	0.500	0.000	0.866
N11/N21	S	Uniforme	0.191	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N21/N31	Peso propio	Uniforme	0.021	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N21/N31	D	Uniforme	0.131	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N21/N31	W+	Uniforme	0.961	-	-	-	Globales	-0.500	-0.000	-0.866
N21/N31	W-	Uniforme	1.442	-	-	-	Globales	0.500	0.000	0.866
N21/N31	S	Uniforme	0.191	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N31/N41	Peso propio	Uniforme	0.021	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N31/N41	D	Uniforme	0.131	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N31/N41	W+	Uniforme	0.961	-	-	-	Globales	-0.500	-0.000	-0.866
N31/N41	W-	Uniforme	1.442	-	-	-	Globales	0.500	0.000	0.866
N31/N41	S	Uniforme	0.191	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N41/N51	Peso propio	Uniforme	0.021	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N41/N51	D	Uniforme	0.131	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N41/N51	W+	Uniforme	0.961	-	-	-	Globales	-0.500	-0.000	-0.866
N41/N51	W-	Uniforme	1.442	-	-	-	Globales	0.500	0.000	0.866
N41/N51	S	Uniforme	0.191	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N51/N68	Peso propio	Uniforme	0.021	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N51/N68	D	Uniforme	0.131	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N51/N68	W+	Uniforme	0.961	-	-	-	Globales	-0.500	-0.000	-0.866
N51/N68	W-	Uniforme	1.442	-	-	-	Globales	0.500	0.000	0.866
N51/N68	S	Uniforme	0.191	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N19/N69	Peso propio	Uniforme	0.010	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N9/N70	Peso propio	Uniforme	0.010	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N59/N71	Peso propio	Uniforme	0.010	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N49/N72	Peso propio	Uniforme	0.010	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000

## 2. Resultados

**ANEJO VI**
**2.1. Nudos**
**2.1.1. Desplazamientos**

Referencias:

Dx, Dy, Dz: Desplazamientos de los nudos en ejes globales.

Gx, Gy, Gz: Giros de los nudos en ejes globales.

**2.1.1.1. Envolventes**

Envolvente de los desplazamientos en nudos								
Referencia	Tipo	Combinación Descripción	Desplazamientos en ejes globales					
			Dx (mm)	Dy (mm)	Dz (mm)	Gx (mRad)	Gy (mRad)	Gz (mRad)
N1	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-1.145	-0.006	-1.423	-5.180	-2.816	-3.158
		Valor máximo de la envolvente	1.292	-0.003	1.195	5.142	3.090	2.641
N2	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-1.707	0.003	-2.253	-5.388	-4.046	-2.975
		Valor máximo de la envolvente	2.050	0.009	2.290	5.454	4.134	2.572
N3	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-0.378	0.016	-0.049	-0.075	-0.040	0.049
		Valor máximo de la envolvente	0.628	0.058	0.009	-0.031	0.425	0.133
N4	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N5	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-0.594	-0.121	-0.300	-0.419	-1.065	-0.050
		Valor máximo de la envolvente	0.913	0.127	0.306	0.181	1.042	0.316
N6	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N7	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-0.963	-0.002	-1.063	-5.093	-1.303	-3.045
		Valor máximo de la envolvente	1.329	0.000	1.188	5.290	1.397	2.835
N8	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-0.977	0.000	-1.037	-5.042	-1.362	-3.204
		Valor máximo de la envolvente	1.338	0.006	1.127	5.192	1.241	2.918
N9	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-0.063	-0.004	-0.016	-0.120	-0.280	-0.033
		Valor máximo de la envolvente	0.100	0.010	0.018	0.014	0.488	0.020
N10	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-0.304	0.012	-0.042	-0.076	-0.437	-0.009
		Valor máximo de la envolvente	0.486	0.051	0.004	-0.030	0.893	-0.003
N11	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-1.527	-0.004	-1.870	-1.298	-3.744	-0.714
		Valor máximo de la envolvente	1.709	-0.001	1.592	1.251	4.075	0.770
N12	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-2.280	0.000	-2.978	-1.431	-5.353	-0.460
		Valor máximo de la envolvente	2.705	0.007	3.032	1.354	5.470	0.439
N13	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-0.508	-0.015	-0.062	-0.003	-0.058	-0.015
		Valor máximo de la envolvente	0.816	0.004	0.014	0.019	0.542	0.001
N14	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N15	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-0.796	-0.178	-0.395	-0.244	-1.404	-0.346
		Valor máximo de la envolvente	1.191	0.148	0.407	0.598	1.368	0.133
N16	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N17	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-1.300	-0.001	-1.415	-1.346	-1.731	-0.708
		Valor máximo de la envolvente	1.758	0.000	1.584	1.292	1.863	0.720
N18	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-1.318	-0.002	-1.378	-1.241	-1.814	-0.851
		Valor máximo de la envolvente	1.771	0.005	1.506	1.211	1.651	0.906
N19	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-0.085	-0.009	-0.021	-0.016	-0.380	-0.001
		Valor máximo de la envolvente	0.130	0.003	0.024	0.123	0.631	0.033
N20	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-0.408	-0.013	-0.052	-0.004	-0.586	-0.004
		Valor máximo de la envolvente	0.632	0.004	0.007	0.020	1.159	0.011
N21	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-1.444	-0.001	-1.785	-0.381	-3.539	-0.232
		Valor máximo de la envolvente	1.621	0.000	1.503	0.398	3.880	0.219
N22	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-2.157	0.000	-2.837	-0.361	-5.092	-0.190

<b>Envolvente de los desplazamientos en nudos</b>								
Referencia	Combinación		Desplazamientos en ejes globales					
	Tipo	Descripción	Dx (mm)	Dy (mm)	Dz (mm)	Gx (mRad)	Gy (mRad)	Gz (mRad)
		Valor máximo de la envolvente	2.578	0.002	2.886	0.377	5.198	0.184
N23	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-0.478	-0.001	-0.060	0.000	-0.048	-0.002
		Valor máximo de la envolvente	0.784	0.001	0.012	0.001	0.532	0.001
N24	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N25	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-0.751	-0.003	-0.378	-0.002	-1.345	-0.003
		Valor máximo de la envolvente	1.145	0.006	0.391	0.000	1.307	0.002
N26	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N27	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-1.217	0.000	-1.334	-0.393	-1.636	-0.230
		Valor máximo de la envolvente	1.672	0.000	1.501	0.407	1.764	0.222
N28	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-1.235	-0.001	-1.301	-0.389	-1.715	-0.242
		Valor máximo de la envolvente	1.685	0.001	1.428	0.402	1.557	0.231
N29	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-0.080	0.000	-0.020	-0.001	-0.356	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.124	0.000	0.023	0.000	0.606	0.000
N30	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-0.384	-0.001	-0.051	-0.001	-0.547	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.606	0.001	0.006	0.001	1.118	0.000
N31	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-1.444	0.000	-1.785	-0.398	-3.539	-0.219
		Valor máximo de la envolvente	1.621	0.001	1.503	0.381	3.880	0.232
N32	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-2.157	-0.002	-2.837	-0.377	-5.092	-0.184
		Valor máximo de la envolvente	2.578	0.000	2.886	0.361	5.198	0.190
N33	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-0.478	-0.001	-0.060	-0.001	-0.048	-0.001
		Valor máximo de la envolvente	0.784	0.001	0.012	0.000	0.532	0.002
N34	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N35	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-0.751	-0.006	-0.378	0.000	-1.345	-0.002
		Valor máximo de la envolvente	1.145	0.003	0.391	0.002	1.307	0.003
N36	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N37	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-1.217	0.000	-1.334	-0.407	-1.636	-0.222
		Valor máximo de la envolvente	1.672	0.000	1.501	0.393	1.764	0.230
N38	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-1.235	-0.001	-1.301	-0.402	-1.715	-0.231
		Valor máximo de la envolvente	1.685	0.001	1.428	0.389	1.557	0.242
N39	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-0.080	0.000	-0.020	0.000	-0.356	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.124	0.000	0.023	0.001	0.606	0.000
N40	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-0.384	-0.001	-0.051	-0.001	-0.547	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.606	0.001	0.006	0.001	1.118	0.000
N41	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-1.527	0.001	-1.870	-1.251	-3.744	-0.770
		Valor máximo de la envolvente	1.709	0.004	1.592	1.298	4.075	0.714
N42	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-2.280	-0.007	-2.978	-1.354	-5.353	-0.439
		Valor máximo de la envolvente	2.705	0.000	3.032	1.431	5.470	0.460
N43	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-0.508	-0.004	-0.062	-0.019	-0.058	-0.001
		Valor máximo de la envolvente	0.816	0.015	0.014	0.003	0.542	0.015
N44	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N45	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-0.796	-0.148	-0.395	-0.598	-1.404	-0.133
		Valor máximo de la envolvente	1.191	0.178	0.407	0.244	1.368	0.346
N46	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N47	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-1.300	0.000	-1.415	-1.292	-1.731	-0.720



<b>Envolvente de los desplazamientos en nudos</b>								
Referencia	Combinación		Desplazamientos en ejes globales					
	Tipo	Descripción	Dx (mm)	Dy (mm)	Dz (mm)	Gx (mRad)	Gy (mRad)	Gz (mRad)
		Valor máximo de la envolvente	1.758	0.001	1.584	1.346	1.863	0.708
N48	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-1.318	-0.005	-1.378	-1.211	-1.814	-0.906
		Valor máximo de la envolvente	1.771	0.002	1.506	1.241	1.651	0.851
N49	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-0.085	-0.003	-0.021	-0.123	-0.380	-0.033
		Valor máximo de la envolvente	0.130	0.009	0.024	0.016	0.631	0.001
N50	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-0.408	-0.004	-0.052	-0.020	-0.586	-0.011
		Valor máximo de la envolvente	0.632	0.013	0.007	0.004	1.159	0.004
N51	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-1.145	0.003	-1.423	-5.142	-2.816	-2.641
		Valor máximo de la envolvente	1.292	0.006	1.195	5.180	3.090	3.158
N52	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-1.707	-0.009	-2.253	-5.454	-4.046	-2.572
		Valor máximo de la envolvente	2.050	-0.003	2.290	5.388	4.134	2.975
N53	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-0.378	-0.058	-0.049	0.031	-0.040	-0.133
		Valor máximo de la envolvente	0.628	-0.016	0.009	0.075	0.425	-0.049
N54	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N55	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-0.594	-0.127	-0.300	-0.181	-1.065	-0.316
		Valor máximo de la envolvente	0.913	0.121	0.306	0.419	1.042	0.050
N56	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N57	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-0.963	0.000	-1.063	-5.290	-1.303	-2.835
		Valor máximo de la envolvente	1.329	0.002	1.188	5.093	1.397	3.045
N58	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-0.977	-0.006	-1.037	-5.192	-1.362	-2.918
		Valor máximo de la envolvente	1.338	0.000	1.127	5.042	1.241	3.204
N59	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-0.063	-0.010	-0.016	-0.014	-0.280	-0.020
		Valor máximo de la envolvente	0.100	0.004	0.018	0.120	0.488	0.033
N60	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-0.304	-0.051	-0.042	0.030	-0.437	0.003
		Valor máximo de la envolvente	0.486	-0.012	0.004	0.076	0.893	0.009
N61	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.183	-0.009	-1.323	-2.883	-4.046	-2.598
		Valor máximo de la envolvente	1.829	-0.003	0.234	1.411	4.134	0.257
N62	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.183	0.003	-1.323	-1.411	-4.046	-0.257
		Valor máximo de la envolvente	1.829	0.009	0.234	2.883	4.134	2.598
N63	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.231	0.000	-2.076	-1.115	-1.362	-0.455
		Valor máximo de la envolvente	1.940	0.006	0.947	2.685	1.241	2.943
N64	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.231	-0.006	-2.076	-2.685	-1.362	-2.943
		Valor máximo de la envolvente	1.940	0.000	0.947	1.115	1.241	0.455
N65	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.380	-0.002	-2.109	-1.167	-1.303	-0.296
		Valor máximo de la envolvente	1.871	0.000	0.966	2.783	1.397	2.860
N66	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.380	0.000	-2.109	-2.783	-1.303	-2.860
		Valor máximo de la envolvente	1.871	0.002	0.966	1.167	1.397	0.296
N67	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.207	-0.006	-2.077	-1.213	-2.816	-0.440
		Valor máximo de la envolvente	1.496	-0.003	0.827	2.580	3.090	2.667
N68	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.207	0.003	-2.077	-2.580	-2.816	-2.667
		Valor máximo de la envolvente	1.496	0.006	0.827	1.213	3.090	0.440
N69	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-0.512	-0.161	-0.287	-0.387	-0.919	-0.429
		Valor máximo de la envolvente	0.833	0.143	0.292	0.119	0.915	0.506
N70	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-0.687	-0.202	-0.378	-0.169	-1.212	-0.572
		Valor máximo de la envolvente	1.084	0.208	0.389	0.540	1.202	0.449
N71	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-0.687	-0.208	-0.378	-0.540	-1.212	-0.449
		Valor máximo de la envolvente	1.084	0.202	0.389	0.169	1.202	0.572
N72	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-0.512	-0.143	-0.287	-0.119	-0.919	-0.506

<b>Envolvente de los desplazamientos en nudos</b>								
Referencia	Combinación		Desplazamientos en ejes globales					
	Tipo	Descripción	Dx (mm)	Dy (mm)	Dz (mm)	Gx (mRad)	Gy (mRad)	Gz (mRad)
		Valor máximo de la envolvente	0.833	0.161	0.292	0.387	0.915	0.429

### 2.1.2. Reacciones

Referencias:

Rx, Ry, Rz: Reacciones en nudos con desplazamientos coaccionados (fuerzas).

Mx, My, Mz: Reacciones en nudos con giros coaccionados (momentos).

#### 2.1.2.1. Envolventes

<b>Envolventes de las reacciones en nudos</b>								
Referencia	Combinación		Reacciones en ejes globales					
	Tipo	Descripción	Rx (kN)	Ry (kN)	Rz (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Mz (kN·m)
N4	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	-0.150	-0.004	-0.787	0.00	-0.14	0.00
		Valor máximo de la envolvente	0.152	0.001	3.295	0.00	0.11	0.00
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	-0.126	-0.003	-0.565	0.00	-0.12	0.00
		Valor máximo de la envolvente	0.127	0.001	2.707	0.00	0.09	0.00
N6	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	-10.484	-0.310	-15.722	-0.02	-0.94	0.00
		Valor máximo de la envolvente	6.872	0.247	13.027	0.04	0.59	0.00
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	-9.078	-0.267	-13.503	-0.01	-0.81	0.00
		Valor máximo de la envolvente	5.948	0.212	11.133	0.03	0.51	0.00
N14	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	-0.195	-0.001	-1.174	0.00	-0.18	0.00
		Valor máximo de la envolvente	0.201	0.001	4.102	0.00	0.14	0.00
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	-0.164	-0.001	-0.877	0.00	-0.16	0.00
		Valor máximo de la envolvente	0.169	0.001	3.375	0.00	0.12	0.00
N16	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	-13.744	-0.147	-20.752	-0.04	-1.22	0.00
		Valor máximo de la envolvente	9.189	0.234	17.098	0.01	0.79	0.00
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	-11.910	-0.127	-17.830	-0.03	-1.06	0.00
		Valor máximo de la envolvente	7.961	0.202	14.620	0.01	0.69	0.00
N24	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	-0.185	0.000	-1.049	0.00	-0.18	0.00
		Valor máximo de la envolvente	0.193	0.000	4.015	0.00	0.13	0.00
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	-0.155	0.000	-0.769	0.00	-0.15	0.00
		Valor máximo de la envolvente	0.161	0.000	3.301	0.00	0.11	0.00
N26	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	-13.122	0.000	-19.774	0.00	-1.17	0.00
		Valor máximo de la envolvente	8.668	0.000	16.205	0.00	0.75	0.00
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	-11.366	0.000	-16.994	0.00	-1.01	0.00
		Valor máximo de la envolvente	7.506	0.000	13.862	0.00	0.65	0.00
N34	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	-0.185	0.000	-1.049	0.00	-0.18	0.00
		Valor máximo de la envolvente	0.193	0.000	4.015	0.00	0.13	0.00
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	-0.155	0.000	-0.769	0.00	-0.15	0.00
		Valor máximo de la envolvente	0.161	0.000	3.301	0.00	0.11	0.00
N36	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	-13.122	0.000	-19.774	0.00	-1.17	0.00
		Valor máximo de la envolvente	8.668	0.000	16.205	0.00	0.75	0.00
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	-11.366	0.000	-16.994	0.00	-1.01	0.00
		Valor máximo de la envolvente	7.506	0.000	13.862	0.00	0.65	0.00
N44	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	-0.195	-0.001	-1.174	0.00	-0.18	0.00
		Valor máximo de la envolvente	0.201	0.001	4.102	0.00	0.14	0.00
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	-0.164	-0.001	-0.877	0.00	-0.16	0.00
		Valor máximo de la envolvente	0.169	0.001	3.375	0.00	0.12	0.00
N46	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	-13.744	-0.234	-20.752	-0.01	-1.22	0.00
		Valor máximo de la envolvente	9.189	0.147	17.098	0.04	0.79	0.00
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	-11.910	-0.202	-17.830	-0.01	-1.06	0.00
		Valor máximo de la envolvente	7.961	0.127	14.620	0.03	0.69	0.00



Envolventes de las reacciones en nudos								
Referencia	Combinación		Reacciones en ejes globales					
	Tipo	Descripción	Rx (kN)	Ry (kN)	Rz (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Mz (kN·m)
N54	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	-0.150	-0.001	-0.787	0.00	-0.14	0.00
		Valor máximo de la envolvente	0.152	0.004	3.295	0.00	0.11	0.00
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	-0.126	-0.001	-0.565	0.00	-0.12	0.00
		Valor máximo de la envolvente	0.127	0.003	2.707	0.00	0.09	0.00
N56	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	-10.484	-0.247	-15.722	-0.04	-0.94	0.00
		Valor máximo de la envolvente	6.872	0.310	13.027	0.02	0.59	0.00
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	-9.078	-0.212	-13.503	-0.03	-0.81	0.00
		Valor máximo de la envolvente	5.948	0.267	11.133	0.01	0.51	0.00

Nota: Las combinaciones de hormigón indicadas son las mismas que se utilizan para comprobar el estado límite de equilibrio en la cimentación.

## 2.2. Barras

### 2.2.1. Esfuerzos

Referencias:

N: Esfuerzo axial (kN)

Vy: Esfuerzo cortante según el eje local Y de la barra. (kN)

Vz: Esfuerzo cortante según el eje local Z de la barra. (kN)

Mt: Momento torsor (kN·m)

My: Momento flector en el plano 'XZ' (giro de la sección respecto al eje local 'Y' de la barra). (kN·m)

Mz: Momento flector en el plano 'XY' (giro de la sección respecto al eje local 'Z' de la barra). (kN·m)

#### 2.2.1.1. Envolventes

Envolventes de los esfuerzos en barras							
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.000 m	0.175 m	0.350 m	0.525 m	0.700 m
N1/N3	Acero conformado	N <sub>mín</sub>	0.191	0.195	0.198	0.201	0.204
		N <sub>máx</sub>	0.619	0.623	0.627	0.632	0.636
		Vy <sub>mín</sub>	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021
		Vy <sub>máx</sub>	0.067	0.067	0.067	0.067	0.067
		Vz <sub>mín</sub>	-4.916	-4.911	-4.905	-4.900	-4.894
		Vz <sub>máx</sub>	4.216	4.224	4.231	4.239	4.246
		Mt <sub>mín</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mt <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My <sub>mín</sub>	0.00	-0.74	-1.48	-2.22	-2.96
		My <sub>máx</sub>	0.00	0.86	1.72	2.58	3.43
		Mz <sub>mín</sub>	0.02	0.02	0.01	0.01	0.00
		Mz <sub>máx</sub>	0.06	0.05	0.04	0.03	0.02

Envolventes de los esfuerzos en barras							
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.000 m	0.207 m	0.414 m	0.621 m	0.828 m
N3/N7	Acero conformado	N <sub>mín</sub>	-6.881	-6.876	-6.871	-6.866	-6.861
		N <sub>máx</sub>	4.033	4.037	4.041	4.045	4.048
		Vy <sub>mín</sub>	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017
		Vy <sub>máx</sub>	0.066	0.066	0.066	0.066	0.066
		Vz <sub>mín</sub>	-4.084	-4.075	-4.067	-4.058	-4.049
		Vz <sub>máx</sub>	4.593	4.599	4.606	4.612	4.619
		Mt <sub>mín</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mt <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

**ANEJO VI**

Envolventes de los esfuerzos en barras							
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.000 m	0.207 m	0.414 m	0.621 m	0.828 m
		Mt <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My <sub>mín</sub>	-2.25	-1.41	-0.56	-0.41	-1.36
		My <sub>máx</sub>	2.45	1.50	0.54	0.28	1.12
		Mz <sub>mín</sub>	0.00	0.00	-0.01	-0.03	-0.04
		Mz <sub>máx</sub>	0.02	0.00	0.00	0.00	-0.01

Envolventes de los esfuerzos en barras							
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.000 m	0.221 m	0.442 m	0.663 m	0.884 m
N7/N8	Acero conformado	N <sub>mín</sub>	-6.414	-6.409	-6.403	-6.398	-6.394
		N <sub>máx</sub>	4.242	4.246	4.250	4.253	4.259
		Vy <sub>mín</sub>	-0.008	-0.008	-0.008	-0.008	-0.008
		Vy <sub>máx</sub>	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100
		Vz <sub>mín</sub>	-0.360	-0.350	-0.341	-0.334	-0.328
		Vz <sub>máx</sub>	0.220	0.227	0.235	0.244	0.254
		Mt <sub>mín</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mt <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My <sub>mín</sub>	-1.36	-1.29	-1.21	-1.14	-1.06
		My <sub>máx</sub>	1.12	1.07	1.02	0.96	0.91
		Mz <sub>mín</sub>	0.00	0.00	-0.01	-0.04	-0.06
		Mz <sub>máx</sub>	0.03	0.02	0.01	0.01	0.01

Envolventes de los esfuerzos en barras							
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.000 m	0.207 m	0.414 m	0.621 m	0.828 m
N8/N5	Acero conformado	N <sub>mín</sub>	-6.193	-6.189	-6.185	-6.182	-6.178
		N <sub>máx</sub>	4.698	4.703	4.709	4.714	4.719
		Vy <sub>mín</sub>	-0.101	-0.101	-0.101	-0.101	-0.101
		Vy <sub>máx</sub>	0.111	0.111	0.111	0.111	0.111
		Vz <sub>mín</sub>	-5.302	-5.295	-5.289	-5.282	-5.276
		Vz <sub>máx</sub>	4.518	4.527	4.536	4.545	4.554
		Mt <sub>mín</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mt <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My <sub>mín</sub>	-1.06	-0.03	-0.97	-1.91	-2.85
		My <sub>máx</sub>	0.91	0.04	1.13	2.22	3.32
		Mz <sub>mín</sub>	-0.02	0.00	0.00	-0.02	-0.04
		Mz <sub>máx</sub>	0.05	0.03	0.02	0.04	0.06

Envolventes de los esfuerzos en barras							
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.000 m	0.175 m	0.350 m	0.525 m	0.700 m
N5/N2	Acero conformado	N <sub>mín</sub>	-0.637	-0.633	-0.628	-0.624	-0.620
		N <sub>máx</sub>	-0.204	-0.201	-0.198	-0.195	-0.192
		Vy <sub>mín</sub>	-0.033	-0.033	-0.033	-0.033	-0.033
		Vy <sub>máx</sub>	0.148	0.148	0.148	0.148	0.148
		Vz <sub>mín</sub>	-4.248	-4.241	-4.233	-4.226	-4.218
		Vz <sub>máx</sub>	4.896	4.902	4.908	4.913	4.919
		Mt <sub>mín</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

**ANEJO VI**

Envolventes de los esfuerzos en barras							
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.000 m	0.175 m	0.350 m	0.525 m	0.700 m
		Mt <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My <sub>mín</sub>	-2.96	-2.22	-1.48	-0.74	0.00
		My <sub>máx</sub>	3.44	2.58	1.72	0.86	0.00
		Mz <sub>mín</sub>	-0.05	-0.04	-0.05	-0.05	-0.07
		Mz <sub>máx</sub>	0.06	0.04	0.02	0.00	-0.02

Envolventes de los esfuerzos en barras							
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.000 m	0.230 m	0.460 m	0.691 m	0.921 m
N4/N10	Acero conformado	N <sub>mín</sub>	-3.295	-3.289	-3.282	-3.276	-3.269
		N <sub>máx</sub>	0.787	0.791	0.796	0.801	0.806
		Vy <sub>mín</sub>	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002
		Vy <sub>máx</sub>	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
		Vz <sub>mín</sub>	-0.150	-0.150	-0.150	-0.150	-0.150
		Vz <sub>máx</sub>	0.152	0.152	0.152	0.152	0.152
		Mt <sub>mín</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mt <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My <sub>mín</sub>	-0.14	-0.11	-0.08	-0.05	-0.05
		My <sub>máx</sub>	0.11	0.07	0.04	0.02	0.00
		Mz <sub>mín</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Envolventes de los esfuerzos en barras					
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra		
			0.000 m	0.050 m	0.100 m
N10/N3	Acero conformado	N <sub>mín</sub>	-5.561	-5.559	-5.558
		N <sub>máx</sub>	4.803	4.804	4.805
		Vy <sub>mín</sub>	-0.002	-0.002	-0.002
		Vy <sub>máx</sub>	0.002	0.002	0.002
		Vz <sub>mín</sub>	-10.675	-10.675	-10.675
		Vz <sub>máx</sub>	7.059	7.059	7.059
		Mt <sub>mín</sub>	0.00	0.00	0.00
		Mt <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00
		My <sub>mín</sub>	-0.11	-0.36	-0.71
		My <sub>máx</sub>	0.02	0.45	0.98
		Mz <sub>mín</sub>	0.00	0.00	0.00
		Mz <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00

Envolventes de los esfuerzos en barras					
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra		
			0.000 m	0.050 m	0.100 m
N6/N9	Acero conformado	N <sub>mín</sub>	-13.027	-13.025	-13.024
		N <sub>máx</sub>	15.722	15.723	15.724
		Vy <sub>mín</sub>	-0.247	-0.247	-0.247
		Vy <sub>máx</sub>	0.310	0.310	0.310
		Vz <sub>mín</sub>	-10.484	-10.484	-10.484
		Vz <sub>máx</sub>	6.872	6.872	6.872
		Mt <sub>mín</sub>	0.00	0.00	0.00

**ANEJO VI**

Envolventes de los esfuerzos en barras					
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra		
			0.000 m	0.050 m	0.100 m
		Mt <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00
		My <sub>mín</sub>	-0.94	-0.41	-0.10
		My <sub>máx</sub>	0.59	0.25	0.12
		Mz <sub>mín</sub>	-0.02	0.00	0.01
		Mz <sub>máx</sub>	0.04	0.02	0.01

Envolventes de los esfuerzos en barras												
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	0.209 m	0.627 m	0.836 m	1.045 m	1.254 m	1.673 m	1.882 m	2.091 m	
N9/N69	Acero conformado	N <sub>mín</sub>	-10.206	-10.200	-10.188	-10.182	-10.176	-10.170	-10.159	-10.153	-10.147	
		N <sub>máx</sub>	11.577	11.581	11.590	11.594	11.598	11.603	11.611	11.616	11.620	
		Vy <sub>mín</sub>	-0.013	-0.013	-0.013	-0.013	-0.013	-0.013	-0.013	-0.013	-0.013	-0.013
		Vy <sub>máx</sub>	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005
		Vz <sub>mín</sub>	-0.081	-0.081	-0.081	-0.081	-0.081	-0.081	-0.081	-0.081	-0.081	-0.081
		Vz <sub>máx</sub>	0.087	0.087	0.087	0.087	0.087	0.087	0.087	0.087	0.087	0.087
		Mt <sub>mín</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mt <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My <sub>mín</sub>	-0.06	-0.04	-0.01	0.00	-0.02	-0.04	-0.07	-0.09	-0.11	-0.11
		My <sub>máx</sub>	0.07	0.05	0.02	0.01	0.02	0.04	0.07	0.09	0.11	0.11
		Mz <sub>mín</sub>	-0.01	-0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01
		Mz <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02

Envolventes de los esfuerzos en barras					
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra		
			0.000 m	0.050 m	0.100 m
N69/N5	Acero conformado	N <sub>mín</sub>	-10.213	-10.211	-10.210
		N <sub>máx</sub>	11.794	11.795	11.796
		Vy <sub>mín</sub>	-0.224	-0.224	-0.224
		Vy <sub>máx</sub>	0.120	0.120	0.120
		Vz <sub>mín</sub>	-0.081	-0.081	-0.081
		Vz <sub>máx</sub>	0.087	0.087	0.087
		Mt <sub>mín</sub>	0.00	0.00	0.00
		Mt <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00
		My <sub>mín</sub>	-0.11	-0.12	-0.12
		My <sub>máx</sub>	0.11	0.11	0.12
		Mz <sub>mín</sub>	-0.02	-0.01	0.00
		Mz <sub>máx</sub>	0.01	0.01	0.00

Envolventes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.196 m	0.587 m	0.783 m	1.174 m	1.565 m	1.761 m	2.152 m	2.348 m
N9/N10	Acero conformado	N <sub>mín</sub>	-7.430	-7.428	-7.425	-7.423	-7.420	-7.416	-7.414	-7.412	-7.411
		N <sub>máx</sub>	11.283	11.284	11.287	11.288	11.291	11.293	11.294	11.298	11.299
		Vy <sub>mín</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy <sub>máx</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz <sub>mín</sub>	-0.060	-0.055	-0.046	-0.041	-0.032	-0.025	-0.022	-0.015	-0.012
		Vz <sub>máx</sub>	0.036	0.040	0.046	0.050	0.057	0.066	0.070	0.079	0.084
		Mt <sub>mín</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mt <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My <sub>mín</sub>	-0.05	-0.03	-0.02	-0.01	0.00	-0.03	-0.04	-0.07	-0.08
		My <sub>máx</sub>	0.05	0.04	0.03	0.02	0.01	0.02	0.02	0.03	0.03
		Mz <sub>mín</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Envoltentes de los esfuerzos en barras										
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra							
			0.000 m	0.196 m	0.587 m	0.783 m	1.174 m	1.565 m	1.761 m	2.152 m
		Mz <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Envoltentes de los esfuerzos en barras							
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.000 m	0.175 m	0.350 m	0.525 m	0.700 m
N11/N13	Acero conformado	N <sub>mín</sub>	0.234	0.238	0.241	0.244	0.247
		N <sub>máx</sub>	0.758	0.762	0.766	0.771	0.775
		V <sub>y</sub> <sub>mín</sub>	-0.006	-0.006	-0.006	-0.006	-0.006
		V <sub>y</sub> <sub>máx</sub>	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005
		V <sub>z</sub> <sub>mín</sub>	-6.527	-6.522	-6.516	-6.511	-6.505
		V <sub>z</sub> <sub>máx</sub>	5.598	5.605	5.613	5.620	5.628
		M <sub>t</sub> <sub>mín</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M <sub>t</sub> <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M <sub>y</sub> <sub>mín</sub>	0.00	-0.98	-1.96	-2.94	-3.93
		M <sub>y</sub> <sub>máx</sub>	0.00	1.14	2.28	3.42	4.56
		M <sub>z</sub> <sub>mín</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M <sub>z</sub> <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Envoltentes de los esfuerzos en barras							
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.000 m	0.207 m	0.414 m	0.621 m	0.828 m
N13/N17	Acero conformado	N <sub>mín</sub>	-8.957	-8.952	-8.946	-8.941	-8.936
		N <sub>máx</sub>	5.415	5.418	5.422	5.426	5.430
		V <sub>y</sub> <sub>mín</sub>	-0.006	-0.006	-0.006	-0.006	-0.006
		V <sub>y</sub> <sub>máx</sub>	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007
		V <sub>z</sub> <sub>mín</sub>	-5.404	-5.395	-5.386	-5.377	-5.369
		V <sub>z</sub> <sub>máx</sub>	6.116	6.123	6.129	6.136	6.142
		M <sub>t</sub> <sub>mín</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M <sub>t</sub> <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M <sub>y</sub> <sub>mín</sub>	-2.98	-1.86	-0.74	-0.55	-1.81
		M <sub>y</sub> <sub>máx</sub>	3.26	1.99	0.73	0.37	1.48
		M <sub>z</sub> <sub>mín</sub>	0.00	0.00	-0.01	-0.01	-0.01
		M <sub>z</sub> <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01

Envoltentes de los esfuerzos en barras							
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.000 m	0.221 m	0.442 m	0.663 m	0.884 m
N17/N18	Acero conformado	N <sub>mín</sub>	-8.444	-8.438	-8.434	-8.430	-8.426
		N <sub>máx</sub>	5.713	5.717	5.722	5.727	5.733
		V <sub>y</sub> <sub>mín</sub>	-0.059	-0.059	-0.059	-0.059	-0.059
		V <sub>y</sub> <sub>máx</sub>	0.043	0.043	0.043	0.043	0.043
		V <sub>z</sub> <sub>mín</sub>	-0.467	-0.458	-0.449	-0.442	-0.435
		V <sub>z</sub> <sub>máx</sub>	0.299	0.306	0.314	0.323	0.333
		M <sub>t</sub> <sub>mín</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M <sub>t</sub> <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M <sub>y</sub> <sub>mín</sub>	-1.81	-1.71	-1.61	-1.51	-1.42
		M <sub>y</sub> <sub>máx</sub>	1.48	1.42	1.35	1.28	1.21
		M <sub>z</sub> <sub>mín</sub>	-0.01	0.00	-0.01	-0.02	-0.03



**ANEJO VI**

Envoltentes de los esfuerzos en barras							
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.000 m	0.221 m	0.442 m	0.663 m	0.884 m
		Mz <sub>máx</sub>	0.01	0.00	0.02	0.03	0.04

Envoltentes de los esfuerzos en barras							
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.000 m	0.207 m	0.414 m	0.621 m	0.828 m
N18/N15	Acero conformado	N <sub>mín</sub>	-8.190	-8.186	-8.182	-8.179	-8.175
		N <sub>máx</sub>	6.274	6.279	6.284	6.289	6.294
		V <sub>y</sub> <sub>mín</sub>	-0.121	-0.121	-0.121	-0.121	-0.121
		V <sub>y</sub> <sub>máx</sub>	0.163	0.163	0.163	0.163	0.163
		V <sub>z</sub> <sub>mín</sub>	-7.040	-7.034	-7.027	-7.020	-7.014
		V <sub>z</sub> <sub>máx</sub>	5.996	6.005	6.014	6.023	6.032
		M <sub>t</sub> <sub>mín</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M <sub>t</sub> <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M <sub>y</sub> <sub>mín</sub>	-1.42	-0.04	-1.28	-2.53	-3.77
		M <sub>y</sub> <sub>máx</sub>	1.21	0.04	1.50	2.95	4.40
		M <sub>z</sub> <sub>mín</sub>	-0.04	-0.01	-0.02	-0.05	-0.08
		M <sub>z</sub> <sub>máx</sub>	0.05	0.02	0.01	0.04	0.06

Envoltentes de los esfuerzos en barras							
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.000 m	0.175 m	0.350 m	0.525 m	0.700 m
N15/N12	Acero conformado	N <sub>mín</sub>	-0.777	-0.772	-0.768	-0.764	-0.760
		N <sub>máx</sub>	-0.242	-0.239	-0.236	-0.232	-0.229
		V <sub>y</sub> <sub>mín</sub>	-0.137	-0.137	-0.137	-0.137	-0.137
		V <sub>y</sub> <sub>máx</sub>	0.098	0.098	0.098	0.098	0.098
		V <sub>z</sub> <sub>mín</sub>	-5.623	-5.616	-5.608	-5.601	-5.593
		V <sub>z</sub> <sub>máx</sub>	6.500	6.505	6.511	6.516	6.522
		M <sub>t</sub> <sub>mín</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M <sub>t</sub> <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M <sub>y</sub> <sub>mín</sub>	-3.93	-2.94	-1.96	-0.98	0.00
		M <sub>y</sub> <sub>máx</sub>	4.56	3.42	2.28	1.14	0.00
		M <sub>z</sub> <sub>mín</sub>	-0.08	-0.06	-0.03	-0.01	-0.01
		M <sub>z</sub> <sub>máx</sub>	0.06	0.04	0.03	0.01	0.01

Envoltentes de los esfuerzos en barras							
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.000 m	0.230 m	0.460 m	0.691 m	0.921 m
N14/N20	Acero conformado	N <sub>mín</sub>	-4.102	-4.095	-4.089	-4.082	-4.076
		N <sub>máx</sub>	1.174	1.179	1.184	1.188	1.193
		V <sub>y</sub> <sub>mín</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V <sub>y</sub> <sub>máx</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V <sub>z</sub> <sub>mín</sub>	-0.195	-0.195	-0.195	-0.195	-0.195
		V <sub>z</sub> <sub>máx</sub>	0.201	0.201	0.201	0.201	0.201
		M <sub>t</sub> <sub>mín</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M <sub>t</sub> <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M <sub>y</sub> <sub>mín</sub>	-0.18	-0.14	-0.10	-0.07	-0.06
		M <sub>y</sub> <sub>máx</sub>	0.14	0.10	0.06	0.02	-0.01
		M <sub>z</sub> <sub>mín</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Envolventes de los esfuerzos en barras							
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.000 m	0.230 m	0.460 m	0.691 m	0.921 m
		Mz <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Envolventes de los esfuerzos en barras					
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra		
			0.000 m	0.050 m	0.100 m
N20/N13	Acero conformado	N <sub>mín</sub>	-7.260	-7.258	-7.257
		N <sub>máx</sub>	6.460	6.461	6.462
		V <sub>y</sub> <sub>mín</sub>	0.000	0.000	0.000
		V <sub>y</sub> <sub>máx</sub>	0.000	0.000	0.000
		V <sub>z</sub> <sub>mín</sub>	-14.050	-14.050	-14.050
		V <sub>z</sub> <sub>máx</sub>	9.494	9.494	9.494
		M <sub>t</sub> <sub>mín</sub>	0.00	0.00	0.00
		M <sub>t</sub> <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00
		M <sub>y</sub> <sub>mín</sub>	-0.14	-0.48	-0.95
		M <sub>y</sub> <sub>máx</sub>	0.03	0.60	1.30
		M <sub>z</sub> <sub>mín</sub>	0.00	0.00	0.00
		M <sub>z</sub> <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00

Envolventes de los esfuerzos en barras					
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra		
			0.000 m	0.050 m	0.100 m
N16/N19	Acero conformado	N <sub>mín</sub>	-17.098	-17.097	-17.095
		N <sub>máx</sub>	20.752	20.754	20.755
		V <sub>y</sub> <sub>mín</sub>	-0.233	-0.233	-0.233
		V <sub>y</sub> <sub>máx</sub>	0.148	0.148	0.148
		V <sub>z</sub> <sub>mín</sub>	-13.744	-13.744	-13.744
		V <sub>z</sub> <sub>máx</sub>	9.189	9.189	9.189
		M <sub>t</sub> <sub>mín</sub>	0.00	0.00	0.00
		M <sub>t</sub> <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00
		M <sub>y</sub> <sub>mín</sub>	-1.22	-0.54	-0.14
		M <sub>y</sub> <sub>máx</sub>	0.79	0.33	0.16
		M <sub>z</sub> <sub>mín</sub>	-0.04	-0.02	-0.01
		M <sub>z</sub> <sub>máx</sub>	0.01	0.00	0.00

Envolventes de los esfuerzos en barras												
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	0.209 m	0.627 m	0.836 m	1.045 m	1.254 m	1.673 m	1.882 m	2.091 m	
N19/N70	Acero conformado	N <sub>mín</sub>	-13.441	-13.435	-13.423	-13.417	-13.411	-13.406	-13.394	-13.388	-13.382	
		N <sub>máx</sub>	15.394	15.398	15.407	15.411	15.416	15.420	15.429	15.433	15.438	
		V <sub>y</sub> <sub>mín</sub>	-0.010	-0.010	-0.010	-0.010	-0.010	-0.010	-0.010	-0.010	-0.010	-0.010
		V <sub>y</sub> <sub>máx</sub>	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017
		V <sub>z</sub> <sub>mín</sub>	-0.107	-0.107	-0.107	-0.107	-0.107	-0.107	-0.107	-0.107	-0.107	-0.107
		V <sub>z</sub> <sub>máx</sub>	0.114	0.114	0.114	0.114	0.114	0.114	0.114	0.114	0.114	0.114
		M <sub>t</sub> <sub>mín</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M <sub>t</sub> <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M <sub>y</sub> <sub>mín</sub>	-0.08	-0.06	-0.01	0.00	-0.03	-0.05	-0.10	-0.12	-0.14	-0.14
		M <sub>y</sub> <sub>máx</sub>	0.09	0.07	0.02	0.01	0.03	0.05	0.10	0.12	0.14	0.14
		M <sub>z</sub> <sub>mín</sub>	-0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.01	-0.02	-0.02	-0.02
		M <sub>z</sub> <sub>máx</sub>	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01

**ANEJO VI**

Envolventes de los esfuerzos en barras					
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra		
			0.000 m	0.050 m	0.100 m
N70/N15	Acero conformado	N <sub>mín</sub>	-13.522	-13.521	-13.519
		N <sub>máx</sub>	15.668	15.669	15.670
		V <sub>y</sub> <sub>mín</sub>	-0.220	-0.220	-0.220
		V <sub>y</sub> <sub>máx</sub>	0.299	0.299	0.299
		V <sub>z</sub> <sub>mín</sub>	-0.107	-0.107	-0.107
		V <sub>z</sub> <sub>máx</sub>	0.114	0.114	0.114
		M <sub>t</sub> <sub>mín</sub>	0.00	0.00	0.00
		M <sub>t</sub> <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00
		M <sub>y</sub> <sub>mín</sub>	-0.15	-0.15	-0.16
		M <sub>y</sub> <sub>máx</sub>	0.14	0.15	0.15
		M <sub>z</sub> <sub>mín</sub>	-0.02	-0.01	0.00
		M <sub>z</sub> <sub>máx</sub>	0.03	0.02	0.00

Envolventes de los esfuerzos en barras												
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	0.196 m	0.587 m	0.783 m	1.174 m	1.565 m	1.761 m	2.152 m	2.348 m	
N19/N20	Acero conformado	N <sub>mín</sub>	-9.946	-9.944	-9.941	-9.939	-9.936	-9.933	-9.931	-9.927	-9.926	
		N <sub>máx</sub>	14.810	14.811	14.813	14.815	14.817	14.820	14.821	14.823	14.825	
		V <sub>y</sub> <sub>mín</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V <sub>y</sub> <sub>máx</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V <sub>z</sub> <sub>mín</sub>	-0.071	-0.066	-0.057	-0.052	-0.043	-0.036	-0.033	-0.026	-0.023	
		V <sub>z</sub> <sub>máx</sub>	0.054	0.057	0.064	0.067	0.074	0.083	0.088	0.097	0.101	
		M <sub>t</sub> <sub>mín</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M <sub>t</sub> <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M <sub>y</sub> <sub>mín</sub>	-0.06	-0.04	-0.02	-0.01	0.00	-0.04	-0.05	-0.09	-0.11	
		M <sub>y</sub> <sub>máx</sub>	0.07	0.06	0.03	0.02	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	
		M <sub>z</sub> <sub>mín</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M <sub>z</sub> <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Envolventes de los esfuerzos en barras							
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.000 m	0.175 m	0.350 m	0.525 m	0.700 m
N21/N23	Acero conformado	N <sub>mín</sub>	0.233	0.236	0.240	0.243	0.246
		N <sub>máx</sub>	0.754	0.758	0.762	0.767	0.771
		V <sub>y</sub> <sub>mín</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V <sub>y</sub> <sub>máx</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V <sub>z</sub> <sub>mín</sub>	-6.183	-6.178	-6.172	-6.167	-6.161
		V <sub>z</sub> <sub>máx</sub>	5.303	5.311	5.318	5.325	5.333
		M <sub>t</sub> <sub>mín</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M <sub>t</sub> <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M <sub>y</sub> <sub>mín</sub>	0.00	-0.93	-1.86	-2.79	-3.72
		M <sub>y</sub> <sub>máx</sub>	0.00	1.08	2.16	3.24	4.32
		M <sub>z</sub> <sub>mín</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M <sub>z</sub> <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Envolventes de los esfuerzos en barras							
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.000 m	0.207 m	0.414 m	0.621 m	0.828 m
N23/N27	Acero conformado	N <sub>mín</sub>	-8.585	-8.580	-8.575	-8.570	-8.565
		N <sub>máx</sub>	5.104	5.108	5.112	5.115	5.119



**ANEJO VI**

Envoltentes de los esfuerzos en barras							
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.000 m	0.207 m	0.414 m	0.621 m	0.828 m
		V <sub>y</sub> mín	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V <sub>y</sub> máx	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V <sub>z</sub> mín	-5.122	-5.113	-5.104	-5.095	-5.086
		V <sub>z</sub> máx	5.788	5.794	5.801	5.807	5.814
		M <sub>t</sub> mín	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M <sub>t</sub> máx	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M <sub>y</sub> mín	-2.83	-1.77	-0.71	-0.52	-1.72
		M <sub>y</sub> máx	3.09	1.89	0.69	0.35	1.40
		M <sub>z</sub> mín	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M <sub>z</sub> máx	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Envoltentes de los esfuerzos en barras							
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.000 m	0.221 m	0.442 m	0.663 m	0.884 m
N27/N28	Acero conformado	N <sub>mín</sub>	-8.039	-8.033	-8.028	-8.024	-8.019
		N <sub>máx</sub>	5.369	5.373	5.377	5.382	5.388
		V <sub>y</sub> mín	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002
		V <sub>y</sub> máx	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003
		V <sub>z</sub> mín	-0.447	-0.438	-0.429	-0.422	-0.415
		V <sub>z</sub> máx	0.282	0.289	0.297	0.306	0.315
		M <sub>t</sub> mín	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M <sub>t</sub> máx	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M <sub>y</sub> mín	-1.72	-1.62	-1.53	-1.43	-1.34
		M <sub>y</sub> máx	1.40	1.34	1.27	1.21	1.14
		M <sub>z</sub> mín	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M <sub>z</sub> máx	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Envoltentes de los esfuerzos en barras							
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.000 m	0.207 m	0.414 m	0.621 m	0.828 m
N28/N25	Acero conformado	N <sub>mín</sub>	-7.786	-7.782	-7.778	-7.774	-7.771
		N <sub>máx</sub>	5.929	5.934	5.939	5.944	5.949
		V <sub>y</sub> mín	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003
		V <sub>y</sub> máx	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
		V <sub>z</sub> mín	-6.671	-6.664	-6.658	-6.651	-6.645
		V <sub>z</sub> máx	5.679	5.688	5.697	5.706	5.715
		M <sub>t</sub> mín	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M <sub>t</sub> máx	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M <sub>y</sub> mín	-1.34	-0.04	-1.22	-2.40	-3.58
		M <sub>y</sub> máx	1.14	0.04	1.42	2.80	4.17
		M <sub>z</sub> mín	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M <sub>z</sub> máx	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Envoltentes de los esfuerzos en barras							
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.000 m	0.175 m	0.350 m	0.525 m	0.700 m
N25/N22	Acero conformado	N <sub>mín</sub>	-0.773	-0.769	-0.765	-0.760	-0.756
		N <sub>máx</sub>	-0.243	-0.240	-0.237	-0.233	-0.230

**ANEJO VI**

Envolventes de los esfuerzos en barras							
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.000 m	0.175 m	0.350 m	0.525 m	0.700 m
		V <sub>y</sub> min	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003
		V <sub>y</sub> máx	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
		V <sub>z</sub> min	-5.335	-5.328	-5.320	-5.313	-5.306
		V <sub>z</sub> máx	6.164	6.170	6.175	6.181	6.186
		M <sub>t</sub> min	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M <sub>t</sub> máx	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M <sub>y</sub> min	-3.72	-2.79	-1.86	-0.93	0.00
		M <sub>y</sub> máx	4.32	3.24	2.16	1.08	0.00
		M <sub>z</sub> min	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M <sub>z</sub> máx	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Envolventes de los esfuerzos en barras							
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.000 m	0.230 m	0.460 m	0.691 m	0.921 m
N24/N30	Acero conformado	N <sub>min</sub>	-4.015	-4.008	-4.002	-3.995	-3.989
		N <sub>máx</sub>	1.049	1.054	1.058	1.063	1.068
		V <sub>y</sub> min	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V <sub>y</sub> máx	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V <sub>z</sub> min	-0.185	-0.185	-0.185	-0.185	-0.185
		V <sub>z</sub> máx	0.193	0.193	0.193	0.193	0.193
		M <sub>t</sub> min	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M <sub>t</sub> máx	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M <sub>y</sub> min	-0.18	-0.13	-0.10	-0.07	-0.06
		M <sub>y</sub> máx	0.13	0.09	0.05	0.02	-0.01
		M <sub>z</sub> min	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M <sub>z</sub> máx	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Envolventes de los esfuerzos en barras					
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra		
			0.000 m	0.050 m	0.100 m
N30/N23	Acero conformado	N <sub>min</sub>	-6.929	-6.928	-6.927
		N <sub>máx</sub>	6.079	6.080	6.081
		V <sub>y</sub> min	0.000	0.000	0.000
		V <sub>y</sub> máx	0.000	0.000	0.000
		V <sub>z</sub> min	-13.365	-13.365	-13.365
		V <sub>z</sub> máx	8.913	8.913	8.913
		M <sub>t</sub> min	0.00	0.00	0.00
		M <sub>t</sub> máx	0.00	0.00	0.00
		M <sub>y</sub> min	-0.13	-0.45	-0.90
		M <sub>y</sub> máx	0.03	0.57	1.24
		M <sub>z</sub> min	0.00	0.00	0.00
		M <sub>z</sub> máx	0.00	0.00	0.00

Envolventes de los esfuerzos en barras					
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra		
			0.000 m	0.050 m	0.100 m
N26/N29	Acero conformado	N <sub>min</sub>	-16.205	-16.204	-16.202
		N <sub>máx</sub>	19.774	19.775	19.776

**ANEJO VI**

Envolventes de los esfuerzos en barras					
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra		
			0.000 m	0.050 m	0.100 m
		V <sub>y</sub> min	0.000	0.000	0.000
		V <sub>y</sub> máx	0.000	0.000	0.000
		V <sub>z</sub> min	-13.122	-13.122	-13.122
		V <sub>z</sub> máx	8.668	8.668	8.668
		M <sub>t</sub> min	0.00	0.00	0.00
		M <sub>t</sub> máx	0.00	0.00	0.00
		M <sub>y</sub> min	-1.17	-0.51	-0.13
		M <sub>y</sub> máx	0.75	0.31	0.15
		M <sub>z</sub> min	0.00	0.00	0.00
		M <sub>z</sub> máx	0.00	0.00	0.00

Envolventes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.219 m	0.438 m	0.876 m	1.095 m	1.314 m	1.753 m	1.972 m	2.191 m
N29/N25	Acero conformado	N <sub>min</sub>	-12.880	-12.874	-12.868	-12.855	-12.849	-12.843	-12.831	-12.825	-12.818
		N <sub>máx</sub>	14.808	14.812	14.817	14.826	14.830	14.835	14.844	14.849	14.853
		V <sub>y</sub> min	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V <sub>y</sub> máx	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V <sub>z</sub> min	-0.102	-0.102	-0.102	-0.102	-0.102	-0.102	-0.102	-0.102	-0.102
		V <sub>z</sub> máx	0.109	0.109	0.109	0.109	0.109	0.109	0.109	0.109	0.109
		M <sub>t</sub> min	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M <sub>t</sub> máx	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M <sub>y</sub> min	-0.08	-0.06	-0.03	-0.01	-0.03	-0.05	-0.10	-0.12	-0.15
		M <sub>y</sub> máx	0.09	0.06	0.04	0.01	0.03	0.06	0.10	0.12	0.15
		M <sub>z</sub> min	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M <sub>z</sub> máx	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Envolventes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.196 m	0.587 m	0.783 m	1.174 m	1.565 m	1.761 m	2.152 m	2.348 m
N29/N30	Acero conformado	N <sub>min</sub>	-9.369	-9.368	-9.364	-9.363	-9.359	-9.356	-9.354	-9.351	-9.349
		N <sub>máx</sub>	14.124	14.125	14.128	14.129	14.132	14.134	14.135	14.138	14.140
		V <sub>y</sub> min	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V <sub>y</sub> máx	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V <sub>z</sub> min	-0.068	-0.064	-0.054	-0.050	-0.040	-0.034	-0.030	-0.024	-0.020
		V <sub>z</sub> máx	0.051	0.054	0.061	0.064	0.071	0.080	0.085	0.094	0.098
		M <sub>t</sub> min	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M <sub>t</sub> máx	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M <sub>y</sub> min	-0.05	-0.04	-0.02	-0.01	0.00	-0.03	-0.05	-0.08	-0.10
		M <sub>y</sub> máx	0.07	0.06	0.03	0.02	0.01	0.02	0.03	0.04	0.04
		M <sub>z</sub> min	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M <sub>z</sub> máx	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Envolventes de los esfuerzos en barras							
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.000 m	0.175 m	0.350 m	0.525 m	0.700 m
N31/N33	Acero conformado	N <sub>min</sub>	0.233	0.236	0.240	0.243	0.246
		N <sub>máx</sub>	0.754	0.758	0.762	0.767	0.771
		V <sub>y</sub> min	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V <sub>y</sub> máx	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V <sub>z</sub> min	-6.183	-6.178	-6.172	-6.167	-6.161
		V <sub>z</sub> máx	5.303	5.311	5.318	5.325	5.333

**ANEJO VI**

Envolventes de los esfuerzos en barras							
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.000 m	0.175 m	0.350 m	0.525 m	0.700 m
		Mt <sub>mín</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mt <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My <sub>mín</sub>	0.00	-0.93	-1.86	-2.79	-3.72
		My <sub>máx</sub>	0.00	1.08	2.16	3.24	4.32
		Mz <sub>mín</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Envolventes de los esfuerzos en barras							
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.000 m	0.207 m	0.414 m	0.621 m	0.828 m
N33/N37	Acero conformado	N <sub>mín</sub>	-8.585	-8.580	-8.575	-8.570	-8.565
		N <sub>máx</sub>	5.104	5.108	5.112	5.115	5.119
		Vy <sub>mín</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy <sub>máx</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz <sub>mín</sub>	-5.122	-5.113	-5.104	-5.095	-5.086
		Vz <sub>máx</sub>	5.788	5.794	5.801	5.807	5.814
		Mt <sub>mín</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mt <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My <sub>mín</sub>	-2.83	-1.77	-0.71	-0.52	-1.72
		My <sub>máx</sub>	3.09	1.89	0.69	0.35	1.40
		Mz <sub>mín</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Envolventes de los esfuerzos en barras							
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.000 m	0.221 m	0.442 m	0.663 m	0.884 m
N37/N38	Acero conformado	N <sub>mín</sub>	-8.039	-8.033	-8.028	-8.024	-8.019
		N <sub>máx</sub>	5.369	5.373	5.377	5.382	5.388
		Vy <sub>mín</sub>	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003
		Vy <sub>máx</sub>	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
		Vz <sub>mín</sub>	-0.447	-0.438	-0.429	-0.422	-0.415
		Vz <sub>máx</sub>	0.282	0.289	0.297	0.306	0.315
		Mt <sub>mín</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mt <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My <sub>mín</sub>	-1.72	-1.62	-1.53	-1.43	-1.34
		My <sub>máx</sub>	1.40	1.34	1.27	1.21	1.14
		Mz <sub>mín</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Envolventes de los esfuerzos en barras							
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.000 m	0.207 m	0.414 m	0.621 m	0.828 m
N38/N35	Acero conformado	N <sub>mín</sub>	-7.786	-7.782	-7.778	-7.774	-7.771
		N <sub>máx</sub>	5.929	5.934	5.939	5.944	5.949
		Vy <sub>mín</sub>	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002
		Vy <sub>máx</sub>	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003
		Vz <sub>mín</sub>	-6.671	-6.664	-6.658	-6.651	-6.645
		Vz <sub>máx</sub>	5.679	5.688	5.697	5.706	5.715

**ANEJO VI**

Envoltentes de los esfuerzos en barras							
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.000 m	0.207 m	0.414 m	0.621 m	0.828 m
		Mt <sub>mín</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mt <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My <sub>mín</sub>	-1.34	-0.04	-1.22	-2.40	-3.58
		My <sub>máx</sub>	1.14	0.04	1.42	2.80	4.17
		Mz <sub>mín</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Envoltentes de los esfuerzos en barras							
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.000 m	0.175 m	0.350 m	0.525 m	0.700 m
N35/N32	Acero conformado	N <sub>mín</sub>	-0.773	-0.769	-0.765	-0.760	-0.756
		N <sub>máx</sub>	-0.243	-0.240	-0.237	-0.233	-0.230
		Vy <sub>mín</sub>	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002
		Vy <sub>máx</sub>	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003
		Vz <sub>mín</sub>	-5.335	-5.328	-5.320	-5.313	-5.306
		Vz <sub>máx</sub>	6.164	6.170	6.175	6.181	6.186
		Mt <sub>mín</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mt <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My <sub>mín</sub>	-3.72	-2.79	-1.86	-0.93	0.00
		My <sub>máx</sub>	4.32	3.24	2.16	1.08	0.00
		Mz <sub>mín</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Envoltentes de los esfuerzos en barras							
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.000 m	0.230 m	0.460 m	0.691 m	0.921 m
N34/N40	Acero conformado	N <sub>mín</sub>	-4.015	-4.008	-4.002	-3.995	-3.989
		N <sub>máx</sub>	1.049	1.054	1.058	1.063	1.068
		Vy <sub>mín</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy <sub>máx</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz <sub>mín</sub>	-0.185	-0.185	-0.185	-0.185	-0.185
		Vz <sub>máx</sub>	0.193	0.193	0.193	0.193	0.193
		Mt <sub>mín</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mt <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My <sub>mín</sub>	-0.18	-0.13	-0.10	-0.07	-0.06
		My <sub>máx</sub>	0.13	0.09	0.05	0.02	-0.01
		Mz <sub>mín</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Envoltentes de los esfuerzos en barras					
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra		
			0.000 m	0.050 m	0.100 m
N40/N33	Acero conformado	N <sub>mín</sub>	-6.929	-6.928	-6.927
		N <sub>máx</sub>	6.079	6.080	6.081
		Vy <sub>mín</sub>	0.000	0.000	0.000
		Vy <sub>máx</sub>	0.000	0.000	0.000
		Vz <sub>mín</sub>	-13.365	-13.365	-13.365
		Vz <sub>máx</sub>	8.913	8.913	8.913



**ANEJO VI**

Envolventes de los esfuerzos en barras					
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra		
			0.000 m	0.050 m	0.100 m
		Mt <sub>mín</sub>	0.00	0.00	0.00
		Mt <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00
		My <sub>mín</sub>	-0.13	-0.45	-0.90
		My <sub>máx</sub>	0.03	0.57	1.24
		Mz <sub>mín</sub>	0.00	0.00	0.00
		Mz <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00

Envolventes de los esfuerzos en barras					
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra		
			0.000 m	0.050 m	0.100 m
N36/N39	Acero conformado	N <sub>mín</sub>	-16.205	-16.204	-16.202
		N <sub>máx</sub>	19.774	19.775	19.776
		Vy <sub>mín</sub>	0.000	0.000	0.000
		Vy <sub>máx</sub>	0.000	0.000	0.000
		Vz <sub>mín</sub>	-13.122	-13.122	-13.122
		Vz <sub>máx</sub>	8.668	8.668	8.668
		Mt <sub>mín</sub>	0.00	0.00	0.00
		Mt <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00
		My <sub>mín</sub>	-1.17	-0.51	-0.13
		My <sub>máx</sub>	0.75	0.31	0.15
		Mz <sub>mín</sub>	0.00	0.00	0.00
		Mz <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00

Envolventes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.219 m	0.438 m	0.876 m	1.095 m	1.314 m	1.753 m	1.972 m	2.191 m
N39/N35	Acero conformado	N <sub>mín</sub>	-12.880	-12.874	-12.868	-12.855	-12.849	-12.843	-12.831	-12.825	-12.818
		N <sub>máx</sub>	14.808	14.812	14.817	14.826	14.830	14.835	14.844	14.849	14.853
		Vy <sub>mín</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy <sub>máx</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz <sub>mín</sub>	-0.102	-0.102	-0.102	-0.102	-0.102	-0.102	-0.102	-0.102	-0.102
		Vz <sub>máx</sub>	0.109	0.109	0.109	0.109	0.109	0.109	0.109	0.109	0.109
		Mt <sub>mín</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mt <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My <sub>mín</sub>	-0.08	-0.06	-0.03	-0.01	-0.03	-0.05	-0.10	-0.12	-0.15
		My <sub>máx</sub>	0.09	0.06	0.04	0.01	0.03	0.06	0.10	0.12	0.15
		Mz <sub>mín</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Envolventes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.196 m	0.587 m	0.783 m	1.174 m	1.565 m	1.761 m	2.152 m	2.348 m
N39/N40	Acero conformado	N <sub>mín</sub>	-9.369	-9.368	-9.364	-9.363	-9.359	-9.356	-9.354	-9.351	-9.349
		N <sub>máx</sub>	14.124	14.125	14.128	14.129	14.132	14.134	14.135	14.138	14.140
		Vy <sub>mín</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy <sub>máx</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz <sub>mín</sub>	-0.068	-0.064	-0.054	-0.050	-0.040	-0.034	-0.030	-0.024	-0.020
		Vz <sub>máx</sub>	0.051	0.054	0.061	0.064	0.071	0.080	0.085	0.094	0.098
		Mt <sub>mín</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mt <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My <sub>mín</sub>	-0.05	-0.04	-0.02	-0.01	0.00	-0.03	-0.05	-0.08	-0.10
		My <sub>máx</sub>	0.07	0.06	0.03	0.02	0.01	0.02	0.03	0.04	0.04

Envoltantes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.196 m	0.587 m	0.783 m	1.174 m	1.565 m	1.761 m	2.152 m	2.348 m
		Mz <sub>mín</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Envoltantes de los esfuerzos en barras							
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.000 m	0.175 m	0.350 m	0.525 m	0.700 m
N41/N43	Acero conformado	N <sub>mín</sub>	0.234	0.238	0.241	0.244	0.247
		N <sub>máx</sub>	0.758	0.762	0.766	0.771	0.775
		Vy <sub>mín</sub>	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005
		Vy <sub>máx</sub>	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006
		Vz <sub>mín</sub>	-6.527	-6.522	-6.516	-6.511	-6.505
		Vz <sub>máx</sub>	5.598	5.605	5.613	5.620	5.628
		Mt <sub>mín</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mt <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My <sub>mín</sub>	0.00	-0.98	-1.96	-2.94	-3.93
		My <sub>máx</sub>	0.00	1.14	2.28	3.42	4.56
		Mz <sub>mín</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Envoltantes de los esfuerzos en barras							
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.000 m	0.207 m	0.414 m	0.621 m	0.828 m
N43/N47	Acero conformado	N <sub>mín</sub>	-8.957	-8.952	-8.946	-8.941	-8.936
		N <sub>máx</sub>	5.415	5.418	5.422	5.426	5.430
		Vy <sub>mín</sub>	-0.007	-0.007	-0.007	-0.007	-0.007
		Vy <sub>máx</sub>	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006
		Vz <sub>mín</sub>	-5.404	-5.395	-5.386	-5.377	-5.369
		Vz <sub>máx</sub>	6.116	6.123	6.129	6.136	6.142
		Mt <sub>mín</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mt <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My <sub>mín</sub>	-2.98	-1.86	-0.74	-0.55	-1.81
		My <sub>máx</sub>	3.26	1.99	0.73	0.37	1.48
		Mz <sub>mín</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.01
		Mz <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01

Envoltantes de los esfuerzos en barras							
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.000 m	0.221 m	0.442 m	0.663 m	0.884 m
N47/N48	Acero conformado	N <sub>mín</sub>	-8.444	-8.438	-8.434	-8.430	-8.426
		N <sub>máx</sub>	5.713	5.717	5.722	5.727	5.733
		Vy <sub>mín</sub>	-0.043	-0.043	-0.043	-0.043	-0.043
		Vy <sub>máx</sub>	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059
		Vz <sub>mín</sub>	-0.467	-0.458	-0.449	-0.442	-0.435
		Vz <sub>máx</sub>	0.299	0.306	0.314	0.323	0.333
		Mt <sub>mín</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mt <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My <sub>mín</sub>	-1.81	-1.71	-1.61	-1.51	-1.42
		My <sub>máx</sub>	1.48	1.42	1.35	1.28	1.21
		Mz <sub>mín</sub>	-0.01	0.00	-0.02	-0.03	-0.04

**ANEJO VI**

Envoltentes de los esfuerzos en barras							
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.000 m	0.221 m	0.442 m	0.663 m	0.884 m
		Mz <sub>máx</sub>	0.01	0.00	0.01	0.02	0.03

Envoltentes de los esfuerzos en barras							
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.000 m	0.207 m	0.414 m	0.621 m	0.828 m
N48/N45	Acero conformado	N <sub>mín</sub>	-8.190	-8.186	-8.182	-8.179	-8.175
		N <sub>máx</sub>	6.274	6.279	6.284	6.289	6.294
		V <sub>y</sub> <sub>mín</sub>	-0.163	-0.163	-0.163	-0.163	-0.163
		V <sub>y</sub> <sub>máx</sub>	0.121	0.121	0.121	0.121	0.121
		V <sub>z</sub> <sub>mín</sub>	-7.040	-7.034	-7.027	-7.020	-7.014
		V <sub>z</sub> <sub>máx</sub>	5.996	6.005	6.014	6.023	6.032
		M <sub>t</sub> <sub>mín</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M <sub>t</sub> <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M <sub>y</sub> <sub>mín</sub>	-1.42	-0.04	-1.28	-2.53	-3.77
		M <sub>y</sub> <sub>máx</sub>	1.21	0.04	1.50	2.95	4.40
		M <sub>z</sub> <sub>mín</sub>	-0.05	-0.02	-0.01	-0.04	-0.06
		M <sub>z</sub> <sub>máx</sub>	0.04	0.01	0.02	0.05	0.08

Envoltentes de los esfuerzos en barras							
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.000 m	0.175 m	0.350 m	0.525 m	0.700 m
N45/N42	Acero conformado	N <sub>mín</sub>	-0.777	-0.772	-0.768	-0.764	-0.760
		N <sub>máx</sub>	-0.242	-0.239	-0.236	-0.232	-0.229
		V <sub>y</sub> <sub>mín</sub>	-0.098	-0.098	-0.098	-0.098	-0.098
		V <sub>y</sub> <sub>máx</sub>	0.137	0.137	0.137	0.137	0.137
		V <sub>z</sub> <sub>mín</sub>	-5.623	-5.616	-5.608	-5.601	-5.593
		V <sub>z</sub> <sub>máx</sub>	6.500	6.505	6.511	6.516	6.522
		M <sub>t</sub> <sub>mín</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M <sub>t</sub> <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M <sub>y</sub> <sub>mín</sub>	-3.93	-2.94	-1.96	-0.98	0.00
		M <sub>y</sub> <sub>máx</sub>	4.56	3.42	2.28	1.14	0.00
		M <sub>z</sub> <sub>mín</sub>	-0.06	-0.04	-0.03	-0.01	-0.01
		M <sub>z</sub> <sub>máx</sub>	0.08	0.06	0.03	0.01	0.01

Envoltentes de los esfuerzos en barras							
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.000 m	0.230 m	0.460 m	0.691 m	0.921 m
N44/N50	Acero conformado	N <sub>mín</sub>	-4.102	-4.095	-4.089	-4.082	-4.076
		N <sub>máx</sub>	1.174	1.179	1.184	1.188	1.193
		V <sub>y</sub> <sub>mín</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V <sub>y</sub> <sub>máx</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V <sub>z</sub> <sub>mín</sub>	-0.195	-0.195	-0.195	-0.195	-0.195
		V <sub>z</sub> <sub>máx</sub>	0.201	0.201	0.201	0.201	0.201
		M <sub>t</sub> <sub>mín</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M <sub>t</sub> <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M <sub>y</sub> <sub>mín</sub>	-0.18	-0.14	-0.10	-0.07	-0.06
		M <sub>y</sub> <sub>máx</sub>	0.14	0.10	0.06	0.02	-0.01
		M <sub>z</sub> <sub>mín</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00



Envolventes de los esfuerzos en barras							
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.000 m	0.230 m	0.460 m	0.691 m	0.921 m
		Mz <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Envolventes de los esfuerzos en barras					
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra		
			0.000 m	0.050 m	0.100 m
N50/N43	Acero conformado	N <sub>mín</sub>	-7.260	-7.258	-7.257
		N <sub>máx</sub>	6.460	6.461	6.462
		V <sub>y</sub> <sub>mín</sub>	0.000	0.000	0.000
		V <sub>y</sub> <sub>máx</sub>	0.000	0.000	0.000
		V <sub>z</sub> <sub>mín</sub>	-14.050	-14.050	-14.050
		V <sub>z</sub> <sub>máx</sub>	9.494	9.494	9.494
		M <sub>t</sub> <sub>mín</sub>	0.00	0.00	0.00
		M <sub>t</sub> <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00
		M <sub>y</sub> <sub>mín</sub>	-0.14	-0.48	-0.95
		M <sub>y</sub> <sub>máx</sub>	0.03	0.60	1.30
		M <sub>z</sub> <sub>mín</sub>	0.00	0.00	0.00
		M <sub>z</sub> <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00

Envolventes de los esfuerzos en barras					
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra		
			0.000 m	0.050 m	0.100 m
N46/N49	Acero conformado	N <sub>mín</sub>	-17.098	-17.097	-17.095
		N <sub>máx</sub>	20.752	20.754	20.755
		V <sub>y</sub> <sub>mín</sub>	-0.148	-0.148	-0.148
		V <sub>y</sub> <sub>máx</sub>	0.233	0.233	0.233
		V <sub>z</sub> <sub>mín</sub>	-13.744	-13.744	-13.744
		V <sub>z</sub> <sub>máx</sub>	9.189	9.189	9.189
		M <sub>t</sub> <sub>mín</sub>	0.00	0.00	0.00
		M <sub>t</sub> <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00
		M <sub>y</sub> <sub>mín</sub>	-1.22	-0.54	-0.14
		M <sub>y</sub> <sub>máx</sub>	0.79	0.33	0.16
		M <sub>z</sub> <sub>mín</sub>	-0.01	0.00	0.00
		M <sub>z</sub> <sub>máx</sub>	0.04	0.02	0.01

Envolventes de los esfuerzos en barras												
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	0.209 m	0.627 m	0.836 m	1.045 m	1.254 m	1.673 m	1.882 m	2.091 m	
N49/N71	Acero conformado	N <sub>mín</sub>	-13.441	-13.435	-13.423	-13.417	-13.411	-13.406	-13.394	-13.388	-13.382	
		N <sub>máx</sub>	15.394	15.398	15.407	15.411	15.416	15.420	15.429	15.433	15.438	
		V <sub>y</sub> <sub>mín</sub>	-0.017	-0.017	-0.017	-0.017	-0.017	-0.017	-0.017	-0.017	-0.017	-0.017
		V <sub>y</sub> <sub>máx</sub>	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010
		V <sub>z</sub> <sub>mín</sub>	-0.107	-0.107	-0.107	-0.107	-0.107	-0.107	-0.107	-0.107	-0.107	-0.107
		V <sub>z</sub> <sub>máx</sub>	0.114	0.114	0.114	0.114	0.114	0.114	0.114	0.114	0.114	0.114
		M <sub>t</sub> <sub>mín</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M <sub>t</sub> <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M <sub>y</sub> <sub>mín</sub>	-0.08	-0.06	-0.01	0.00	-0.03	-0.05	-0.10	-0.12	-0.14	
		M <sub>y</sub> <sub>máx</sub>	0.09	0.07	0.02	0.01	0.03	0.05	0.10	0.12	0.14	
		M <sub>z</sub> <sub>mín</sub>	-0.01	-0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.01	-0.01	-0.01	
		M <sub>z</sub> <sub>máx</sub>	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.02	0.02	

**ANEJO VI**

Envolventes de los esfuerzos en barras					
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra		
			0.000 m	0.050 m	0.100 m
N71/N45	Acero conformado	N <sub>mín</sub>	-13.522	-13.521	-13.519
		N <sub>máx</sub>	15.668	15.669	15.670
		V <sub>y</sub> <sub>mín</sub>	-0.299	-0.299	-0.299
		V <sub>y</sub> <sub>máx</sub>	0.220	0.220	0.220
		V <sub>z</sub> <sub>mín</sub>	-0.107	-0.107	-0.107
		V <sub>z</sub> <sub>máx</sub>	0.114	0.114	0.114
		M <sub>t</sub> <sub>mín</sub>	0.00	0.00	0.00
		M <sub>t</sub> <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00
		M <sub>y</sub> <sub>mín</sub>	-0.15	-0.15	-0.16
		M <sub>y</sub> <sub>máx</sub>	0.14	0.15	0.15
		M <sub>z</sub> <sub>mín</sub>	-0.03	-0.02	0.00
		M <sub>z</sub> <sub>máx</sub>	0.02	0.01	0.00

Envolventes de los esfuerzos en barras												
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	0.196 m	0.587 m	0.783 m	1.174 m	1.565 m	1.761 m	2.152 m	2.348 m	
N49/N50	Acero conformado	N <sub>mín</sub>	-9.946	-9.944	-9.941	-9.939	-9.936	-9.933	-9.931	-9.927	-9.926	
		N <sub>máx</sub>	14.810	14.811	14.813	14.815	14.817	14.820	14.821	14.823	14.825	
		V <sub>y</sub> <sub>mín</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V <sub>y</sub> <sub>máx</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V <sub>z</sub> <sub>mín</sub>	-0.071	-0.066	-0.057	-0.052	-0.043	-0.036	-0.033	-0.026	-0.023	
		V <sub>z</sub> <sub>máx</sub>	0.054	0.057	0.064	0.067	0.074	0.083	0.088	0.097	0.101	
		M <sub>t</sub> <sub>mín</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
		M <sub>t</sub> <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
		M <sub>y</sub> <sub>mín</sub>	-0.06	-0.04	-0.02	-0.01	0.00	-0.04	-0.05	-0.09	-0.11	
		M <sub>y</sub> <sub>máx</sub>	0.07	0.06	0.03	0.02	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	
		M <sub>z</sub> <sub>mín</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
		M <sub>z</sub> <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	

Envolventes de los esfuerzos en barras							
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.000 m	0.175 m	0.350 m	0.525 m	0.700 m
N51/N53	Acero conformado	N <sub>mín</sub>	0.191	0.195	0.198	0.201	0.204
		N <sub>máx</sub>	0.619	0.623	0.627	0.632	0.636
		V <sub>y</sub> <sub>mín</sub>	-0.067	-0.067	-0.067	-0.067	-0.067
		V <sub>y</sub> <sub>máx</sub>	-0.021	-0.021	-0.021	-0.021	-0.021
		V <sub>z</sub> <sub>mín</sub>	-4.916	-4.911	-4.905	-4.900	-4.894
		V <sub>z</sub> <sub>máx</sub>	4.216	4.224	4.231	4.239	4.246
		M <sub>t</sub> <sub>mín</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M <sub>t</sub> <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M <sub>y</sub> <sub>mín</sub>	0.00	-0.74	-1.48	-2.22	-2.96
		M <sub>y</sub> <sub>máx</sub>	0.00	0.86	1.72	2.58	3.43
		M <sub>z</sub> <sub>mín</sub>	-0.06	-0.05	-0.04	-0.03	-0.02
		M <sub>z</sub> <sub>máx</sub>	-0.02	-0.02	-0.01	-0.01	0.00

Envolventes de los esfuerzos en barras							
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.000 m	0.207 m	0.414 m	0.621 m	0.828 m
N53/N57	Acero conformado	N <sub>mín</sub>	-6.881	-6.876	-6.871	-6.866	-6.861
		N <sub>máx</sub>	4.033	4.037	4.041	4.045	4.048

**ANEJO VI**

Envoltentes de los esfuerzos en barras							
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.000 m	0.207 m	0.414 m	0.621 m	0.828 m
		V <sub>y</sub> min	-0.066	-0.066	-0.066	-0.066	-0.066
		V <sub>y</sub> máx	-0.017	-0.017	-0.017	-0.017	-0.017
		V <sub>z</sub> min	-4.084	-4.075	-4.067	-4.058	-4.049
		V <sub>z</sub> máx	4.593	4.599	4.606	4.612	4.619
		M <sub>t</sub> min	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M <sub>t</sub> máx	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M <sub>y</sub> min	-2.25	-1.41	-0.56	-0.41	-1.36
		M <sub>y</sub> máx	2.45	1.50	0.54	0.28	1.12
		M <sub>z</sub> min	-0.02	0.00	0.00	0.00	0.01
		M <sub>z</sub> máx	0.00	0.00	0.01	0.03	0.04

Envoltentes de los esfuerzos en barras							
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.000 m	0.221 m	0.442 m	0.663 m	0.884 m
N57/N58	Acero conformado	N <sub>min</sub>	-6.414	-6.409	-6.403	-6.398	-6.394
		N <sub>máx</sub>	4.242	4.246	4.250	4.253	4.259
		V <sub>y</sub> min	-0.100	-0.100	-0.100	-0.100	-0.100
		V <sub>y</sub> máx	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008
		V <sub>z</sub> min	-0.360	-0.350	-0.341	-0.334	-0.328
		V <sub>z</sub> máx	0.220	0.227	0.235	0.244	0.254
		M <sub>t</sub> min	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M <sub>t</sub> máx	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M <sub>y</sub> min	-1.36	-1.29	-1.21	-1.14	-1.06
		M <sub>y</sub> máx	1.12	1.07	1.02	0.96	0.91
		M <sub>z</sub> min	-0.03	-0.02	-0.01	-0.01	-0.01
		M <sub>z</sub> máx	0.00	0.00	0.01	0.04	0.06

Envoltentes de los esfuerzos en barras							
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.000 m	0.207 m	0.414 m	0.621 m	0.828 m
N58/N55	Acero conformado	N <sub>min</sub>	-6.193	-6.189	-6.185	-6.182	-6.178
		N <sub>máx</sub>	4.698	4.703	4.709	4.714	4.719
		V <sub>y</sub> min	-0.111	-0.111	-0.111	-0.111	-0.111
		V <sub>y</sub> máx	0.101	0.101	0.101	0.101	0.101
		V <sub>z</sub> min	-5.302	-5.295	-5.289	-5.282	-5.276
		V <sub>z</sub> máx	4.518	4.527	4.536	4.545	4.554
		M <sub>t</sub> min	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M <sub>t</sub> máx	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M <sub>y</sub> min	-1.06	-0.03	-0.97	-1.91	-2.85
		M <sub>y</sub> máx	0.91	0.04	1.13	2.22	3.32
		M <sub>z</sub> min	-0.05	-0.03	-0.02	-0.04	-0.06
		M <sub>z</sub> máx	0.02	0.00	0.00	0.02	0.04

Envoltentes de los esfuerzos en barras							
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.000 m	0.175 m	0.350 m	0.525 m	0.700 m
N55/N52	Acero conformado	N <sub>min</sub>	-0.637	-0.633	-0.628	-0.624	-0.620
		N <sub>máx</sub>	-0.204	-0.201	-0.198	-0.195	-0.192

**ANEJO VI**

Envolventes de los esfuerzos en barras							
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.000 m	0.175 m	0.350 m	0.525 m	0.700 m
		V <sub>y</sub> min	-0.148	-0.148	-0.148	-0.148	-0.148
		V <sub>y</sub> máx	0.033	0.033	0.033	0.033	0.033
		V <sub>z</sub> min	-4.248	-4.241	-4.233	-4.226	-4.218
		V <sub>z</sub> máx	4.896	4.902	4.908	4.913	4.919
		M <sub>t</sub> min	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M <sub>t</sub> máx	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M <sub>y</sub> min	-2.96	-2.22	-1.48	-0.74	0.00
		M <sub>y</sub> máx	3.44	2.58	1.72	0.86	0.00
		M <sub>z</sub> min	-0.06	-0.04	-0.02	0.00	0.02
		M <sub>z</sub> máx	0.05	0.04	0.05	0.05	0.07

Envolventes de los esfuerzos en barras							
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.000 m	0.230 m	0.460 m	0.691 m	0.921 m
N54/N60	Acero conformado	N <sub>min</sub>	-3.295	-3.289	-3.282	-3.276	-3.269
		N <sub>máx</sub>	0.787	0.791	0.796	0.801	0.806
		V <sub>y</sub> min	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002
		V <sub>y</sub> máx	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
		V <sub>z</sub> min	-0.150	-0.150	-0.150	-0.150	-0.150
		V <sub>z</sub> máx	0.152	0.152	0.152	0.152	0.152
		M <sub>t</sub> min	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M <sub>t</sub> máx	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M <sub>y</sub> min	-0.14	-0.11	-0.08	-0.05	-0.05
		M <sub>y</sub> máx	0.11	0.07	0.04	0.02	0.00
		M <sub>z</sub> min	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M <sub>z</sub> máx	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Envolventes de los esfuerzos en barras					
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra		
			0.000 m	0.050 m	0.100 m
N60/N53	Acero conformado	N <sub>min</sub>	-5.561	-5.559	-5.558
		N <sub>máx</sub>	4.803	4.804	4.805
		V <sub>y</sub> min	-0.002	-0.002	-0.002
		V <sub>y</sub> máx	0.002	0.002	0.002
		V <sub>z</sub> min	-10.675	-10.675	-10.675
		V <sub>z</sub> máx	7.059	7.059	7.059
		M <sub>t</sub> min	0.00	0.00	0.00
		M <sub>t</sub> máx	0.00	0.00	0.00
		M <sub>y</sub> min	-0.11	-0.36	-0.71
		M <sub>y</sub> máx	0.02	0.45	0.98
		M <sub>z</sub> min	0.00	0.00	0.00
M <sub>z</sub> máx	0.00	0.00	0.00		

Envolventes de los esfuerzos en barras					
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra		
			0.000 m	0.050 m	0.100 m
N56/N59	Acero conformado	N <sub>min</sub>	-13.027	-13.025	-13.024
		N <sub>máx</sub>	15.722	15.723	15.724

**ANEJO VI**

Envolventes de los esfuerzos en barras					
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra		
			0.000 m	0.050 m	0.100 m
		V <sub>y</sub> min	-0.310	-0.310	-0.310
		V <sub>y</sub> máx	0.247	0.247	0.247
		V <sub>z</sub> min	-10.484	-10.484	-10.484
		V <sub>z</sub> máx	6.872	6.872	6.872
		M <sub>t</sub> min	0.00	0.00	0.00
		M <sub>t</sub> máx	0.00	0.00	0.00
		M <sub>y</sub> min	-0.94	-0.41	-0.10
		M <sub>y</sub> máx	0.59	0.25	0.12
		M <sub>z</sub> min	-0.04	-0.02	-0.01
		M <sub>z</sub> máx	0.02	0.00	-0.01

Envolventes de los esfuerzos en barras												
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	0.209 m	0.627 m	0.836 m	1.045 m	1.254 m	1.673 m	1.882 m	2.091 m	
N59/N72	Acero conformado	N <sub>min</sub>	-10.206	-10.200	-10.188	-10.182	-10.176	-10.170	-10.159	-10.153	-10.147	
		N <sub>máx</sub>	11.577	11.581	11.590	11.594	11.598	11.603	11.611	11.616	11.620	
		V <sub>y</sub> min	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005
		V <sub>y</sub> máx	0.013	0.013	0.013	0.013	0.013	0.013	0.013	0.013	0.013	0.013
		V <sub>z</sub> min	-0.081	-0.081	-0.081	-0.081	-0.081	-0.081	-0.081	-0.081	-0.081	-0.081
		V <sub>z</sub> máx	0.087	0.087	0.087	0.087	0.087	0.087	0.087	0.087	0.087	0.087
		M <sub>t</sub> min	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M <sub>t</sub> máx	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M <sub>y</sub> min	-0.06	-0.04	-0.01	0.00	-0.02	-0.04	-0.07	-0.09	-0.11	-0.11
		M <sub>y</sub> máx	0.07	0.05	0.02	0.01	0.02	0.04	0.07	0.09	0.11	0.11
		M <sub>z</sub> min	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.02
		M <sub>z</sub> máx	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01

Envolventes de los esfuerzos en barras					
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra		
			0.000 m	0.050 m	0.100 m
N72/N55	Acero conformado	N <sub>min</sub>	-10.213	-10.211	-10.210
		N <sub>máx</sub>	11.794	11.795	11.796
		V <sub>y</sub> min	-0.120	-0.120	-0.120
		V <sub>y</sub> máx	0.224	0.224	0.224
		V <sub>z</sub> min	-0.081	-0.081	-0.081
		V <sub>z</sub> máx	0.087	0.087	0.087
		M <sub>t</sub> min	0.00	0.00	0.00
		M <sub>t</sub> máx	0.00	0.00	0.00
		M <sub>y</sub> min	-0.11	-0.12	-0.12
		M <sub>y</sub> máx	0.11	0.11	0.12
		M <sub>z</sub> min	-0.01	-0.01	0.00
		M <sub>z</sub> máx	0.02	0.01	0.00

Envolventes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.196 m	0.587 m	0.783 m	1.174 m	1.565 m	1.761 m	2.152 m	2.348 m
N59/N60	Acero conformado	N <sub>min</sub>	-7.430	-7.428	-7.425	-7.423	-7.420	-7.416	-7.414	-7.412	-7.411
		N <sub>máx</sub>	11.283	11.284	11.287	11.288	11.291	11.293	11.294	11.298	11.299
		V <sub>y</sub> min	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V <sub>y</sub> máx	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V <sub>z</sub> min	-0.060	-0.055	-0.046	-0.041	-0.032	-0.025	-0.022	-0.015	-0.012
		V <sub>z</sub> máx									



**ANEJO VI**

Envolventes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.196 m	0.587 m	0.783 m	1.174 m	1.565 m	1.761 m	2.152 m	2.348 m
		Vz <sub>máx</sub>	0.036	0.040	0.046	0.050	0.057	0.066	0.070	0.079	0.084
		Mt <sub>mín</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mt <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My <sub>mín</sub>	-0.05	-0.03	-0.02	-0.01	0.00	-0.03	-0.04	-0.07	-0.08
		My <sub>máx</sub>	0.05	0.04	0.03	0.02	0.01	0.02	0.02	0.03	0.03
		Mz <sub>mín</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Envolventes de los esfuerzos en barras							
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.000 m	0.250 m	0.500 m	0.750 m	1.000 m
N62/N2	Acero conformado	N <sub>mín</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		N <sub>máx</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy <sub>mín</sub>	0.000	0.019	0.038	0.057	0.076
		Vy <sub>máx</sub>	0.000	0.061	0.123	0.184	0.246
		Vz <sub>mín</sub>	0.000	-0.508	-1.016	-1.524	-2.032
		Vz <sub>máx</sub>	0.000	0.436	0.871	1.307	1.743
		Mt <sub>mín</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mt <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My <sub>mín</sub>	0.00	-0.05	-0.22	-0.49	-0.87
		My <sub>máx</sub>	0.00	0.06	0.25	0.57	1.02
		Mz <sub>mín</sub>	0.00	-0.01	-0.03	-0.07	-0.12
		Mz <sub>máx</sub>	0.00	0.00	-0.01	-0.02	-0.04

Envolventes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.384 m	0.767 m	1.151 m	1.535 m	1.919 m	2.302 m	2.686 m	3.070 m
N2/N12	Acero conformado	N <sub>mín</sub>	-0.148	-0.148	-0.148	-0.148	-0.148	-0.148	-0.148	-0.148	-0.148
		N <sub>máx</sub>	0.033	0.033	0.033	0.033	0.033	0.033	0.033	0.033	0.033
		Vy <sub>mín</sub>	-0.374	-0.280	-0.186	-0.091	0.000	0.030	0.059	0.088	0.117
		Vy <sub>máx</sub>	-0.116	-0.087	-0.057	-0.028	0.002	0.097	0.191	0.286	0.380
		Vz <sub>mín</sub>	-2.476	-1.807	-1.138	-0.469	-0.232	-1.012	-1.792	-2.572	-3.351
		Vz <sub>máx</sub>	2.887	2.107	1.327	0.547	0.199	0.868	1.537	2.205	2.874
		Mt <sub>mín</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mt <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My <sub>mín</sub>	-0.87	-0.05	-0.60	-0.96	-1.02	-0.78	-0.24	-0.51	-1.48
		My <sub>máx</sub>	1.02	0.06	0.52	0.82	0.88	0.67	0.21	0.59	1.73
		Mz <sub>mín</sub>	-0.19	-0.06	0.00	0.02	0.03	0.02	0.00	-0.07	-0.20
		Mz <sub>máx</sub>	-0.05	-0.02	0.03	0.08	0.10	0.08	0.02	-0.02	-0.06

Envolventes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.384 m	0.768 m	1.151 m	1.535 m	1.919 m	2.303 m	2.686 m	3.070 m
N12/N22	Acero conformado	N <sub>mín</sub>	-0.107	-0.107	-0.107	-0.107	-0.107	-0.107	-0.107	-0.107	-0.107
		N <sub>máx</sub>	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016
		Vy <sub>mín</sub>	-0.379	-0.285	-0.191	-0.097	-0.003	0.026	0.055	0.084	0.114
		Vy <sub>máx</sub>	-0.112	-0.083	-0.054	-0.025	0.004	0.096	0.190	0.285	0.379
		Vz <sub>mín</sub>	-2.719	-2.050	-1.382	-0.713	-0.044	-0.728	-1.508	-2.288	-3.067
		Vz <sub>máx</sub>	3.171	2.391	1.611	0.831	0.052	0.624	1.293	1.962	2.631
		Mt <sub>mín</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mt <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My <sub>mín</sub>	-1.48	-0.57	-0.11	-0.57	-0.74	-0.61	-0.18	-0.47	-1.35
		My <sub>máx</sub>	1.73	0.66	0.09	0.49	0.64	0.53	0.16	0.54	1.57

**ANEJO VI**

Envolventes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.384 m	0.768 m	1.151 m	1.535 m	1.919 m	2.303 m	2.686 m	3.070 m
		Mz <sub>min</sub>	-0.20	-0.07	0.00	0.02	0.03	0.02	0.01	-0.07	-0.19
		Mz <sub>máx</sub>	-0.05	-0.01	0.03	0.08	0.10	0.08	0.02	-0.02	-0.06

Envolventes de los esfuerzos en barras												
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	0.384 m	0.768 m	1.151 m	1.535 m	1.919 m	2.303 m	2.686 m	3.070 m	
N22/N32	Acero conformado	N <sub>min</sub>	-0.109	-0.109	-0.109	-0.109	-0.109	-0.109	-0.109	-0.109	-0.109	-0.109
		N <sub>máx</sub>	0.019	0.019	0.019	0.019	0.019	0.019	0.019	0.019	0.019	0.019
		Vy <sub>min</sub>	-0.377	-0.283	-0.188	-0.094	0.000	0.029	0.058	0.087	0.117	
		Vy <sub>máx</sub>	-0.117	-0.087	-0.058	-0.029	0.000	0.094	0.188	0.283	0.377	
		Vz <sub>min</sub>	-2.675	-2.006	-1.337	-0.669	0.000	-0.780	-1.559	-2.339	-3.119	
		Vz <sub>máx</sub>	3.119	2.339	1.559	0.780	0.000	0.669	1.337	2.006	2.675	
		Mt <sub>min</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mt <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My <sub>min</sub>	-1.35	-0.45	-0.22	-0.67	-0.82	-0.67	-0.22	-0.45	-1.35	
		My <sub>máx</sub>	1.57	0.52	0.19	0.58	0.71	0.58	0.19	0.52	1.57	
		Mz <sub>min</sub>	-0.19	-0.07	0.01	0.02	0.03	0.02	0.01	-0.07	-0.19	
		Mz <sub>máx</sub>	-0.06	-0.02	0.02	0.08	0.10	0.08	0.02	-0.02	-0.06	

Envolventes de los esfuerzos en barras												
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	0.384 m	0.768 m	1.151 m	1.535 m	1.919 m	2.303 m	2.686 m	3.070 m	
N32/N42	Acero conformado	N <sub>min</sub>	-0.107	-0.107	-0.107	-0.107	-0.107	-0.107	-0.107	-0.107	-0.107	-0.107
		N <sub>máx</sub>	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016
		Vy <sub>min</sub>	-0.379	-0.285	-0.190	-0.096	-0.004	0.025	0.054	0.083	0.112	
		Vy <sub>máx</sub>	-0.114	-0.084	-0.055	-0.026	0.003	0.097	0.191	0.285	0.379	
		Vz <sub>min</sub>	-2.631	-1.962	-1.293	-0.624	-0.052	-0.831	-1.611	-2.391	-3.171	
		Vz <sub>máx</sub>	3.067	2.288	1.508	0.728	0.044	0.713	1.382	2.050	2.719	
		Mt <sub>min</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mt <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My <sub>min</sub>	-1.35	-0.47	-0.18	-0.61	-0.74	-0.57	-0.11	-0.57	-1.48	
		My <sub>máx</sub>	1.57	0.54	0.16	0.53	0.64	0.49	0.09	0.66	1.73	
		Mz <sub>min</sub>	-0.19	-0.07	0.01	0.02	0.03	0.02	0.00	-0.07	-0.20	
		Mz <sub>máx</sub>	-0.06	-0.02	0.02	0.08	0.10	0.08	0.03	-0.01	-0.05	

Envolventes de los esfuerzos en barras												
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	0.384 m	0.768 m	1.151 m	1.535 m	1.919 m	2.303 m	2.686 m	3.070 m	
N42/N52	Acero conformado	N <sub>min</sub>	-0.148	-0.148	-0.148	-0.148	-0.148	-0.148	-0.148	-0.148	-0.148	-0.148
		N <sub>máx</sub>	0.033	0.033	0.033	0.033	0.033	0.033	0.033	0.033	0.033	0.033
		Vy <sub>min</sub>	-0.380	-0.286	-0.191	-0.097	-0.002	0.028	0.057	0.087	0.116	
		Vy <sub>máx</sub>	-0.117	-0.088	-0.059	-0.030	0.000	0.091	0.186	0.280	0.374	
		Vz <sub>min</sub>	-2.874	-2.205	-1.537	-0.868	-0.199	-0.547	-1.327	-2.107	-2.887	
		Vz <sub>máx</sub>	3.351	2.572	1.792	1.012	0.232	0.469	1.138	1.807	2.476	
		Mt <sub>min</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mt <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My <sub>min</sub>	-1.48	-0.51	-0.24	-0.78	-1.02	-0.96	-0.60	-0.05	-0.87	
		My <sub>máx</sub>	1.73	0.59	0.21	0.67	0.88	0.82	0.52	0.06	1.02	
		Mz <sub>min</sub>	-0.20	-0.07	0.00	0.02	0.03	0.02	0.00	-0.06	-0.19	
		Mz <sub>máx</sub>	-0.06	-0.02	0.02	0.08	0.10	0.08	0.03	-0.02	-0.05	

Envoltentes de los esfuerzos en barras							
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.000 m	0.250 m	0.500 m	0.750 m	1.000 m
N52/N61	Acero conformado	N <sub>mín</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		N <sub>máx</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V <sub>y</sub> <sub>mín</sub>	-0.246	-0.184	-0.123	-0.061	0.000
		V <sub>y</sub> <sub>máx</sub>	-0.076	-0.057	-0.038	-0.019	0.000
		V <sub>z</sub> <sub>mín</sub>	-1.743	-1.307	-0.871	-0.436	0.000
		V <sub>z</sub> <sub>máx</sub>	2.032	1.524	1.016	0.508	0.000
		M <sub>t</sub> <sub>mín</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M <sub>t</sub> <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M <sub>y</sub> <sub>mín</sub>	-0.87	-0.49	-0.22	-0.05	0.00
		M <sub>y</sub> <sub>máx</sub>	1.02	0.57	0.25	0.06	0.00
		M <sub>z</sub> <sub>mín</sub>	-0.12	-0.07	-0.03	-0.01	0.00
		M <sub>z</sub> <sub>máx</sub>	-0.04	-0.02	-0.01	0.00	0.00

Envoltentes de los esfuerzos en barras							
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.000 m	0.250 m	0.500 m	0.750 m	1.000 m
N63/N8	Acero conformado	N <sub>mín</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		N <sub>máx</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V <sub>y</sub> <sub>mín</sub>	0.000	0.019	0.038	0.058	0.077
		V <sub>y</sub> <sub>máx</sub>	0.000	0.062	0.124	0.186	0.248
		V <sub>z</sub> <sub>mín</sub>	0.000	-0.514	-1.028	-1.542	-2.056
		V <sub>z</sub> <sub>máx</sub>	0.000	0.441	0.881	1.322	1.763
		M <sub>t</sub> <sub>mín</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M <sub>t</sub> <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M <sub>y</sub> <sub>mín</sub>	0.00	-0.05	-0.22	-0.50	-0.88
		M <sub>y</sub> <sub>máx</sub>	0.00	0.06	0.26	0.58	1.03
		M <sub>z</sub> <sub>mín</sub>	0.00	-0.01	-0.03	-0.07	-0.12
		M <sub>z</sub> <sub>máx</sub>	0.00	0.00	-0.01	-0.02	-0.04

Envoltentes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.384 m	0.767 m	1.151 m	1.535 m	1.919 m	2.302 m	2.686 m	3.070 m
N8/N18	Acero conformado	N <sub>mín</sub>	-0.174	-0.174	-0.174	-0.174	-0.174	-0.174	-0.174	-0.174	-0.174
		N <sub>máx</sub>	0.096	0.096	0.096	0.096	0.096	0.096	0.096	0.096	0.096
		V <sub>y</sub> <sub>mín</sub>	-0.381	-0.286	-0.190	-0.095	-0.002	0.028	0.057	0.087	0.116
		V <sub>y</sub> <sub>máx</sub>	-0.117	-0.088	-0.058	-0.029	0.000	0.097	0.192	0.287	0.382
		V <sub>z</sub> <sub>mín</sub>	-2.502	-1.825	-1.149	-0.472	-0.238	-1.027	-1.816	-2.605	-3.394
		V <sub>z</sub> <sub>máx</sub>	2.918	2.129	1.340	0.551	0.204	0.880	1.557	2.233	2.910
		M <sub>t</sub> <sub>mín</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M <sub>t</sub> <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M <sub>y</sub> <sub>mín</sub>	-0.88	-0.05	-0.61	-0.97	-1.03	-0.79	-0.24	-0.52	-1.51
		M <sub>y</sub> <sub>máx</sub>	1.03	0.06	0.52	0.83	0.88	0.67	0.21	0.61	1.76
		M <sub>z</sub> <sub>mín</sub>	-0.19	-0.07	0.01	0.02	0.03	0.02	0.01	-0.07	-0.20
		M <sub>z</sub> <sub>máx</sub>	-0.06	-0.02	0.03	0.08	0.10	0.08	0.03	-0.02	-0.06

Envoltentes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.384 m	0.768 m	1.151 m	1.535 m	1.919 m	2.303 m	2.686 m	3.070 m
N18/N28	Acero conformado	N <sub>mín</sub>	-0.071	-0.071	-0.071	-0.071	-0.071	-0.071	-0.071	-0.071	-0.071
		N <sub>máx</sub>	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048
		V <sub>y</sub> <sub>mín</sub>	-0.382	-0.287	-0.191	-0.096	-0.002	0.028	0.057	0.087	0.116



**ANEJO VI**

Envolventes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.384 m	0.768 m	1.151 m	1.535 m	1.919 m	2.303 m	2.686 m	3.070 m
		Vy <sup>máx</sup>	-0.118	-0.088	-0.059	-0.029	0.000	0.095	0.191	0.286	0.381
		Vz <sup>mín</sup>	-2.754	-2.077	-1.401	-0.724	-0.047	-0.733	-1.522	-2.311	-3.100
		Vz <sup>máx</sup>	3.212	2.423	1.634	0.845	0.056	0.629	1.305	1.982	2.658
		Mt <sup>mín</sup>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mt <sup>máx</sup>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My <sup>mín</sup>	-1.51	-0.58	-0.10	-0.58	-0.75	-0.62	-0.19	-0.47	-1.36
		My <sup>máx</sup>	1.76	0.68	0.09	0.49	0.64	0.53	0.16	0.55	1.59
		Mz <sup>mín</sup>	-0.20	-0.07	0.00	0.02	0.03	0.02	0.01	-0.07	-0.20
		Mz <sup>máx</sup>	-0.06	-0.02	0.02	0.08	0.10	0.08	0.02	-0.02	-0.06

Envolventes de los esfuerzos en barras												
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	0.384 m	0.768 m	1.151 m	1.535 m	1.919 m	2.303 m	2.686 m	3.070 m	
N28/N38	Acero conformado	N <sup>mín</sup>	-0.067	-0.067	-0.067	-0.067	-0.067	-0.067	-0.067	-0.067	-0.067	-0.067
		N <sup>máx</sup>	0.042	0.042	0.042	0.042	0.042	0.042	0.042	0.042	0.042	0.042
		Vy <sup>mín</sup>	-0.381	-0.286	-0.191	-0.095	0.000	0.029	0.059	0.088	0.118	0.118
		Vy <sup>máx</sup>	-0.118	-0.088	-0.059	-0.029	0.000	0.095	0.191	0.286	0.381	0.381
		Vz <sup>mín</sup>	-2.706	-2.029	-1.353	-0.676	0.000	-0.789	-1.578	-2.367	-3.156	-3.156
		Vz <sup>máx</sup>	3.156	2.367	1.578	0.789	0.000	0.676	1.353	2.029	2.706	2.706
		Mt <sup>mín</sup>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mt <sup>máx</sup>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My <sup>mín</sup>	-1.36	-0.45	-0.23	-0.68	-0.83	-0.68	-0.23	-0.45	-1.36	-1.36
		My <sup>máx</sup>	1.59	0.53	0.20	0.59	0.72	0.59	0.20	0.53	1.59	1.59
		Mz <sup>mín</sup>	-0.20	-0.07	0.01	0.02	0.03	0.02	0.01	-0.07	-0.20	-0.20
		Mz <sup>máx</sup>	-0.06	-0.02	0.02	0.08	0.10	0.08	0.02	-0.02	-0.06	-0.06

Envolventes de los esfuerzos en barras												
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	0.384 m	0.768 m	1.151 m	1.535 m	1.919 m	2.303 m	2.686 m	3.070 m	
N38/N48	Acero conformado	N <sup>mín</sup>	-0.071	-0.071	-0.071	-0.071	-0.071	-0.071	-0.071	-0.071	-0.071	-0.071
		N <sup>máx</sup>	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048
		Vy <sup>mín</sup>	-0.381	-0.286	-0.191	-0.095	0.000	0.029	0.059	0.088	0.118	0.118
		Vy <sup>máx</sup>	-0.116	-0.087	-0.057	-0.028	0.002	0.096	0.191	0.287	0.382	0.382
		Vz <sup>mín</sup>	-2.658	-1.982	-1.305	-0.629	-0.056	-0.845	-1.634	-2.423	-3.212	-3.212
		Vz <sup>máx</sup>	3.100	2.311	1.522	0.733	0.047	0.724	1.401	2.077	2.754	2.754
		Mt <sup>mín</sup>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mt <sup>máx</sup>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My <sup>mín</sup>	-1.36	-0.47	-0.19	-0.62	-0.75	-0.58	-0.10	-0.58	-1.51	-1.51
		My <sup>máx</sup>	1.59	0.55	0.16	0.53	0.64	0.49	0.09	0.68	1.76	1.76
		Mz <sup>mín</sup>	-0.20	-0.07	0.01	0.02	0.03	0.02	0.00	-0.07	-0.20	-0.20
		Mz <sup>máx</sup>	-0.06	-0.02	0.02	0.08	0.10	0.08	0.02	-0.02	-0.06	-0.06

Envolventes de los esfuerzos en barras												
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	0.384 m	0.768 m	1.151 m	1.535 m	1.919 m	2.303 m	2.686 m	3.070 m	
N48/N58	Acero conformado	N <sup>mín</sup>	-0.174	-0.174	-0.174	-0.174	-0.174	-0.174	-0.174	-0.174	-0.174	-0.174
		N <sup>máx</sup>	0.096	0.096	0.096	0.096	0.096	0.096	0.096	0.096	0.096	0.096
		Vy <sup>mín</sup>	-0.382	-0.287	-0.192	-0.097	0.000	0.029	0.058	0.088	0.117	0.117
		Vy <sup>máx</sup>	-0.116	-0.087	-0.057	-0.028	0.002	0.095	0.190	0.286	0.381	0.381
		Vz <sup>mín</sup>	-2.910	-2.233	-1.557	-0.880	-0.204	-0.551	-1.340	-2.129	-2.918	-2.918
		Vz <sup>máx</sup>	3.394	2.605	1.816	1.027	0.238	0.472	1.149	1.825	2.502	2.502
		Mt <sup>mín</sup>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mt <sup>máx</sup>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My <sup>mín</sup>	-1.51	-0.52	-0.24	-0.79	-1.03	-0.97	-0.61	-0.05	-0.88	-0.88
		My <sup>máx</sup>	1.76	0.61	0.21	0.67	0.88	0.83	0.52	0.06	1.03	1.03

**ANEJO VI**

Envolventes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.384 m	0.768 m	1.151 m	1.535 m	1.919 m	2.303 m	2.686 m	3.070 m
		Mz <sub>min</sub>	-0.20	-0.07	0.01	0.02	0.03	0.02	0.01	-0.07	-0.19
		Mz <sub>max</sub>	-0.06	-0.02	0.03	0.08	0.10	0.08	0.03	-0.02	-0.06

Envolventes de los esfuerzos en barras							
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.000 m	0.250 m	0.500 m	0.750 m	1.000 m
N58/N64	Acero conformado	N <sub>min</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		N <sub>max</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy <sub>min</sub>	-0.248	-0.186	-0.124	-0.062	0.000
		Vy <sub>max</sub>	-0.077	-0.058	-0.038	-0.019	0.000
		Vz <sub>min</sub>	-1.763	-1.322	-0.881	-0.441	0.000
		Vz <sub>max</sub>	2.056	1.542	1.028	0.514	0.000
		Mt <sub>min</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mt <sub>max</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My <sub>min</sub>	-0.88	-0.50	-0.22	-0.05	0.00
		My <sub>max</sub>	1.03	0.58	0.26	0.06	0.00
		Mz <sub>min</sub>	-0.12	-0.07	-0.03	-0.01	0.00
		Mz <sub>max</sub>	-0.04	-0.02	-0.01	0.00	0.00

Envolventes de los esfuerzos en barras							
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.000 m	0.250 m	0.500 m	0.750 m	1.000 m
N65/N7	Acero conformado	N <sub>min</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		N <sub>max</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy <sub>min</sub>	0.000	0.019	0.038	0.058	0.077
		Vy <sub>max</sub>	0.000	0.062	0.124	0.186	0.248
		Vz <sub>min</sub>	0.000	-0.514	-1.028	-1.542	-2.056
		Vz <sub>max</sub>	0.000	0.441	0.881	1.322	1.763
		Mt <sub>min</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mt <sub>max</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My <sub>min</sub>	0.00	-0.05	-0.22	-0.50	-0.88
		My <sub>max</sub>	0.00	0.06	0.26	0.58	1.03
		Mz <sub>min</sub>	0.00	-0.01	-0.03	-0.07	-0.12
		Mz <sub>max</sub>	0.00	0.00	-0.01	-0.02	-0.04

Envolventes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.384 m	0.767 m	1.151 m	1.535 m	1.919 m	2.302 m	2.686 m	3.070 m
N7/N17	Acero conformado	N <sub>min</sub>	-0.031	-0.031	-0.031	-0.031	-0.031	-0.031	-0.031	-0.031	-0.031
		N <sub>max</sub>	0.055	0.055	0.055	0.055	0.055	0.055	0.055	0.055	0.055
		Vy <sub>min</sub>	-0.380	-0.285	-0.190	-0.094	0.000	0.030	0.059	0.089	0.118
		Vy <sub>max</sub>	-0.118	-0.088	-0.059	-0.029	0.000	0.096	0.191	0.287	0.382
		Vz <sub>min</sub>	-2.502	-1.825	-1.149	-0.473	-0.238	-1.027	-1.816	-2.605	-3.394
		Vz <sub>max</sub>	2.918	2.129	1.340	0.551	0.204	0.880	1.557	2.233	2.910
		Mt <sub>min</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mt <sub>max</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My <sub>min</sub>	-0.88	-0.05	-0.61	-0.97	-1.03	-0.79	-0.24	-0.52	-1.51
		My <sub>max</sub>	1.03	0.06	0.52	0.83	0.88	0.67	0.21	0.61	1.76
		Mz <sub>min</sub>	-0.19	-0.07	0.01	0.02	0.03	0.02	0.01	-0.07	-0.20
		Mz <sub>max</sub>	-0.06	-0.02	0.03	0.08	0.10	0.08	0.02	-0.02	-0.06

**ANEJO VI**

Envolventes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.384 m	0.768 m	1.151 m	1.535 m	1.919 m	2.303 m	2.686 m	3.070 m
N17/N27	Acero conformado	N <sub>min</sub>	-0.010	-0.010	-0.010	-0.010	-0.010	-0.010	-0.010	-0.010	-0.010
		N <sub>máx</sub>	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021
		V <sub>ymin</sub>	-0.381	-0.286	-0.191	-0.095	0.000	0.029	0.059	0.088	0.118
		V <sub>ymax</sub>	-0.118	-0.088	-0.059	-0.029	0.000	0.095	0.191	0.286	0.381
		V <sub>zmin</sub>	-2.754	-2.077	-1.401	-0.724	-0.047	-0.734	-1.522	-2.311	-3.100
		V <sub>zmax</sub>	3.211	2.422	1.633	0.844	0.056	0.629	1.305	1.982	2.658
		M <sub>tmin</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M <sub>tmax</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M <sub>ymin</sub>	-1.51	-0.58	-0.10	-0.58	-0.75	-0.62	-0.19	-0.47	-1.36
		M <sub>ymax</sub>	1.76	0.68	0.09	0.49	0.64	0.53	0.16	0.55	1.59
		M <sub>zmin</sub>	-0.20	-0.07	0.01	0.02	0.03	0.02	0.01	-0.07	-0.19
		M <sub>zmax</sub>	-0.06	-0.02	0.02	0.08	0.10	0.08	0.02	-0.02	-0.06

Envolventes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.384 m	0.768 m	1.151 m	1.535 m	1.919 m	2.303 m	2.686 m	3.070 m
N27/N37	Acero conformado	N <sub>min</sub>	-0.007	-0.007	-0.007	-0.007	-0.007	-0.007	-0.007	-0.007	-0.007
		N <sub>máx</sub>	0.019	0.019	0.019	0.019	0.019	0.019	0.019	0.019	0.019
		V <sub>ymin</sub>	-0.381	-0.286	-0.191	-0.095	0.000	0.029	0.059	0.088	0.118
		V <sub>ymax</sub>	-0.118	-0.088	-0.059	-0.029	0.000	0.095	0.191	0.286	0.381
		V <sub>zmin</sub>	-2.706	-2.029	-1.353	-0.676	0.000	-0.789	-1.578	-2.367	-3.156
		V <sub>zmax</sub>	3.156	2.367	1.578	0.789	0.000	0.676	1.353	2.029	2.706
		M <sub>tmin</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M <sub>tmax</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M <sub>ymin</sub>	-1.36	-0.45	-0.23	-0.68	-0.83	-0.68	-0.23	-0.45	-1.36
		M <sub>ymax</sub>	1.59	0.53	0.20	0.59	0.72	0.59	0.20	0.53	1.59
		M <sub>zmin</sub>	-0.20	-0.07	0.01	0.02	0.03	0.02	0.01	-0.07	-0.20
		M <sub>zmax</sub>	-0.06	-0.02	0.02	0.08	0.10	0.08	0.02	-0.02	-0.06

Envolventes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.384 m	0.768 m	1.151 m	1.535 m	1.919 m	2.303 m	2.686 m	3.070 m
N37/N47	Acero conformado	N <sub>min</sub>	-0.010	-0.010	-0.010	-0.010	-0.010	-0.010	-0.010	-0.010	-0.010
		N <sub>máx</sub>	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021
		V <sub>ymin</sub>	-0.381	-0.286	-0.191	-0.095	0.000	0.029	0.059	0.088	0.118
		V <sub>ymax</sub>	-0.118	-0.088	-0.059	-0.029	0.000	0.095	0.191	0.286	0.381
		V <sub>zmin</sub>	-2.658	-1.982	-1.305	-0.629	-0.056	-0.844	-1.633	-2.422	-3.211
		V <sub>zmax</sub>	3.100	2.311	1.522	0.734	0.047	0.724	1.401	2.077	2.754
		M <sub>tmin</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M <sub>tmax</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M <sub>ymin</sub>	-1.36	-0.47	-0.19	-0.62	-0.75	-0.58	-0.10	-0.58	-1.51
		M <sub>ymax</sub>	1.59	0.55	0.16	0.53	0.64	0.49	0.09	0.68	1.76
		M <sub>zmin</sub>	-0.19	-0.07	0.01	0.02	0.03	0.02	0.01	-0.07	-0.20
		M <sub>zmax</sub>	-0.06	-0.02	0.02	0.08	0.10	0.08	0.02	-0.02	-0.06

Envolventes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.384 m	0.768 m	1.151 m	1.535 m	1.919 m	2.303 m	2.686 m	3.070 m
N47/N57	Acero conformado	N <sub>min</sub>	-0.031	-0.031	-0.031	-0.031	-0.031	-0.031	-0.031	-0.031	-0.031
		N <sub>máx</sub>	0.055	0.055	0.055	0.055	0.055	0.055	0.055	0.055	0.055
		V <sub>ymin</sub>	-0.382	-0.287	-0.191	-0.096	0.000	0.029	0.059	0.088	0.118
		V <sub>ymax</sub>	-0.118	-0.089	-0.059	-0.030	0.000	0.094	0.190	0.285	0.380
		V <sub>zmin</sub>	-2.910	-2.233	-1.557	-0.880	-0.204	-0.551	-1.340	-2.129	-2.918
		V <sub>zmax</sub>	3.394	2.605	1.816	1.027	0.238	0.473	1.149	1.825	2.502
		M <sub>tmin</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

**ANEJO VI**

Envoltentes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.384 m	0.768 m	1.151 m	1.535 m	1.919 m	2.303 m	2.686 m	3.070 m
		Mt <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My <sub>mín</sub>	-1.51	-0.52	-0.24	-0.79	-1.03	-0.97	-0.61	-0.05	-0.88
		My <sub>máx</sub>	1.76	0.61	0.21	0.67	0.88	0.83	0.52	0.06	1.03
		Mz <sub>mín</sub>	-0.20	-0.07	0.01	0.02	0.03	0.02	0.01	-0.07	-0.19
		Mz <sub>máx</sub>	-0.06	-0.02	0.02	0.08	0.10	0.08	0.03	-0.02	-0.06

Envoltentes de los esfuerzos en barras							
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.000 m	0.250 m	0.500 m	0.750 m	1.000 m
N57/N66	Acero conformado	N <sub>mín</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		N <sub>máx</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy <sub>mín</sub>	-0.248	-0.186	-0.124	-0.062	0.000
		Vy <sub>máx</sub>	-0.077	-0.058	-0.038	-0.019	0.000
		Vz <sub>mín</sub>	-1.763	-1.322	-0.881	-0.441	0.000
		Vz <sub>máx</sub>	2.056	1.542	1.028	0.514	0.000
		Mt <sub>mín</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mt <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My <sub>mín</sub>	-0.88	-0.50	-0.22	-0.05	0.00
		My <sub>máx</sub>	1.03	0.58	0.26	0.06	0.00
		Mz <sub>mín</sub>	-0.12	-0.07	-0.03	-0.01	0.00
		Mz <sub>máx</sub>	-0.04	-0.02	-0.01	0.00	0.00

Envoltentes de los esfuerzos en barras							
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.000 m	0.250 m	0.500 m	0.750 m	1.000 m
N67/N1	Acero conformado	N <sub>mín</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		N <sub>máx</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy <sub>mín</sub>	0.000	0.019	0.038	0.057	0.076
		Vy <sub>máx</sub>	0.000	0.061	0.123	0.184	0.246
		Vz <sub>mín</sub>	0.000	-0.508	-1.016	-1.524	-2.032
		Vz <sub>máx</sub>	0.000	0.436	0.871	1.307	1.743
		Mt <sub>mín</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mt <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My <sub>mín</sub>	0.00	-0.05	-0.22	-0.49	-0.87
		My <sub>máx</sub>	0.00	0.06	0.25	0.57	1.02
		Mz <sub>mín</sub>	0.00	-0.01	-0.03	-0.07	-0.12
		Mz <sub>máx</sub>	0.00	0.00	-0.01	-0.02	-0.04

Envoltentes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.384 m	0.767 m	1.151 m	1.535 m	1.919 m	2.302 m	2.686 m	3.070 m
N1/N11	Acero conformado	N <sub>mín</sub>	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021
		N <sub>máx</sub>	0.067	0.067	0.067	0.067	0.067	0.067	0.067	0.067	0.067
		Vy <sub>mín</sub>	-0.373	-0.279	-0.185	-0.091	0.001	0.030	0.059	0.089	0.118
		Vy <sub>máx</sub>	-0.115	-0.086	-0.057	-0.028	0.003	0.098	0.192	0.286	0.381
		Vz <sub>mín</sub>	-2.474	-1.805	-1.136	-0.468	-0.235	-1.014	-1.794	-2.574	-3.354
		Vz <sub>máx</sub>	2.884	2.105	1.325	0.545	0.201	0.870	1.539	2.207	2.876
		Mt <sub>mín</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mt <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My <sub>mín</sub>	-0.87	-0.05	-0.60	-0.96	-1.02	-0.78	-0.24	-0.51	-1.49
		My <sub>máx</sub>	1.02	0.06	0.51	0.82	0.87	0.67	0.20	0.60	1.74



**ANEJO VI**

Envolventes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.384 m	0.768 m	1.151 m	1.535 m	1.919 m	2.303 m	2.686 m	3.070 m
		Mz <sub>min</sub>	-0.19	-0.06	0.01	0.03	0.03	0.02	0.01	-0.07	-0.20
		Mz <sub>máx</sub>	-0.06	-0.02	0.03	0.08	0.10	0.08	0.02	-0.02	-0.06

Envolventes de los esfuerzos en barras												
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	0.384 m	0.768 m	1.151 m	1.535 m	1.919 m	2.303 m	2.686 m	3.070 m	
N11/N21	Acero conformado	N <sub>min</sub>	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016
		N <sub>máx</sub>	0.067	0.067	0.067	0.067	0.067	0.067	0.067	0.067	0.067	0.067
		Vy <sub>min</sub>	-0.377	-0.283	-0.189	-0.094	0.000	0.029	0.058	0.087	0.117	0.117
		Vy <sub>máx</sub>	-0.117	-0.088	-0.058	-0.029	0.000	0.094	0.188	0.283	0.377	0.377
		Vz <sub>min</sub>	-2.722	-2.053	-1.384	-0.715	-0.046	-0.725	-1.505	-2.285	-3.064	-3.064
		Vz <sub>máx</sub>	3.174	2.394	1.614	0.834	0.055	0.622	1.291	1.959	2.628	2.628
		Mt <sub>min</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mt <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My <sub>min</sub>	-1.49	-0.57	-0.10	-0.57	-0.74	-0.61	-0.18	-0.47	-1.35	-1.35
		My <sub>máx</sub>	1.74	0.67	0.09	0.49	0.64	0.53	0.16	0.54	1.57	1.57
		Mz <sub>min</sub>	-0.19	-0.07	0.01	0.02	0.03	0.02	0.01	-0.07	-0.19	-0.19
		Mz <sub>máx</sub>	-0.06	-0.02	0.02	0.08	0.10	0.08	0.02	-0.02	-0.06	-0.06

Envolventes de los esfuerzos en barras												
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	0.384 m	0.768 m	1.151 m	1.535 m	1.919 m	2.303 m	2.686 m	3.070 m	
N21/N31	Acero conformado	N <sub>min</sub>	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017
		N <sub>máx</sub>	0.067	0.067	0.067	0.067	0.067	0.067	0.067	0.067	0.067	0.067
		Vy <sub>min</sub>	-0.377	-0.283	-0.188	-0.094	0.000	0.029	0.058	0.087	0.117	0.117
		Vy <sub>máx</sub>	-0.117	-0.087	-0.058	-0.029	0.000	0.094	0.188	0.283	0.377	0.377
		Vz <sub>min</sub>	-2.675	-2.006	-1.337	-0.669	0.000	-0.780	-1.559	-2.339	-3.119	-3.119
		Vz <sub>máx</sub>	3.119	2.339	1.559	0.780	0.000	0.669	1.337	2.006	2.675	2.675
		Mt <sub>min</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mt <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My <sub>min</sub>	-1.35	-0.45	-0.23	-0.68	-0.82	-0.68	-0.23	-0.45	-1.35	-1.35
		My <sub>máx</sub>	1.57	0.52	0.19	0.58	0.71	0.58	0.19	0.52	1.57	1.57
		Mz <sub>min</sub>	-0.19	-0.07	0.01	0.02	0.03	0.02	0.01	-0.07	-0.19	-0.19
		Mz <sub>máx</sub>	-0.06	-0.02	0.02	0.08	0.10	0.08	0.02	-0.02	-0.06	-0.06

Envolventes de los esfuerzos en barras												
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	0.384 m	0.768 m	1.151 m	1.535 m	1.919 m	2.303 m	2.686 m	3.070 m	
N31/N41	Acero conformado	N <sub>min</sub>	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016
		N <sub>máx</sub>	0.067	0.067	0.067	0.067	0.067	0.067	0.067	0.067	0.067	0.067
		Vy <sub>min</sub>	-0.377	-0.283	-0.188	-0.094	0.000	0.029	0.058	0.088	0.117	0.117
		Vy <sub>máx</sub>	-0.117	-0.087	-0.058	-0.029	0.000	0.094	0.189	0.283	0.377	0.377
		Vz <sub>min</sub>	-2.628	-1.959	-1.291	-0.622	-0.055	-0.834	-1.614	-2.394	-3.174	-3.174
		Vz <sub>máx</sub>	3.064	2.285	1.505	0.725	0.046	0.715	1.384	2.053	2.722	2.722
		Mt <sub>min</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mt <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My <sub>min</sub>	-1.35	-0.47	-0.18	-0.61	-0.74	-0.57	-0.10	-0.57	-1.49	-1.49
		My <sub>máx</sub>	1.57	0.54	0.16	0.53	0.64	0.49	0.09	0.67	1.74	1.74
		Mz <sub>min</sub>	-0.19	-0.07	0.01	0.02	0.03	0.02	0.01	-0.07	-0.19	-0.19
		Mz <sub>máx</sub>	-0.06	-0.02	0.02	0.08	0.10	0.08	0.02	-0.02	-0.06	-0.06

Envolventes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.384 m	0.768 m	1.151 m	1.535 m	1.919 m	2.303 m	2.686 m	3.070 m
N41/N51	Acero conformado	N <sub>min</sub>	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021

**ANEJO VI**

Envolventes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.384 m	0.768 m	1.151 m	1.535 m	1.919 m	2.303 m	2.686 m	3.070 m
		N <sub>máx</sub>	0.067	0.067	0.067	0.067	0.067	0.067	0.067	0.067	0.067
		V <sub>y</sub> <sub>mín</sub>	-0.381	-0.286	-0.192	-0.098	-0.003	0.028	0.057	0.086	0.115
		V <sub>y</sub> <sub>máx</sub>	-0.118	-0.089	-0.059	-0.030	-0.001	0.091	0.185	0.279	0.373
		V <sub>z</sub> <sub>mín</sub>	-2.876	-2.207	-1.539	-0.870	-0.201	-0.545	-1.325	-2.105	-2.884
		V <sub>z</sub> <sub>máx</sub>	3.354	2.574	1.794	1.014	0.235	0.468	1.136	1.805	2.474
		M <sub>t</sub> <sub>mín</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M <sub>t</sub> <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M <sub>y</sub> <sub>mín</sub>	-1.49	-0.51	-0.24	-0.78	-1.02	-0.96	-0.60	-0.05	-0.87
		M <sub>y</sub> <sub>máx</sub>	1.74	0.60	0.20	0.67	0.87	0.82	0.51	0.06	1.02
		M <sub>z</sub> <sub>mín</sub>	-0.20	-0.07	0.01	0.02	0.03	0.03	0.01	-0.06	-0.19
		M <sub>z</sub> <sub>máx</sub>	-0.06	-0.02	0.02	0.08	0.10	0.08	0.03	-0.02	-0.06

Envolventes de los esfuerzos en barras							
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra				
			0.000 m	0.250 m	0.500 m	0.750 m	1.000 m
N51/N68	Acero conformado	N <sub>mín</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		N <sub>máx</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V <sub>y</sub> <sub>mín</sub>	-0.246	-0.184	-0.123	-0.061	0.000
		V <sub>y</sub> <sub>máx</sub>	-0.076	-0.057	-0.038	-0.019	0.000
		V <sub>z</sub> <sub>mín</sub>	-1.743	-1.307	-0.871	-0.436	0.000
		V <sub>z</sub> <sub>máx</sub>	2.032	1.524	1.016	0.508	0.000
		M <sub>t</sub> <sub>mín</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M <sub>t</sub> <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M <sub>y</sub> <sub>mín</sub>	-0.87	-0.49	-0.22	-0.05	0.00
		M <sub>y</sub> <sub>máx</sub>	1.02	0.57	0.25	0.06	0.00
		M <sub>z</sub> <sub>mín</sub>	-0.12	-0.07	-0.03	-0.01	0.00
		M <sub>z</sub> <sub>máx</sub>	-0.04	-0.02	-0.01	0.00	0.00

Envolventes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.464 m	0.929 m	1.393 m	1.857 m	2.321 m	2.786 m	3.250 m	3.714 m
N19/N69	Acero conformado	N <sub>mín</sub>	-0.171	-0.169	-0.167	-0.164	-0.162	-0.159	-0.156	-0.154	-0.151
		N <sub>máx</sub>	0.264	0.267	0.271	0.274	0.278	0.281	0.284	0.288	0.291
		V <sub>y</sub> <sub>mín</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V <sub>y</sub> <sub>máx</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V <sub>z</sub> <sub>mín</sub>	-0.024	-0.019	-0.013	-0.008	-0.002	0.001	0.004	0.008	0.012
		V <sub>z</sub> <sub>máx</sub>	-0.012	-0.008	-0.005	-0.001	0.004	0.008	0.013	0.018	0.023
		M <sub>t</sub> <sub>mín</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M <sub>t</sub> <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M <sub>y</sub> <sub>mín</sub>	-0.02	-0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	-0.01	-0.02
		M <sub>y</sub> <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00
		M <sub>z</sub> <sub>mín</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M <sub>z</sub> <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Envolventes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.464 m	0.929 m	1.393 m	1.857 m	2.321 m	2.786 m	3.250 m	3.714 m
N9/N70	Acero conformado	N <sub>mín</sub>	-0.300	-0.296	-0.294	-0.291	-0.288	-0.286	-0.283	-0.281	-0.278
		N <sub>máx</sub>	0.361	0.363	0.367	0.370	0.374	0.377	0.381	0.384	0.387
		V <sub>y</sub> <sub>mín</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V <sub>y</sub> <sub>máx</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V <sub>z</sub> <sub>mín</sub>	-0.024	-0.019	-0.014	-0.009	-0.003	0.000	0.004	0.007	0.011
		V <sub>z</sub> <sub>máx</sub>	-0.011	-0.007	-0.004	0.000	0.005	0.009	0.014	0.019	0.024

Envolventes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.464 m	0.929 m	1.393 m	1.857 m	2.321 m	2.786 m	3.250 m	3.714 m
		Mt <sub>min</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mt <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My <sub>min</sub>	-0.02	-0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	-0.01	-0.02
		My <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00
		Mz <sub>min</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Envolventes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.464 m	0.929 m	1.393 m	1.857 m	2.321 m	2.786 m	3.250 m	3.714 m
N59/N71	Acero conformado	N <sub>min</sub>	-0.300	-0.296	-0.294	-0.291	-0.288	-0.286	-0.283	-0.281	-0.278
		N <sub>máx</sub>	0.361	0.363	0.367	0.370	0.374	0.377	0.381	0.384	0.387
		Vy <sub>min</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy <sub>máx</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz <sub>min</sub>	-0.024	-0.019	-0.014	-0.009	-0.003	0.000	0.004	0.007	0.011
		Vz <sub>máx</sub>	-0.011	-0.007	-0.004	0.000	0.005	0.009	0.014	0.019	0.024
		Mt <sub>min</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mt <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My <sub>min</sub>	-0.02	-0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	-0.01	-0.02
		My <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00
		Mz <sub>min</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Envolventes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.464 m	0.929 m	1.393 m	1.857 m	2.321 m	2.786 m	3.250 m	3.714 m
N49/N72	Acero conformado	N <sub>min</sub>	-0.171	-0.169	-0.167	-0.164	-0.162	-0.159	-0.156	-0.154	-0.151
		N <sub>máx</sub>	0.264	0.267	0.271	0.274	0.278	0.281	0.284	0.288	0.291
		Vy <sub>min</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy <sub>máx</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz <sub>min</sub>	-0.024	-0.019	-0.013	-0.008	-0.002	0.001	0.004	0.008	0.012
		Vz <sub>máx</sub>	-0.012	-0.008	-0.005	-0.001	0.004	0.008	0.013	0.018	0.023
		Mt <sub>min</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mt <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My <sub>min</sub>	-0.02	-0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	-0.01	-0.02
		My <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00
		Mz <sub>min</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz <sub>máx</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

### 2.2.2. Resistencia

Referencias:

N: Esfuerzo axial (kN)

Vy: Esfuerzo cortante según el eje local Y de la barra. (kN)

Vz: Esfuerzo cortante según el eje local Z de la barra. (kN)

Mt: Momento torsor (kN·m)

My: Momento flector en el plano 'XZ' (giro de la sección respecto al eje local 'Y' de la barra). (kN·m)

Mz: Momento flector en el plano 'XY' (giro de la sección respecto al eje local 'Z' de la barra). (kN·m)

Los esfuerzos indicados son los correspondientes a la combinación pésima, es decir, aquella que demanda la máxima resistencia de la sección.

Origen de los esfuerzos pésimos:

- G: Sólo gravitatorias
- GV: Gravitatorias + viento

**ANEJO VI**

- GS: Gravitatorias + sismo
- GVS: Gravitatorias + viento + sismo

$\eta$ : Aprovechamiento de la resistencia. La barra cumple con las condiciones de resistencia de la norma si se cumple que  $\eta \leq 100$  %.

Comprobación de resistencia										
Barra	$\eta$ (%)	Posición (m)	Esfuerzos pésimos						Origen	Estado
			N (kN)	Vy (kN)	Vz (kN)	Mt (kN·m)	My (kN·m)	Mz (kN·m)		
N1/N3	62.85	0.700	0.204	0.021	-4.894	0.00	3.43	0.01	GV	Cumple
N3/N7	50.18	0.000	-6.616	0.017	4.593	0.00	2.45	0.01	GV	Cumple
N7/N8	31.03	0.000	-6.405	0.072	-0.355	0.00	-1.36	0.02	GV	Cumple
N8/N5	69.22	0.828	-6.178	-0.099	-5.276	0.00	3.32	0.06	GV	Cumple
N5/N2	66.74	0.000	-0.204	0.119	4.896	0.00	3.44	0.06	GV	Cumple
N4/N10	8.58	0.000	-3.016	-0.002	0.149	0.00	0.11	0.00	GV	Cumple
N10/N3	48.71	0.100	4.805	0.002	-10.651	0.00	0.98	0.00	GV	Cumple
N6/N9	60.81	0.000	15.624	0.310	-10.415	0.00	-0.92	0.04	GV	Cumple
N9/N69	65.07	2.091	-10.147	-0.013	-0.081	0.00	0.11	0.02	GV	Cumple
N69/N5	20.82	0.000	11.732	-0.222	0.087	0.00	-0.11	-0.02	GV	Cumple
N9/N10	37.34	0.000	-7.430	0.000	-0.060	0.00	-0.05	0.00	GV	Cumple
N11/N13	83.06	0.700	0.247	0.005	-6.505	0.00	4.56	0.00	GV	Cumple
N13/N17	67.65	0.000	-8.691	0.007	6.116	0.00	3.26	0.00	GV	Cumple
N17/N18	41.30	0.000	-8.442	-0.058	-0.463	0.00	-1.81	-0.01	GV	Cumple
N18/N15	90.86	0.828	-8.175	0.160	-7.014	0.00	4.40	-0.08	GV	Cumple
N15/N12	87.49	0.000	-0.242	-0.135	6.500	0.00	4.56	-0.08	GV	Cumple
N14/N20	12.00	0.000	-3.805	0.000	0.198	0.00	0.14	0.00	GV	Cumple
N20/N13	67.15	0.100	6.462	0.000	-14.050	0.00	1.30	0.00	GV	Cumple
N16/N19	85.28	0.000	20.642	-0.232	-13.740	0.00	-1.22	-0.04	GV	Cumple
N19/N70	85.65	2.091	-13.382	0.017	-0.106	0.00	0.14	-0.02	GV	Cumple
N70/N15	27.44	0.000	-13.522	-0.215	-0.106	0.00	0.14	-0.02	GV	Cumple
N19/N20	46.74	0.000	-9.927	0.000	-0.071	0.00	-0.06	0.00	GV	Cumple
N21/N23	78.56	0.700	0.246	0.000	-6.161	0.00	4.32	0.00	GV	Cumple
N23/N27	65.19	0.000	-8.287	0.000	5.788	0.00	3.09	0.00	GV	Cumple
N27/N28	40.05	0.000	-8.036	0.003	-0.443	0.00	-1.72	0.00	GV	Cumple
N28/N25	82.11	0.828	-7.771	-0.003	-6.645	0.00	4.17	0.00	GV	Cumple
N25/N22	78.92	0.000	-0.250	-0.003	6.164	0.00	4.32	0.00	GV	Cumple
N24/N30	11.48	0.000	-3.691	0.000	0.190	0.00	0.13	0.00	GV	Cumple
N30/N23	63.05	0.100	6.081	0.000	-13.364	0.00	1.24	0.00	GV	Cumple
N26/N29	74.44	0.000	19.774	0.000	-13.074	0.00	-1.16	0.00	GV	Cumple
N29/N25	70.17	2.191	-12.818	0.000	-0.102	0.00	0.15	0.00	GV	Cumple
N29/N30	44.80	0.000	-9.369	0.000	-0.068	0.00	-0.05	0.00	GV	Cumple
N31/N33	78.56	0.700	0.246	0.000	-6.161	0.00	4.32	0.00	GV	Cumple
N33/N37	65.19	0.000	-8.287	0.000	5.788	0.00	3.09	0.00	GV	Cumple
N37/N38	40.05	0.000	-8.036	-0.003	-0.443	0.00	-1.72	0.00	GV	Cumple
N38/N35	83.34	0.828	-7.771	0.003	-6.645	0.00	4.17	0.00	GV	Cumple
N35/N32	78.91	0.000	-0.250	0.003	6.164	0.00	4.32	0.00	GV	Cumple
N34/N40	11.48	0.000	-3.691	0.000	0.190	0.00	0.13	0.00	GV	Cumple
N40/N33	63.05	0.100	6.081	0.000	-13.364	0.00	1.24	0.00	GV	Cumple



Comprobación de resistencia										
Barra	$\eta$ (%)	Posición (m)	Esfuerzos p $\acute{e}$ simos						Origen	Estado
			N (kN)	Vy (kN)	Vz (kN)	Mt (kN·m)	My (kN·m)	Mz (kN·m)		
N36/N39	74.44	0.000	19.774	0.000	-13.074	0.00	-1.16	0.00	GV	Cumple
N39/N35	70.17	2.191	-12.818	0.000	-0.102	0.00	0.15	0.00	GV	Cumple
N39/N40	44.80	0.000	-9.369	0.000	-0.068	0.00	-0.05	0.00	GV	Cumple
N41/N43	83.09	0.700	0.247	-0.005	-6.505	0.00	4.56	0.00	GV	Cumple
N43/N47	66.29	0.000	-8.691	-0.007	6.116	0.00	3.26	0.00	GV	Cumple
N47/N48	40.17	0.000	-8.442	0.058	-0.463	0.00	-1.81	0.01	GV	Cumple
N48/N45	92.20	0.828	-8.175	-0.160	-7.014	0.00	4.40	0.08	GV	Cumple
N45/N42	88.82	0.000	-0.242	0.135	6.500	0.00	4.56	0.08	GV	Cumple
N44/N50	12.00	0.000	-3.805	0.000	0.198	0.00	0.14	0.00	GV	Cumple
N50/N43	67.15	0.100	6.462	0.000	-14.050	0.00	1.30	0.00	GV	Cumple
N46/N49	85.36	0.000	20.642	0.232	-13.740	0.00	-1.22	0.04	GV	Cumple
N49/N71	81.08	2.091	-13.382	-0.017	-0.106	0.00	0.14	0.02	GV	Cumple
N71/N45	27.48	0.000	15.668	-0.295	0.113	0.00	-0.14	-0.03	GV	Cumple
N49/N50	46.74	0.000	-9.927	0.000	-0.071	0.00	-0.06	0.00	GV	Cumple
N51/N53	62.77	0.700	0.204	-0.021	-4.894	0.00	3.43	-0.01	GV	Cumple
N53/N57	51.06	0.000	-6.616	-0.017	4.593	0.00	2.45	-0.01	GV	Cumple
N57/N58	31.53	0.000	-6.405	-0.072	-0.355	0.00	-1.36	-0.02	GV	Cumple
N58/N55	68.34	0.828	-6.178	0.099	-5.276	0.00	3.32	-0.06	GV	Cumple
N55/N52	65.77	0.000	-0.204	-0.119	4.896	0.00	3.44	-0.06	GV	Cumple
N54/N60	9.05	0.000	-3.016	0.002	0.149	0.00	0.11	0.00	GV	Cumple
N60/N53	48.71	0.100	4.805	-0.002	-10.651	0.00	0.98	0.00	GV	Cumple
N56/N59	62.92	0.000	15.624	-0.310	-10.415	0.00	-0.92	-0.04	GV	Cumple
N59/N72	68.73	2.091	-10.147	0.013	-0.081	0.00	0.11	-0.02	GV	Cumple
N72/N55	20.42	0.100	-10.210	-0.114	-0.081	0.00	0.12	0.00	GV	Cumple
N59/N60	37.34	0.000	-7.430	0.000	-0.060	0.00	-0.05	0.00	GV	Cumple
N62/N2	52.41	1.000	0.000	0.174	-1.862	0.00	0.93	-0.09	GV	Cumple
N2/N12	88.39	3.070	-0.148	0.269	-3.071	0.00	1.59	-0.14	GV	Cumple
N12/N22	86.75	0.000	-0.020	-0.263	2.905	0.00	1.58	-0.13	GV	Cumple
N22/N32	81.31	0.000	-0.017	-0.267	2.858	0.00	1.44	-0.14	GV	Cumple
N32/N42	86.75	3.070	-0.020	0.263	-2.905	0.00	1.58	-0.13	GV	Cumple
N42/N52	88.39	0.000	-0.148	-0.269	3.071	0.00	1.59	-0.14	GV	Cumple
N52/N61	52.41	0.000	0.000	-0.174	1.862	0.00	0.93	-0.09	GV	Cumple
N63/N8	53.02	1.000	0.000	0.176	-1.884	0.00	0.94	-0.09	GV	Cumple
N8/N18	88.66	3.070	-0.174	0.269	-3.110	0.00	1.61	-0.13	GV	Cumple
N18/N28	89.58	0.000	0.030	-0.272	2.943	0.00	1.61	-0.14	GV	Cumple
N28/N38	82.17	0.000	0.025	-0.270	2.892	0.00	1.45	-0.14	GV	Cumple
N38/N48	89.58	3.070	0.030	0.272	-2.943	0.00	1.61	-0.14	GV	Cumple
N48/N58	88.66	0.000	-0.174	-0.269	3.110	0.00	1.61	-0.13	GV	Cumple
N58/N64	53.02	0.000	0.000	-0.176	1.884	0.00	0.94	-0.09	GV	Cumple
N65/N7	53.02	1.000	0.000	0.176	-1.884	0.00	0.94	-0.09	GV	Cumple
N7/N17	89.21	3.070	0.055	0.271	-3.110	0.00	1.61	-0.14	GV	Cumple
N17/N27	88.93	0.000	-0.004	-0.270	2.943	0.00	1.61	-0.14	GV	Cumple
N27/N37	82.17	0.000	-0.001	-0.270	2.892	0.00	1.45	-0.14	GV	Cumple
N37/N47	88.93	3.070	-0.004	0.270	-2.943	0.00	1.61	-0.14	GV	Cumple
N47/N57	89.21	0.000	0.055	-0.271	3.110	0.00	1.61	-0.14	GV	Cumple
N57/N66	53.02	0.000	0.000	-0.176	1.884	0.00	0.94	-0.09	GV	Cumple
N67/N1	52.41	1.000	0.000	0.174	-1.862	0.00	0.93	-0.09	GV	Cumple

Comprobación de resistencia										
Barra	$\eta$ (%)	Posición (m)	Esfuerzos p $\acute{e}$ simos						Origen	Estado
			N (kN)	Vy (kN)	Vz (kN)	Mt (kN·m)	My (kN·m)	Mz (kN·m)		
N1/N11	88.17	3.070	0.048	0.270	-3.073	0.00	1.59	-0.14	GV	Cumple
N11/N21	88.14	0.000	0.051	-0.267	2.908	0.00	1.59	-0.14	GV	Cumple
N21/N31	81.22	0.000	0.050	-0.267	2.858	0.00	1.44	-0.14	GV	Cumple
N31/N41	88.14	3.070	0.051	0.267	-2.908	0.00	1.59	-0.14	GV	Cumple
N41/N51	88.17	0.000	0.048	-0.270	3.073	0.00	1.59	-0.14	GV	Cumple
N51/N68	52.41	0.000	0.000	-0.174	1.862	0.00	0.93	-0.09	GV	Cumple
N19/N69	21.07	0.000	-0.171	0.000	-0.024	0.00	-0.02	0.00	GV	Cumple
N9/N70	29.76	0.000	-0.300	0.000	-0.024	0.00	-0.02	0.00	GV	Cumple
N59/N71	29.76	0.000	-0.300	0.000	-0.024	0.00	-0.02	0.00	GV	Cumple
N49/N72	21.07	0.000	-0.171	0.000	-0.024	0.00	-0.02	0.00	GV	Cumple

### 2.2.3. Flechas

Referencias:

Pos.: Valor de la coordenada sobre el eje 'X' local del grupo de flecha en el punto donde se produce el valor p $\acute{e}$ simo de la flecha.

L.: Distancia entre dos puntos de corte consecutivos de la deformada con la recta que une los nudos extremos del grupo de flecha.

Flechas								
Grupo	Flecha máxima absoluta xy		Flecha máxima absoluta xz		Flecha activa absoluta xy		Flecha activa absoluta xz	
	Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima relativa xz		Flecha activa relativa xy		Flecha activa relativa xz	
	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)
N1/N2	3.415	0.13	3.240	2.08	3.240	0.25	3.240	4.13
	3.415	L/(>1000)	3.240	L/(>1000)	3.033	L/(>1000)	3.240	L/(>1000)
N4/N3	0.460	0.01	0.460	0.14	0.691	0.01	0.460	0.21
	0.460	L/(>1000)	0.460	L/(>1000)	0.691	L/(>1000)	0.460	L/(>1000)
N6/N5	1.563	0.16	1.563	0.25	1.563	0.24	1.563	0.43
	1.563	L/(>1000)	1.563	L/(>1000)	1.563	L/(>1000)	1.563	L/(>1000)
N9/N10	1.174	0.00	1.761	0.20	0.978	0.00	1.761	0.33
	1.174	L/(>1000)	1.761	L/(>1000)	1.370	L/(>1000)	1.761	L/(>1000)
N11/N12	3.240	0.18	3.240	2.74	3.240	0.32	3.240	5.46
	3.240	L/(>1000)	3.240	L/(>1000)	3.240	L/(>1000)	3.240	L/(>1000)
N14/N13	0.460	0.00	0.460	0.19	0.460	0.00	0.460	0.28
	0.460	L/(>1000)	0.460	L/(>1000)	0.460	L/(>1000)	0.460	L/(>1000)
N16/N15	1.563	0.23	1.563	0.33	1.563	0.34	1.563	0.56
	1.563	L/(>1000)	1.563	L/(>1000)	1.563	L/(>1000)	1.563	L/(>1000)
N19/N20	0.978	0.01	1.761	0.27	0.978	0.01	1.761	0.43
	0.978	L/(>1000)	1.761	L/(>1000)	0.978	L/(>1000)	1.761	L/(>1000)
N21/N22	3.415	0.01	3.240	2.61	3.415	0.01	3.240	5.20
	3.415	L/(>1000)	3.240	L/(>1000)	3.415	L/(>1000)	3.240	L/(>1000)
N24/N23	0.230	0.00	0.460	0.18	0.230	0.00	0.460	0.27
	0.230	L/(>1000)	0.460	L/(>1000)	0.230	L/(>1000)	0.460	L/(>1000)
N26/N25	0.757	0.00	1.633	0.32	0.538	0.00	1.633	0.55
	0.538	L/(>1000)	1.633	L/(>1000)	0.538	L/(>1000)	1.633	L/(>1000)
N29/N30	1.370	0.00	1.761	0.26	1.370	0.00	1.761	0.41
	1.370	L/(>1000)	1.761	L/(>1000)	1.370	L/(>1000)	1.761	L/(>1000)
N31/N32	3.415	0.01	3.240	2.61	3.415	0.01	3.240	5.20
	3.415	L/(>1000)	3.240	L/(>1000)	3.415	L/(>1000)	3.240	L/(>1000)
N34/N33	0.230	0.00	0.460	0.18	0.230	0.00	0.460	0.27

Flechas								
Grupo	Flecha máxima absoluta xy		Flecha máxima absoluta xz		Flecha activa absoluta xy		Flecha activa absoluta xz	
	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)
	0.230	L/(>1000)	0.460	L/(>1000)	0.230	L/(>1000)	0.460	L/(>1000)
N36/N35	0.757 0.538	0.00 L/(>1000)	1.633 1.633	0.32 L/(>1000)	0.538 0.538	0.00 L/(>1000)	1.633 1.633	0.55 L/(>1000)
N39/N40	1.370 1.370	0.00 L/(>1000)	1.761 1.761	0.26 L/(>1000)	1.370 1.370	0.00 L/(>1000)	1.761 1.761	0.41 L/(>1000)
N41/N42	3.240 3.240	0.18 L/(>1000)	3.240 3.240	2.74 L/(>1000)	3.240 3.240	0.32 L/(>1000)	3.240 3.240	5.46 L/(>1000)
N44/N43	0.460 0.460	0.00 L/(>1000)	0.460 0.460	0.19 L/(>1000)	0.460 0.460	0.00 L/(>1000)	0.460 0.460	0.28 L/(>1000)
N46/N45	1.563 1.563	0.23 L/(>1000)	1.563 1.563	0.33 L/(>1000)	1.563 1.563	0.34 L/(>1000)	1.563 1.563	0.56 L/(>1000)
N49/N50	0.978 0.978	0.01 L/(>1000)	1.761 1.761	0.27 L/(>1000)	0.978 0.978	0.01 L/(>1000)	1.761 1.761	0.43 L/(>1000)
N51/N52	3.415 3.415	0.13 L/(>1000)	3.240 3.240	2.08 L/(>1000)	3.240 3.033	0.25 L/(>1000)	3.240 3.240	4.13 L/(>1000)
N54/N53	0.460 0.460	0.01 L/(>1000)	0.460 0.460	0.14 L/(>1000)	0.691 0.691	0.01 L/(>1000)	0.460 0.460	0.21 L/(>1000)
N56/N55	1.563 1.563	0.16 L/(>1000)	1.563 1.563	0.25 L/(>1000)	1.563 1.563	0.24 L/(>1000)	1.563 1.563	0.43 L/(>1000)
N59/N60	1.174 1.174	0.00 L/(>1000)	1.761 1.761	0.20 L/(>1000)	0.978 1.370	0.00 L/(>1000)	1.761 1.761	0.33 L/(>1000)
N62/N61	2.535 10.210	2.06 L/946.6	14.815 14.815	12.14 L/(>1000)	2.535 2.535	1.69 L/(>1000)	2.535 14.815	23.78 L/(>1000)
N63/N64	2.535 4.070	1.84 L/890.3	2.535 2.535	11.83 L/(>1000)	4.070 3.878	1.40 L/(>1000)	2.535 2.535	23.12 L/(>1000)
N65/N66	4.070 4.070	1.65 L/901.5	2.535 2.535	11.85 L/(>1000)	4.070 4.070	1.10 L/(>1000)	2.535 2.535	23.14 L/(>1000)
N67/N68	2.535 4.070	1.94 L/944.0	14.815 14.815	11.71 L/(>1000)	11.745 4.070	1.21 L/(>1000)	14.815 14.815	22.99 L/(>1000)
N19/N69	1.393 1.393	0.11 L/(>1000)	2.089 2.089	0.61 L/(>1000)	1.393 1.393	0.17 L/(>1000)	2.786 2.786	0.29 L/(>1000)
N9/N70	2.554 2.786	0.02 L/(>1000)	2.089 2.089	0.69 L/(>1000)	2.786 2.786	0.04 L/(>1000)	2.786 2.786	0.43 L/(>1000)
N59/N71	2.554 2.786	0.02 L/(>1000)	2.089 2.089	0.69 L/(>1000)	2.786 2.786	0.04 L/(>1000)	2.786 2.786	0.43 L/(>1000)
N49/N72	1.393 1.393	0.11 L/(>1000)	2.089 2.089	0.61 L/(>1000)	1.393 1.393	0.17 L/(>1000)	2.786 2.786	0.29 L/(>1000)

**2.2.4. Comprobaciones E.L.U. (Resumido)**

Barras	COMPROBACIONES (EUROCÓDIGO 3 UNE-EN 1993-1-3: 2012)											Estado	
	b / t	N <sub>t</sub>	N <sub>c</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>	M <sub>y</sub> M <sub>z</sub>	V <sub>y</sub>	V <sub>z</sub>	N <sub>M</sub> M <sub>z</sub>	N <sub>M</sub> M <sub>z</sub>	N <sub>M</sub> M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> V <sub>z</sub>		M <sub>N</sub> M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> V <sub>z</sub>
N1/N3	b / t ≤ (b / t) <sub>Máx</sub> Cumple	x: 0.7 m η = 0.4	N.P.(1)	x: 0.7 m η = 62.4	x: 0 m η = 4.5	x: 0.7 m η = 62.8	η = 0.2	x: 0 m η = 13.4	x: 0.7 m η = 62.7	N.P.(2)	η < 0.1	N.P.(3)	<b>CUMPLE η = 62.8</b>
N3/N7	b / t ≤ (b / t) <sub>Máx</sub> Cumple	x: 0.828 m η = 2.6	x: 0 m η = 5.4	x: 0 m η = 44.5	x: 0.828 m η = 2.3	x: 0 m η = 45.0	η = 0.2	x: 0.828 m η = 12.6	x: 0 m η = 39.7	x: 0 m η = 50.2	η < 0.1	N.P.(3)	<b>CUMPLE η = 50.2</b>
N7/N8	b / t ≤ (b / t) <sub>Máx</sub> Cumple	x: 0.884 m η = 2.7	x: 0 m η = 5.0	x: 0 m η = 24.8	x: 0.884 m η = 3.3	x: 0 m η = 26.0	η = 0.3	x: 0 m η = 1.0	x: 0 m η = 21.5	x: 0 m η = 31.0	η < 0.1	N.P.(3)	<b>CUMPLE η = 31.0</b>
N8/N5	b / t ≤ (b / t) <sub>Máx</sub> Cumple	x: 0.828 m η = 3.0	x: 0 m η = 4.9	x: 0.828 m η = 60.3	x: 0.828 m η = 4.1	x: 0.828 m η = 64.4	η = 0.3	x: 0 m η = 14.4	x: 0.828 m η = 52.3	x: 0.828 m η = 69.2	η < 0.1	N.P.(3)	<b>CUMPLE η = 69.2</b>
N5/N2	b / t ≤ (b / t) <sub>Máx</sub> Cumple	N.P.(4)	x: 0 m η = 0.5	x: 0 m η = 62.5	x: 0 m η = 4.2	x: 0 m η = 66.6	η = 0.4	x: 0.7 m η = 13.4	N.P.(5)	x: 0 m η = 66.7	η < 0.1	N.P.(3)	<b>CUMPLE η = 66.7</b>
N4/N10	b / t ≤ (b / t) <sub>Máx</sub> Cumple	x: 0.921 m η = 0.9	x: 0 m η = 4.2	x: 0 m η = 6.3	x: 0 m η = 0.2	x: 0 m η = 6.1	η < 0.1	η = 0.7	x: 0 m η = 7.0	x: 0 m η = 8.6	η < 0.1	N.P.(3)	<b>CUMPLE η = 8.6</b>
N10/N3	b / t ≤ (b / t) <sub>Máx</sub> Cumple	x: 0.1 m η = 5.3	x: 0 m η = 7.0	x: 0.1 m η = 44.0	N.P.(6)	N.P.(7)	η < 0.1	η = 47.7	x: 0.1 m η = 48.7	x: 0.1 m η = 40.0	η < 0.1	N.P.(3)	<b>CUMPLE η = 48.7</b>
N6/N9	b / t ≤ (b / t) <sub>Máx</sub> Cumple	x: 0.1 m η = 17.5	x: 0 m η = 16.4	x: 0 m η = 41.8	x: 0 m η = 4.9	x: 0 m η = 46.6	η = 1.4	η = 46.8	x: 0 m η = 60.8	x: 0 m η = 45.8	η < 0.1	N.P.(3)	<b>CUMPLE η = 60.8</b>



ANEJO VI

Barras	COMPROBACIONES (EUROCODIGO 3 UNE-EN 1993-1-3: 2012)													Estado	
	b / t	N <sub>t</sub>	N <sub>c</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub> /M <sub>x</sub>	V <sub>y</sub>	V <sub>x</sub>	NM <sub>y</sub> /M <sub>x</sub>	NM <sub>x</sub> /M <sub>y</sub>	NM <sub>y</sub> M <sub>x</sub> /V <sub>x</sub>	NM <sub>x</sub> M <sub>y</sub> /V <sub>y</sub>	M <sub>0</sub> NM <sub>y</sub> M <sub>x</sub> /V <sub>x</sub> V <sub>y</sub>		
N9/N69	b / t ≤ (b / t) <sub>Máx</sub> Cumple	x: 2.091 m η = 12,9	x: 0 m η = 43,9	x: 2.091 m η = 5,0	x: 2.091 m η = 2,2	x: 2.091 m η = 7,0	η = 0,1	η = 0,4	x: 2.091 m η = 18,8	x: 2.091 m η = 65,1	x: 0 m η = 20,4	x: 0 m η = 20,4	η < 0,1	N.P.(3)	<b>CUMPLE</b> η = 65,1
N69/N5	b / t ≤ (b / t) <sub>Máx</sub> Cumple	x: 0,1 m η = 13,1	x: 0 m η = 12,9	x: 0,1 m η = 5,3	x: 0 m η = 2,9	x: 0 m η = 7,9	η = 1,0	η = 0,4	x: 0 m η = 20,8	x: 0,1 m η = 20,4	x: 0 m η = 20,4	x: 0 m η = 20,4	η < 0,1	N.P.(3)	<b>CUMPLE</b> η = 20,8
N9/N10	b / t ≤ (b / t) <sub>Máx</sub> Cumple	x: 2.348 m η = 14,1	x: 0 m η = 22,0	x: 2.348 m η = 5,4	N.P.(6)	N.P.(7)	N.P.(8)	η = 0,5	x: 2.348 m η = 19,5	x: 0 m η = 37,3	x: 0 m η = 37,3	x: 0 m η = 37,3	η < 0,1	N.P.(3)	<b>CUMPLE</b> η = 37,3
N11/N13	b / t ≤ (b / t) <sub>Máx</sub> Cumple	x: 0,7 m η = 0,5	N.P.(4)	x: 0,7 m η = 82,9	x: 0 m η = 0,1	x: 0,828 m η = 83,1	η < 0,1	η = 17,8	x: 0,828 m η = 82,9	N.P.(9)	x: 0 m η = 82,9	x: 0 m η = 82,9	η < 0,1	N.P.(3)	<b>CUMPLE</b> η = 83,1
N13/N17	b / t ≤ (b / t) <sub>Máx</sub> Cumple	x: 0,828 m η = 3,4	x: 0 m η = 7,0	x: 0 m η = 59,3	x: 0,828 m η = 0,4	x: 0 m η = 59,4	η < 0,1	η = 16,7	x: 0 m η = 52,3	x: 0 m η = 67,7	x: 0 m η = 67,7	x: 0 m η = 67,7	η < 0,1	N.P.(3)	<b>CUMPLE</b> η = 67,7
N17/N18	b / t ≤ (b / t) <sub>Máx</sub> Cumple	x: 0,894 m η = 3,6	x: 0 m η = 6,6	x: 0 m η = 33,0	x: 0,894 m η = 3,1	x: 0 m η = 33,4	η = 0,1	η = 1,3	x: 0 m η = 28,2	x: 0 m η = 41,3	x: 0 m η = 41,3	x: 0 m η = 41,3	η < 0,1	N.P.(3)	<b>CUMPLE</b> η = 41,3
N18/N15	b / t ≤ (b / t) <sub>Máx</sub> Cumple	x: 0,828 m η = 4,0	x: 0 m η = 6,4	x: 0,828 m η = 80,0	x: 0,828 m η = 4,7	x: 0,828 m η = 84,6	η = 0,4	η = 19,2	x: 0 m η = 68,9	x: 0,828 m η = 90,9	x: 0,828 m η = 90,9	x: 0,828 m η = 90,9	η < 0,1	N.P.(3)	<b>CUMPLE</b> η = 90,9
N15/N12	b / t ≤ (b / t) <sub>Máx</sub> Cumple	N.P.(4)	x: 0 m η = 0,6	x: 0 m η = 82,9	x: 0 m η = 4,7	x: 0 m η = 87,5	η = 0,3	η = 17,8	N.P.(9)	x: 0 m η = 86,2	x: 0 m η = 86,2	x: 0 m η = 86,2	η < 0,1	N.P.(3)	<b>CUMPLE</b> η = 87,5
N14/N20	b / t ≤ (b / t) <sub>Máx</sub> Cumple	x: 0,921 m η = 1,3	x: 0 m η = 5,2	x: 0 m η = 8,2	N.P.(6)	N.P.(7)	N.P.(8)	η = 0,9	x: 0 m η = 9,4	x: 0 m η = 12,0	x: 0 m η = 12,0	x: 0 m η = 12,0	η < 0,1	N.P.(3)	<b>CUMPLE</b> η = 12,0
N20/N13	b / t ≤ (b / t) <sub>Máx</sub> Cumple	x: 0,1 m η = 7,2	x: 0 m η = 9,1	x: 0,1 m η = 58,1	N.P.(6)	N.P.(7)	N.P.(8)	η = 62,8	x: 0,1 m η = 64,4	x: 0,1 m η = 53,4	x: 0,1 m η = 67,1	x: 0,1 m η = 67,1	η < 0,1	N.P.(3)	<b>CUMPLE</b> η = 67,1
N16/N19	b / t ≤ (b / t) <sub>Máx</sub> Cumple	x: 0,1 m η = 23,1	x: 0 m η = 21,5	x: 0 m η = 54,7	x: 0 m η = 4,5	x: 0 m η = 59,2	η = 1,1	η = 61,4	x: 0 m η = 81,0	x: 0 m η = 58,0	x: 0 m η = 85,3	x: 0 m η = 85,3	η < 0,1	N.P.(3)	<b>CUMPLE</b> η = 85,3
N19/N70	b / t ≤ (b / t) <sub>Máx</sub> Cumple	x: 2.091 m η = 17,1	x: 0 m η = 57,8	x: 2.091 m η = 6,5	x: 2.091 m η = 2,8	x: 2.091 m η = 9,1	η = 0,1	η = 0,5	x: 2.091 m η = 24,5	x: 2.091 m η = 85,7	x: 2.091 m η = 85,7	x: 2.091 m η = 85,7	η < 0,1	N.P.(3)	<b>CUMPLE</b> η = 85,7
N70/N15	b / t ≤ (b / t) <sub>Máx</sub> Cumple	x: 0,1 m η = 17,4	x: 0 m η = 17,0	x: 0,1 m η = 7,0	x: 0 m η = 3,8	x: 0 m η = 10,3	η = 1,4	η = 0,5	x: 0 m η = 25,9	x: 0 m η = 27,4	x: 0 m η = 27,4	x: 0 m η = 27,4	η < 0,1	N.P.(3)	<b>CUMPLE</b> η = 27,4
N19/N20	b / t ≤ (b / t) <sub>Máx</sub> Cumple	x: 2.348 m η = 18,5	x: 0 m η = 29,5	x: 2.348 m η = 6,8	N.P.(6)	N.P.(7)	N.P.(8)	η = 0,6	x: 2.348 m η = 25,3	x: 0 m η = 46,7	x: 0 m η = 46,7	x: 0 m η = 46,7	η < 0,1	N.P.(3)	<b>CUMPLE</b> η = 46,7
N21/N23	b / t ≤ (b / t) <sub>Máx</sub> Cumple	x: 0,7 m η = 0,5	N.P.(4)	x: 0,7 m η = 78,6	N.P.(6)	N.P.(7)	N.P.(8)	η = 16,8	x: 0,7 m η = 78,4	N.P.(9)	x: 0,175 m η < 0,1	x: 0,175 m η < 0,1	η < 0,1	N.P.(3)	<b>CUMPLE</b> η = 78,6
N23/N27	b / t ≤ (b / t) <sub>Máx</sub> Cumple	x: 0,828 m η = 3,2	x: 0 m η = 6,7	x: 0 m η = 56,1	N.P.(6)	N.P.(7)	N.P.(8)	η = 15,8	x: 0 m η = 49,5	x: 0 m η = 65,2	x: 0 m η = 65,2	x: 0 m η = 65,2	η < 0,1	N.P.(3)	<b>CUMPLE</b> η = 65,2
N27/N28	b / t ≤ (b / t) <sub>Máx</sub> Cumple	x: 0,894 m η = 3,4	x: 0 m η = 6,3	x: 0 m η = 31,2	x: 0,894 m η = 0,1	x: 0,663 m η = 26,1	η < 0,1	η = 1,2	x: 0 m η = 26,5	x: 0 m η = 40,1	x: 0 m η = 40,1	x: 0 m η = 40,1	η < 0,1	N.P.(3)	<b>CUMPLE</b> η = 40,1
N28/N25	b / t ≤ (b / t) <sub>Máx</sub> Cumple	x: 0,828 m η = 3,8	x: 0 m η = 6,1	x: 0,828 m η = 75,9	x: 0,828 m η = 0,1	x: 0,828 m η = 76,0	η < 0,1	η = 18,2	x: 0 m η = 62,7	x: 0,828 m η = 82,1	x: 0,828 m η = 82,1	x: 0,828 m η = 82,1	η < 0,1	N.P.(3)	<b>CUMPLE</b> η = 82,1
N25/N22	b / t ≤ (b / t) <sub>Máx</sub> Cumple	N.P.(4)	x: 0 m η = 0,6	x: 0 m η = 78,6	x: 0,7 m η = 0,3	x: 0 m η = 78,7	η < 0,1	η = 16,9	N.P.(9)	x: 0 m η = 78,9	x: 0 m η = 78,9	x: 0 m η = 78,9	η < 0,1	N.P.(3)	<b>CUMPLE</b> η = 78,9
N24/N30	b / t ≤ (b / t) <sub>Máx</sub> Cumple	x: 0,921 m η = 1,2	x: 0 m η = 5,1	x: 0 m η = 7,8	N.P.(6)	N.P.(7)	N.P.(8)	η = 0,9	x: 0 m η = 8,9	x: 0 m η = 11,5	x: 0 m η = 11,5	x: 0 m η = 11,5	η < 0,1	N.P.(3)	<b>CUMPLE</b> η = 11,5
N30/N23	b / t ≤ (b / t) <sub>Máx</sub> Cumple	x: 0,1 m η = 6,8	x: 0 m η = 8,7	x: 0,1 m η = 55,2	N.P.(6)	N.P.(7)	N.P.(8)	η = 59,7	x: 0,1 m η = 61,2	x: 0,1 m η = 50,5	x: 0,1 m η = 63,0	x: 0,1 m η = 63,0	η < 0,1	N.P.(3)	<b>CUMPLE</b> η = 63,0
N26/N29	b / t ≤ (b / t) <sub>Máx</sub> Cumple	x: 0,1 m η = 22,0	x: 0 m η = 20,4	x: 0 m η = 52,3	N.P.(6)	N.P.(7)	N.P.(8)	η = 58,6	x: 0 m η = 72,9	x: 0 m η = 57,0	x: 0 m η = 74,4	x: 0 m η = 74,4	η < 0,1	N.P.(3)	<b>CUMPLE</b> η = 74,4
N29/N25	b / t ≤ (b / t) <sub>Máx</sub> Cumple	x: 2.191 m η = 16,5	x: 0 m η = 45,3	x: 2.191 m η = 6,7	N.P.(6)	N.P.(7)	N.P.(8)	η = 0,5	x: 2.191 m η = 23,1	x: 2.191 m η = 70,2	x: 2.191 m η = 70,2	x: 2.191 m η = 70,2	η < 0,1	N.P.(3)	<b>CUMPLE</b> η = 70,2
N29/N30	b / t ≤ (b / t) <sub>Máx</sub> Cumple	x: 2.348 m η = 17,7	x: 0 m η = 27,9	x: 2.348 m η = 6,6	N.P.(6)	N.P.(7)	N.P.(8)	η = 0,6	x: 2.348 m η = 24,2	x: 0 m η = 44,8	x: 0 m η = 44,8	x: 0 m η = 44,8	η < 0,1	N.P.(3)	<b>CUMPLE</b> η = 44,8
N31/N33	b / t ≤ (b / t) <sub>Máx</sub> Cumple	x: 0,7 m η = 0,5	N.P.(4)	x: 0,7 m η = 78,6	N.P.(6)	N.P.(7)	N.P.(8)	η = 16,8	x: 0,7 m η = 78,4	N.P.(9)	x: 0,175 m η < 0,1	x: 0,175 m η < 0,1	η < 0,1	N.P.(3)	<b>CUMPLE</b> η = 78,6
N33/N37	b / t ≤ (b / t) <sub>Máx</sub> Cumple	x: 0,828 m η = 3,2	x: 0 m η = 6,7	x: 0 m η = 56,1	N.P.(6)	N.P.(7)	N.P.(8)	η = 15,8	x: 0 m η = 49,5	x: 0 m η = 65,2	x: 0 m η = 65,2	x: 0 m η = 65,2	η < 0,1	N.P.(3)	<b>CUMPLE</b> η = 65,2
N37/N38	b / t ≤ (b / t) <sub>Máx</sub> Cumple	x: 0,894 m η = 3,4	x: 0 m η = 6,3	x: 0 m η = 31,2	x: 0,894 m η = 0,2	x: 0,663 m η = 26,1	η < 0,1	η = 1,2	x: 0 m η = 26,5	x: 0 m η = 40,1	x: 0 m η = 40,1	x: 0 m η = 40,1	η < 0,1	N.P.(3)	<b>CUMPLE</b> η = 40,1
N38/N35	b / t ≤ (b / t) <sub>Máx</sub> Cumple	x: 0,828 m η = 3,8	x: 0 m η = 6,1	x: 0,828 m η = 75,9	x: 0,828 m η = 0,1	x: 0,828 m η = 76,0	η < 0,1	η = 18,2	x: 0,828 m η = 62,7	x: 0,828 m η = 83,3	x: 0,828 m η = 83,3	x: 0,828 m η = 83,3	η < 0,1	N.P.(3)	<b>CUMPLE</b> η = 83,3
N35/N32	b / t ≤ (b / t) <sub>Máx</sub> Cumple	N.P.(4)	x: 0 m η = 0,6	x: 0 m η = 78,6	x: 0,7 m η = 0,2	x: 0 m η = 78,7	η < 0,1	η = 16,9	N.P.(9)	x: 0 m η = 78,9	x: 0 m η = 78,9	x: 0 m η = 78,9	η < 0,1	N.P.(3)	<b>CUMPLE</b> η = 78,9
N34/N40	b / t ≤ (b / t) <sub>Máx</sub> Cumple	x: 0,921 m η = 1,2	x: 0 m η = 5,1	x: 0 m η = 7,8	N.P.(6)	N.P.(7)	N.P.(8)	η = 0,9	x: 0 m η = 8,9	x: 0 m η = 11,5	x: 0 m η = 11,5	x: 0 m η = 11,5	η < 0,1	N.P.(3)	<b>CUMPLE</b> η = 11,5
N40/N33	b / t ≤ (b / t) <sub>Máx</sub> Cumple	x: 0,1 m η = 6,8	x: 0 m η = 8,7	x: 0,1 m η = 55,2	N.P.(6)	N.P.(7)	N.P.(8)	η = 59,7	x: 0,1 m η = 61,2	x: 0,1 m η = 50,5	x: 0,1 m η = 63,0	x: 0,1 m η = 63,0	η < 0,1	N.P.(3)	<b>CUMPLE</b> η = 63,0
N36/N39	b / t ≤ (b / t) <sub>Máx</sub> Cumple	x: 0,1 m η = 22,0	x: 0 m η = 20,4	x: 0 m η = 52,3	N.P.(6)	N.P.(7)	N.P.(8)	η = 58,6	x: 0 m η = 72,9	x: 0 m η = 57,0	x: 0 m η = 74,4	x: 0 m η = 74,4	η < 0,1	N.P.(3)	<b>CUMPLE</b> η = 74,4
N39/N35	b / t ≤ (b / t) <sub>Máx</sub> Cumple	x: 2.191 m η = 16,5	x: 0 m η = 45,3	x: 2.191 m η = 6,7	N.P.(6)	N.P.(7)	N.P.(8)	η = 0,5	x: 2.191 m η = 23,1	x: 2.191 m η = 70,2	x: 2.191 m η = 70,2	x: 2.191 m η = 70,2	η < 0,1	N.P.(3)	<b>CUMPLE</b> η = 70,2
N39/N40	b / t ≤ (b / t) <sub>Máx</sub> Cumple	x: 2.348 m η = 17,7	x: 0 m η = 27,9	x: 2.348 m η = 6,6	N.P.(6)	N.P.(7)	N.P.(8)	η = 0,6	x: 2.348 m η = 24,2	x: 0 m η = 44,8	x: 0 m η = 44,8	x: 0 m η = 44,8	η < 0,1	N.P.(3)	<b>CUMPLE</b> η = 44,8
N41/N43	b / t ≤ (b / t) <sub>Máx</sub> Cumple	x: 0,7 m η = 0,5	N.P.(4)	x: 0,7 m η = 82,9	x: 0,7 m η = 0,2	x: 0,7 m η = 83,1	η < 0,1	η = 17,8	x: 0,7 m η = 82,9	N.P.(9)	x: 0,175 m η < 0,1	x: 0,175 m η < 0,1	η < 0,1	N.P.(3)	<b>CUMPLE</b> η = 83,1
N43/N47	b / t ≤ (b / t) <sub>Máx</sub> Cumple	x: 0,828 m η = 3,4	x: 0 m η = 7,0	x: 0 m η = 59,3	x: 0,828 m η = 0,6	x: 0 m η = 59,5	η < 0,1	η = 16,7	x: 0,828 m η = 52,3	x: 0 m η = 66,3	x: 0 m η = 66,3	x: 0 m η = 66,3	η < 0,1	N.P.(3)	<b>CUMPLE</b> η = 66,3
N47/N48	b / t ≤ (b / t) <sub>Máx</sub> Cumple	x: 0,894 m η = 3,6	x: 0 m η = 6,6	x: 0 m η = 33,0	x: 0,894 m η = 2,5	x: 0 m η = 33,5	η = 0,1	η = 1,3	x: 0 m η = 28,3	x: 0 m η = 40,2	x: 0 m η = 40,2	x: 0 m η = 40,2	η < 0,1	N.P.(3)	<b>CUMPLE</b> η = 40,2
N48/N45	b / t ≤ (b / t) <sub>Máx</sub> Cumple	x: 0 m η = 4,0	x: 0 m η = 6,4	x: 0,828 m η = 80,0	x: 0,828 m η = 5,8	x: 0,828 m η = 85,8	η = 0,4	η = 19,2	x: 0 m η = 69,5	x: 0,828 m η = 92,2	x: 0,828 m η = 92,2	x: 0,828 m η = 92,2	η < 0,1	N.P.(3)	<b>CUMPLE</b> η = 92,2
N45/N42	b / t ≤ (b / t) <sub>Máx</sub> Cumple	N.P.(4)	x: 0 m η = 0,6	x: 0 m η = 82,9	x: 0 m η = 5,8	x: 0 m η = 88,6	η = 0,3	η = 17,8	N.P.(9)	x: 0 m η = 88,8	x: 0 m η = 88,8	x: 0 m η = 88,8	η < 0,1	N.P.(3)	<b>CUMPLE</b> η = 88,8
N44/N50	b / t ≤ (b / t) <sub>Máx</sub> Cumple	x: 0,921 m η = 1,3	x: 0 m η = 5,2	x: 0 m η = 8,2	N.P.(6)	N.P.(7)	N.P.(8)	η = 0,9	x: 0 m η = 9,4	x: 0 m η = 12,0	x: 0 m η = 12,0	x: 0 m η = 12,0	η < 0,1	N.P.(3)	<b>CUMPLE</b> η = 12,0
N50/N43	b / t ≤ (b / t) <sub>Máx</sub> Cumple	x: 0,1 m η = 7,2	x: 0 m η = 9,1	x: 0,1 m η = 58,1	N.P.(6)	N.P.(7)	N.P.(8)	η = 62,8	x: 0,1 m η = 64,4	x: 0,1 m η = 53,4	x: 0,1 m η = 67,1	x: 0,1 m η = 67,1	η < 0,1	N.P.(3)	<b>CUMPLE</b> η = 67,1
N46/N49	b / t ≤ (b / t) <sub>Máx</sub> Cumple	x: 0,1 m η = 23,1	x: 0 m η = 21,5	x: 0 m η = 54,7	x: 0 m η = 4,6	x: 0 m η = 59,3	η = 1,1	η = 61,4	x: 0 m η = 79,1	x: 0 m η = 60,3	x: 0 m η = 85,4	x: 0 m η = 85,4	η < 0,1	N.P.(3)	<b>CUMPLE</b> η = 85,4

ANEJO VI

Barras	COMPROBACIONES (EUROCÓDIGO 3 UNE-EN 1993-1-3: 2012)													Estado
	b / t	N <sub>t</sub>	N <sub>c</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub> /M <sub>x</sub>	V <sub>y</sub>	V <sub>x</sub>	NM <sub>y</sub> /M <sub>x</sub>	NM <sub>x</sub> /M <sub>y</sub>	NM <sub>y</sub> /V <sub>x</sub>	NM <sub>x</sub> /V <sub>y</sub>	M <sub>0</sub> N <sub>m</sub> /M <sub>y</sub> V <sub>x</sub>	
N49/N71	b / t ≤ (b / t) <sub>Máx</sub> Cumple	x: 2.091 m η = 17.1	x: 0 m η = 57.8	x: 2.091 m η = 6.5	x: 2.091 m η = 2.9	x: 2.091 m η = 9.2	η = 0.1	η = 0.5	x: 2.091 m η = 25.2	x: 2.091 m η = 81.1	η < 0.1	N.P. <sup>(3)</sup>	<b>CUMPLE η = 81.1</b>	
N71/N45	b / t ≤ (b / t) <sub>Máx</sub> Cumple	x: 0.1 m η = 17.4	x: 0 m η = 17.0	x: 0.1 m η = 7.0	x: 0 m η = 3.8	x: 0 m η = 10.2	η = 1.4	η = 0.5	x: 0 m η = 27.5	x: 0.1 m η = 27.0	η < 0.1	N.P. <sup>(3)</sup>	<b>CUMPLE η = 27.5</b>	
N49/N50	b / t ≤ (b / t) <sub>Máx</sub> Cumple	x: 2.348 m η = 18.5	x: 0 m η = 29.5	x: 2.348 m η = 6.8	N.P. <sup>(6)</sup>	N.P. <sup>(7)</sup>	N.P. <sup>(8)</sup>	η = 0.6	x: 2.348 m η = 25.3	x: 0 m η = 46.7	η < 0.1	N.P. <sup>(3)</sup>	<b>CUMPLE η = 46.7</b>	
N51/N53	b / t ≤ (b / t) <sub>Máx</sub> Cumple	x: 0.7 m η = 0.4	N.P. <sup>(4)</sup>	x: 0.7 m η = 62.4	x: 0 m η = 3.6	x: 0.7 m η = 62.8	η = 0.2	η = 13.4	x: 0.828 m η = 62.5	N.P. <sup>(2)</sup>	η < 0.1	N.P. <sup>(3)</sup>	<b>CUMPLE η = 62.8</b>	
N53/N57	b / t ≤ (b / t) <sub>Máx</sub> Cumple	x: 0.828 m η = 2.6	x: 0 m η = 5.4	x: 0 m η = 44.5	x: 0.828 m η = 2.9	x: 0 m η = 44.9	η = 0.2	η = 12.6	x: 0.828 m η = 39.9	x: 0 m η = 51.1	η < 0.1	N.P. <sup>(3)</sup>	<b>CUMPLE η = 51.1</b>	
N57/N58	b / t ≤ (b / t) <sub>Máx</sub> Cumple	x: 0.894 m η = 2.7	x: 0 m η = 5.0	x: 0 m η = 24.8	x: 0.894 m η = 4.2	x: 0 m η = 25.8	η = 0.3	η = 1.0	x: 0 m η = 22.0	x: 0 m η = 31.5	η < 0.1	N.P. <sup>(3)</sup>	<b>CUMPLE η = 31.5</b>	
N58/N55	b / t ≤ (b / t) <sub>Máx</sub> Cumple	x: 0.828 m η = 3.0	x: 0 m η = 4.9	x: 0.828 m η = 60.3	x: 0.828 m η = 3.3	x: 0.828 m η = 63.6	η = 0.3	η = 14.4	x: 0.828 m η = 51.9	x: 0.828 m η = 68.3	η < 0.1	N.P. <sup>(3)</sup>	<b>CUMPLE η = 68.3</b>	
N55/N52	b / t ≤ (b / t) <sub>Máx</sub> Cumple	N.P. <sup>(4)</sup>	x: 0 m η = 0.5	x: 0 m η = 62.5	x: 0.7 m η = 4.7	x: 0 m η = 65.8	η = 0.4	η = 13.4	N.P. <sup>(9)</sup>	x: 0 m η = 64.8	η < 0.1	N.P. <sup>(3)</sup>	<b>CUMPLE η = 65.8</b>	
N54/N60	b / t ≤ (b / t) <sub>Máx</sub> Cumple	x: 0.921 m η = 4.2	x: 0 m η = 4.2	x: 0 m η = 6.3	x: 0 m η = 0.2	x: 0 m η = 6.1	η < 0.1	η = 0.7	x: 0 m η = 7.0	x: 0 m η = 9.0	η < 0.1	N.P. <sup>(3)</sup>	<b>CUMPLE η = 9.0</b>	
N60/N53	b / t ≤ (b / t) <sub>Máx</sub> Cumple	x: 0.1 m η = 5.3	x: 0 m η = 7.0	x: 0.1 m η = 44.0	N.P. <sup>(6)</sup>	N.P. <sup>(7)</sup>	η < 0.1	η = 47.7	x: 0.1 m η = 48.7	x: 0.1 m η = 40.0	η < 0.1	N.P. <sup>(3)</sup>	<b>CUMPLE η = 48.7</b>	
N56/N59	b / t ≤ (b / t) <sub>Máx</sub> Cumple	x: 0.1 m η = 17.5	x: 0 m η = 16.4	x: 0 m η = 41.8	x: 0 m η = 4.8	x: 0 m η = 46.5	η = 1.4	η = 46.8	x: 0 m η = 62.9	x: 0 m η = 44.4	η < 0.1	N.P. <sup>(3)</sup>	<b>CUMPLE η = 62.9</b>	
N59/N72	b / t ≤ (b / t) <sub>Máx</sub> Cumple	x: 2.091 m η = 12.9	x: 0 m η = 43.9	x: 2.091 m η = 5.0	x: 2.091 m η = 2.2	x: 2.091 m η = 7.0	η = 0.1	η = 0.4	x: 2.091 m η = 18.3	x: 2.091 m η = 68.7	η < 0.1	N.P. <sup>(3)</sup>	<b>CUMPLE η = 68.7</b>	
N72/N55	b / t ≤ (b / t) <sub>Máx</sub> Cumple	x: 0.1 m η = 13.1	x: 0 m η = 12.9	x: 0.1 m η = 5.3	x: 0 m η = 3.0	x: 0 m η = 7.9	η = 1.0	η = 0.4	x: 0 m η = 19.6	x: 0.1 m η = 20.4	η < 0.1	N.P. <sup>(3)</sup>	<b>CUMPLE η = 20.4</b>	
N59/N60	b / t ≤ (b / t) <sub>Máx</sub> Cumple	x: 2.348 m η = 14.1	x: 0 m η = 22.0	x: 2.348 m η = 5.4	N.P. <sup>(6)</sup>	N.P. <sup>(7)</sup>	N.P. <sup>(8)</sup>	η = 0.5	x: 2.348 m η = 19.5	x: 0 m η = 37.3	η < 0.1	N.P. <sup>(3)</sup>	<b>CUMPLE η = 37.3</b>	
N62/N2	b / t ≤ (b / t) <sub>Máx</sub> Cumple	N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	x: 1 m η = 45.4	x: 1 m η = 15.2	x: 1 m η = 52.4	x: 1 m η = 1.1	η = 9.1	N.P. <sup>(9)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(9)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	<b>CUMPLE η = 52.4</b>	
N2/N12	b / t ≤ (b / t) <sub>Máx</sub> Cumple	η < 0.1	η = 0.2	x: 3.07 m η = 77.3	x: 3.07 m η = 24.5	x: 3.07 m η = 88.4	x: 3.07 m η = 1.8	η = 15.0	x: 3.07 m η = 82.3	x: 3.07 m η = 87.2	η < 0.1	N.P. <sup>(3)</sup>	<b>CUMPLE η = 88.4</b>	
N12/N22	b / t ≤ (b / t) <sub>Máx</sub> Cumple	η < 0.1	η = 0.1	x: 0 m η = 77.3	x: 0 m η = 24.6	x: 0 m η = 86.8	x: 0 m η = 1.8	η = 14.2	x: 0 m η = 83.4	x: 0 m η = 85.7	η < 0.1	N.P. <sup>(3)</sup>	<b>CUMPLE η = 86.8</b>	
N22/N32	b / t ≤ (b / t) <sub>Máx</sub> Cumple	η < 0.1	η = 0.1	x: 0 m η = 70.2	x: 0 m η = 23.9	x: 0 m η = 81.3	x: 0 m η = 1.8	η = 13.9	x: 0 m η = 77.7	x: 0 m η = 80.4	η < 0.1	N.P. <sup>(3)</sup>	<b>CUMPLE η = 81.3</b>	
N32/N42	b / t ≤ (b / t) <sub>Máx</sub> Cumple	η < 0.1	η = 0.1	x: 3.07 m η = 77.3	x: 3.07 m η = 24.6	x: 3.07 m η = 86.8	x: 3.07 m η = 1.8	η = 14.2	x: 3.07 m η = 83.4	x: 3.07 m η = 85.7	η < 0.1	N.P. <sup>(3)</sup>	<b>CUMPLE η = 86.8</b>	
N42/N52	b / t ≤ (b / t) <sub>Máx</sub> Cumple	η < 0.1	η = 0.2	x: 0 m η = 77.3	x: 0 m η = 24.5	x: 0 m η = 88.4	x: 0 m η = 1.8	η = 15.0	x: 0 m η = 82.3	x: 0 m η = 87.2	η < 0.1	N.P. <sup>(3)</sup>	<b>CUMPLE η = 88.4</b>	
N52/N61	b / t ≤ (b / t) <sub>Máx</sub> Cumple	N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	x: 0 m η = 45.4	x: 0 m η = 15.2	x: 0 m η = 52.4	x: 0 m η = 1.1	η = 9.1	N.P. <sup>(9)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(9)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	<b>CUMPLE η = 52.4</b>	
N63/N8	b / t ≤ (b / t) <sub>Máx</sub> Cumple	N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	x: 1 m η = 45.9	x: 1 m η = 15.4	x: 1 m η = 53.0	x: 1 m η = 1.2	η = 9.2	N.P. <sup>(9)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(9)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	<b>CUMPLE η = 53.0</b>	
N8/N18	b / t ≤ (b / t) <sub>Máx</sub> Cumple	η = 0.1	η = 0.2	x: 3.07 m η = 78.6	x: 3.07 m η = 24.7	x: 3.07 m η = 88.7	x: 3.07 m η = 1.8	η = 15.2	x: 3.07 m η = 84.2	x: 3.07 m η = 87.5	η < 0.1	N.P. <sup>(3)</sup>	<b>CUMPLE η = 88.7</b>	
N18/N28	b / t ≤ (b / t) <sub>Máx</sub> Cumple	η = 0.1	η = 0.1	x: 0 m η = 78.6	x: 0 m η = 24.4	x: 0 m η = 89.6	x: 0 m η = 1.8	η = 14.3	x: 0 m η = 88.6	x: 0 m η = 83.2	η < 0.1	N.P. <sup>(3)</sup>	<b>CUMPLE η = 89.6</b>	
N28/N38	b / t ≤ (b / t) <sub>Máx</sub> Cumple	η < 0.1	η = 0.1	x: 0 m η = 70.9	x: 0 m η = 24.2	x: 0 m η = 82.2	x: 0 m η = 1.8	η = 14.1	x: 0 m η = 81.3	x: 0 m η = 77.1	η < 0.1	N.P. <sup>(3)</sup>	<b>CUMPLE η = 82.2</b>	
N38/N48	b / t ≤ (b / t) <sub>Máx</sub> Cumple	η = 0.1	η = 0.1	x: 3.07 m η = 78.6	x: 3.07 m η = 24.4	x: 3.07 m η = 89.6	x: 3.07 m η = 1.8	η = 14.3	x: 3.07 m η = 88.6	x: 3.07 m η = 83.2	η < 0.1	N.P. <sup>(3)</sup>	<b>CUMPLE η = 89.6</b>	
N48/N58	b / t ≤ (b / t) <sub>Máx</sub> Cumple	η = 0.1	η = 0.2	x: 0 m η = 78.6	x: 0 m η = 24.7	x: 0 m η = 88.7	x: 0 m η = 1.8	η = 15.2	x: 0 m η = 84.2	x: 0 m η = 87.5	η < 0.1	N.P. <sup>(3)</sup>	<b>CUMPLE η = 88.7</b>	
N58/N64	b / t ≤ (b / t) <sub>Máx</sub> Cumple	N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	x: 0 m η = 45.9	x: 0 m η = 15.4	x: 0 m η = 53.0	x: 0 m η = 1.2	η = 9.2	N.P. <sup>(9)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(9)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	<b>CUMPLE η = 53.0</b>	
N65/N7	b / t ≤ (b / t) <sub>Máx</sub> Cumple	N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	x: 1 m η = 45.9	x: 1 m η = 15.4	x: 1 m η = 53.0	x: 1 m η = 1.2	η = 9.2	N.P. <sup>(9)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(9)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	<b>CUMPLE η = 53.0</b>	
N7/N17	b / t ≤ (b / t) <sub>Máx</sub> Cumple	η = 0.1	η < 0.1	x: 3.07 m η = 78.6	x: 3.07 m η = 24.3	x: 3.07 m η = 89.2	x: 3.07 m η = 1.8	η = 15.2	x: 3.07 m η = 88.3	x: 3.07 m η = 83.6	η < 0.1	N.P. <sup>(3)</sup>	<b>CUMPLE η = 89.2</b>	
N17/N27	b / t ≤ (b / t) <sub>Máx</sub> Cumple	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 78.5	x: 0 m η = 24.2	x: 0 m η = 88.9	x: 0 m η = 1.8	η = 14.3	x: 0 m η = 83.6	x: 0 m η = 87.9	η < 0.1	N.P. <sup>(3)</sup>	<b>CUMPLE η = 88.9</b>	
N27/N37	b / t ≤ (b / t) <sub>Máx</sub> Cumple	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 70.9	x: 0 m η = 24.2	x: 0 m η = 82.2	x: 0 m η = 1.8	η = 14.1	x: 0 m η = 77.1	x: 0 m η = 81.3	η < 0.1	N.P. <sup>(3)</sup>	<b>CUMPLE η = 82.2</b>	
N37/N47	b / t ≤ (b / t) <sub>Máx</sub> Cumple	η < 0.1	η < 0.1	x: 3.07 m η = 78.5	x: 3.07 m η = 24.2	x: 3.07 m η = 88.9	x: 3.07 m η = 1.8	η = 14.3	x: 3.07 m η = 83.6	x: 3.07 m η = 87.9	η < 0.1	N.P. <sup>(3)</sup>	<b>CUMPLE η = 88.9</b>	
N47/N57	b / t ≤ (b / t) <sub>Máx</sub> Cumple	η = 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 78.6	x: 0 m η = 24.3	x: 0 m η = 89.2	x: 0 m η = 1.8	η = 15.2	x: 0 m η = 88.3	x: 0 m η = 83.6	η < 0.1	N.P. <sup>(3)</sup>	<b>CUMPLE η = 89.2</b>	
N57/N66	b / t ≤ (b / t) <sub>Máx</sub> Cumple	N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	x: 0 m η = 45.9	x: 0 m η = 15.4	x: 0 m η = 53.0	x: 0 m η = 1.2	η = 9.2	N.P. <sup>(9)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(9)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	<b>CUMPLE η = 53.0</b>	
N67/N1	b / t ≤ (b / t) <sub>Máx</sub> Cumple	N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	x: 1 m η = 45.4	x: 1 m η = 15.2	x: 1 m η = 52.4	x: 1 m η = 1.1	η = 9.1	N.P. <sup>(9)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(9)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	<b>CUMPLE η = 52.4</b>	
N1/N11	b / t ≤ (b / t) <sub>Máx</sub> Cumple	η = 0.1	N.P. <sup>(4)</sup>	x: 3.07 m η = 77.6	x: 3.07 m η = 24.4	x: 3.07 m η = 88.2	x: 3.07 m η = 1.8	η = 15.0	x: 3.07 m η = 87.2	N.P. <sup>(2)</sup>	η < 0.1	N.P. <sup>(3)</sup>	<b>CUMPLE η = 88.2</b>	
N11/N21	b / t ≤ (b / t) <sub>Máx</sub> Cumple	η = 0.1	N.P. <sup>(4)</sup>	x: 0 m η = 77.6	x: 0 m η = 24.0	x: 0 m η = 88.1	x: 0 m η = 1.8	η = 14.2	x: 0 m η = 87.2	N.P. <sup>(2)</sup>	η < 0.1	N.P. <sup>(3)</sup>	<b>CUMPLE η = 88.1</b>	
N21/N31	b / t ≤ (b / t) <sub>Máx</sub> Cumple	η = 0.1	N.P. <sup>(4)</sup>	x: 0 m η = 70.1	x: 0 m η = 23.9	x: 0 m η = 81.2	x: 0 m η = 1.8	η = 13.9	x: 0 m η = 80.4	N.P. <sup>(2)</sup>	η < 0.1	N.P. <sup>(3)</sup>	<b>CUMPLE η = 81.2</b>	
N31/N41	b / t ≤ (b / t) <sub>Máx</sub> Cumple	η = 0.1	N.P. <sup>(4)</sup>	x: 3.07 m η = 77.6	x: 3.07 m η = 24.0	x: 3.07 m η = 88.1	x: 3.07 m η = 1.8	η = 14.2	x: 3.07 m η = 87.2	N.P. <sup>(2)</sup>	η < 0.1	N.P. <sup>(3)</sup>	<b>CUMPLE η = 88.1</b>	
N41/N51	b / t ≤ (b / t) <sub>Máx</sub> Cumple	η = 0.1	N.P. <sup>(4)</sup>	x: 0 m η = 77.6	x: 0 m η = 24.4	x: 0 m η = 88.2	x: 0 m η = 1.8	η = 15.0	x: 0 m η = 87.2	N.P. <sup>(2)</sup>	η < 0.1	N.P. <sup>(3)</sup>	<b>CUMPLE η = 88.2</b>	
N51/N68	b / t ≤ (b / t) <sub>Máx</sub> Cumple	N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	x: 0 m η = 45.4	x: 0 m η = 15.2	x: 0 m η = 52.4	x: 0 m η = 1.1	η = 9.1	N.P. <sup>(9)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(9)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	<b>CUMPLE η = 52.4</b>	

**ANEJO VI**

Barras	COMPROBACIONES (EUROCÓDIGO 3 UNE-EN 1993-1-3: 2012)											Estado	
	b / t	N <sub>t</sub>	N <sub>c</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>	M <sub>y</sub> M <sub>z</sub>	V <sub>y</sub>	V <sub>z</sub>	NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub>	NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub>	NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> V <sub>z</sub>		M <sub>x</sub> NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> V <sub>z</sub>
N19/N69	b / t ≤ (b / t) <sub>Máx</sub> Cumple	x: 3.714 m η = 0.7	x: 0 m η = 9.0	x: 3.714 m η = 3.1	N.P. <sup>(6)</sup>	N.P. <sup>(7)</sup>	N.P. <sup>(8)</sup>	x: 0 m η = 0.2	x: 3.714 m η = 3.5	x: 0 m η = 21.1	η < 0.1	N.P. <sup>(9)</sup>	<b>CUMPLE η = 21.1</b>
N9/N70	b / t ≤ (b / t) <sub>Máx</sub> Cumple	x: 3.714 m η = 0.9	x: 0 m η = 15.8	x: 3.714 m η = 3.6	N.P. <sup>(6)</sup>	N.P. <sup>(7)</sup>	N.P. <sup>(8)</sup>	x: 0 m η = 0.2	x: 3.714 m η = 4.2	x: 0 m η = 29.8	η < 0.1	N.P. <sup>(9)</sup>	<b>CUMPLE η = 29.8</b>
N59/N71	b / t ≤ (b / t) <sub>Máx</sub> Cumple	x: 3.714 m η = 0.9	x: 0 m η = 15.8	x: 3.714 m η = 3.6	N.P. <sup>(6)</sup>	N.P. <sup>(7)</sup>	N.P. <sup>(8)</sup>	x: 0 m η = 0.2	x: 3.714 m η = 4.2	x: 0 m η = 29.8	η < 0.1	N.P. <sup>(9)</sup>	<b>CUMPLE η = 29.8</b>
N49/N72	b / t ≤ (b / t) <sub>Máx</sub> Cumple	x: 3.714 m η = 0.7	x: 0 m η = 9.0	x: 3.714 m η = 3.1	N.P. <sup>(6)</sup>	N.P. <sup>(7)</sup>	N.P. <sup>(8)</sup>	x: 0 m η = 0.2	x: 3.714 m η = 3.5	x: 0 m η = 21.1	η < 0.1	N.P. <sup>(9)</sup>	<b>CUMPLE η = 21.1</b>
<p><b>Notación:</b>  b / t: Relación anchura / espesor  N<sub>t</sub>: Resistencia a tracción  N<sub>c</sub>: Resistencia a compresión  M<sub>y</sub>: Resistencia a flexión. Eje Y  M<sub>z</sub>: Resistencia a flexión. Eje Z  M<sub>y</sub>M<sub>z</sub>: Resistencia a flexión biaxial  V<sub>y</sub>: Resistencia a corte Y  V<sub>z</sub>: Resistencia a corte Z  NM<sub>y</sub>M<sub>z</sub>: Resistencia a tracción y flexión  N<sub>t</sub>M<sub>y</sub>M<sub>z</sub>: Resistencia a compresión y flexión  NM<sub>y</sub>M<sub>z</sub>V<sub>y</sub>V<sub>z</sub>: Resistencia a cortante, axial y flexión  M<sub>x</sub>NM<sub>y</sub>M<sub>z</sub>V<sub>y</sub>V<sub>z</sub>: Resistencia a torsión combinada con axial, flexión y cortante  x: Distancia al origen de la barra  η: Coeficiente de aprovechamiento (%)  N.P.: No procede</p> <p><b>Comprobaciones que no proceden (N.P.):</b>  <sup>(1)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay axial de compresión.  <sup>(2)</sup> No hay interacción entre axial de compresión y momento flector para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.  <sup>(3)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.  <sup>(4)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay axial de tracción.  <sup>(5)</sup> No hay interacción entre axial de tracción y momento flector para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.  <sup>(6)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.  <sup>(7)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay flexión biaxial para ninguna combinación.  <sup>(8)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.  <sup>(9)</sup> No hay interacción entre momento flector, axial y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.</p>													



## 10. CÁLCULO DE LA CIMENTACIÓN.

### 10.1. Calculo mediante elementos finitos.

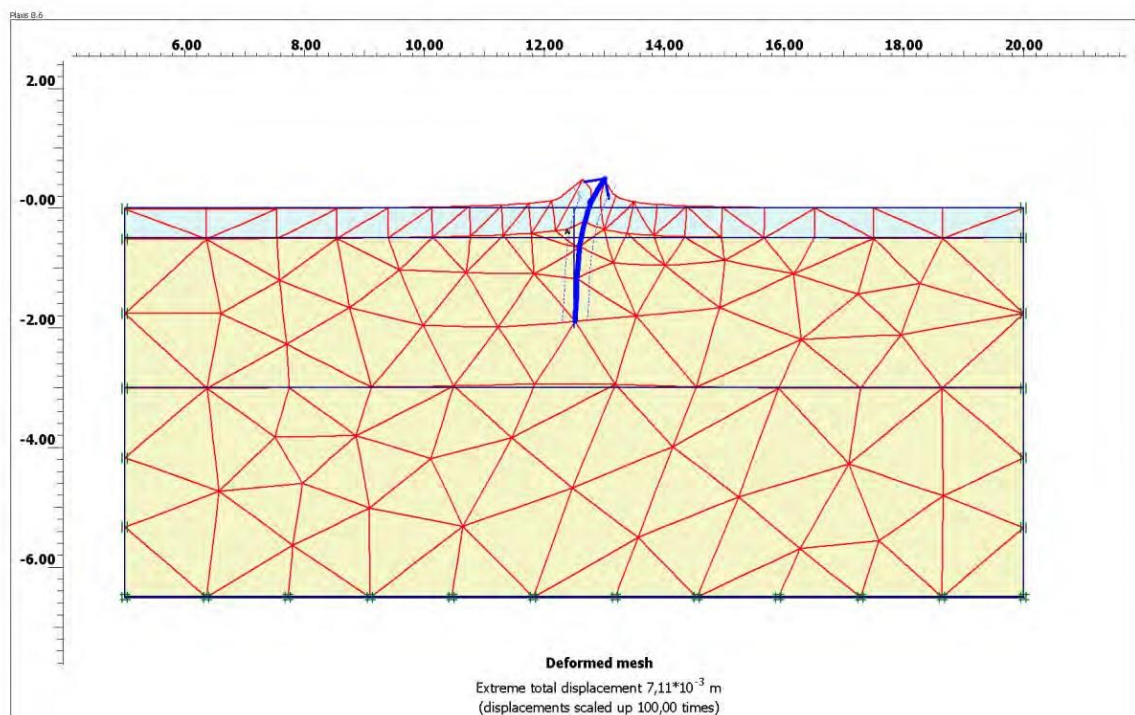
Se estudia mediante programa de elementos finitos, las deformaciones que tendrán lugar teniendo en cuenta las características del terreno.

El modelo a estudiar se resume a continuación:

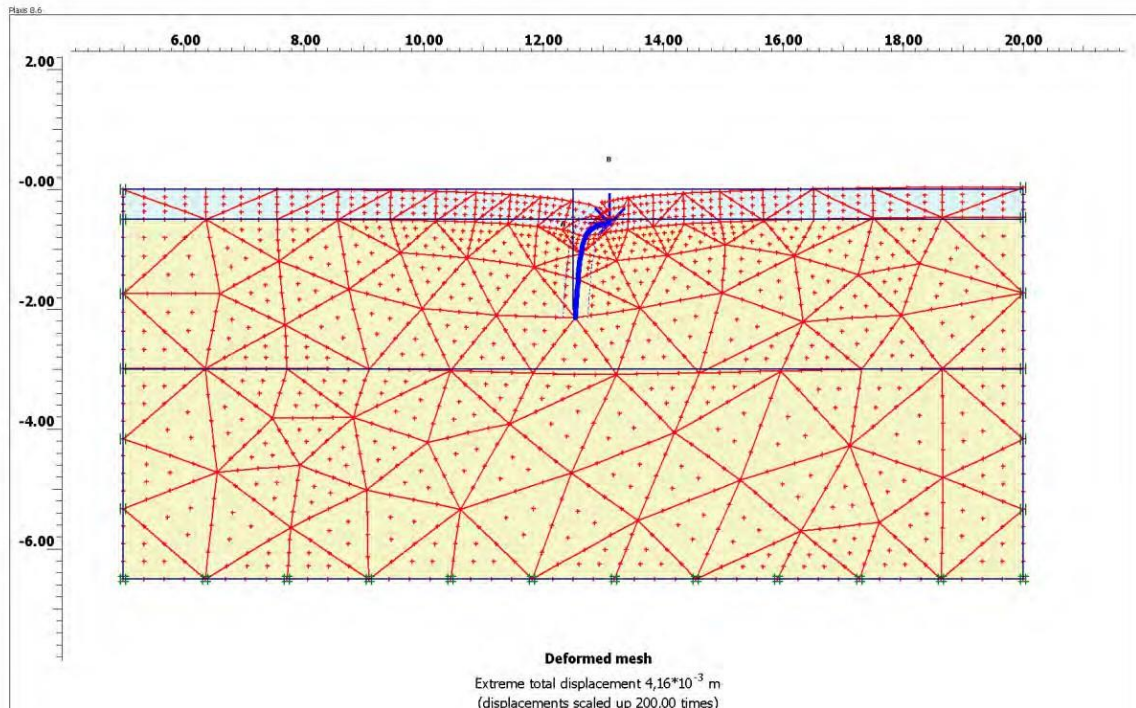
- De 0,00 a 0,50 m; terreno vegetal alterado.
- A partir de 0,50 m, Nivel 1 y 2: Arcillas amarillentas limosas con cal y areniscas.

Se estudiarán los siguientes casos:

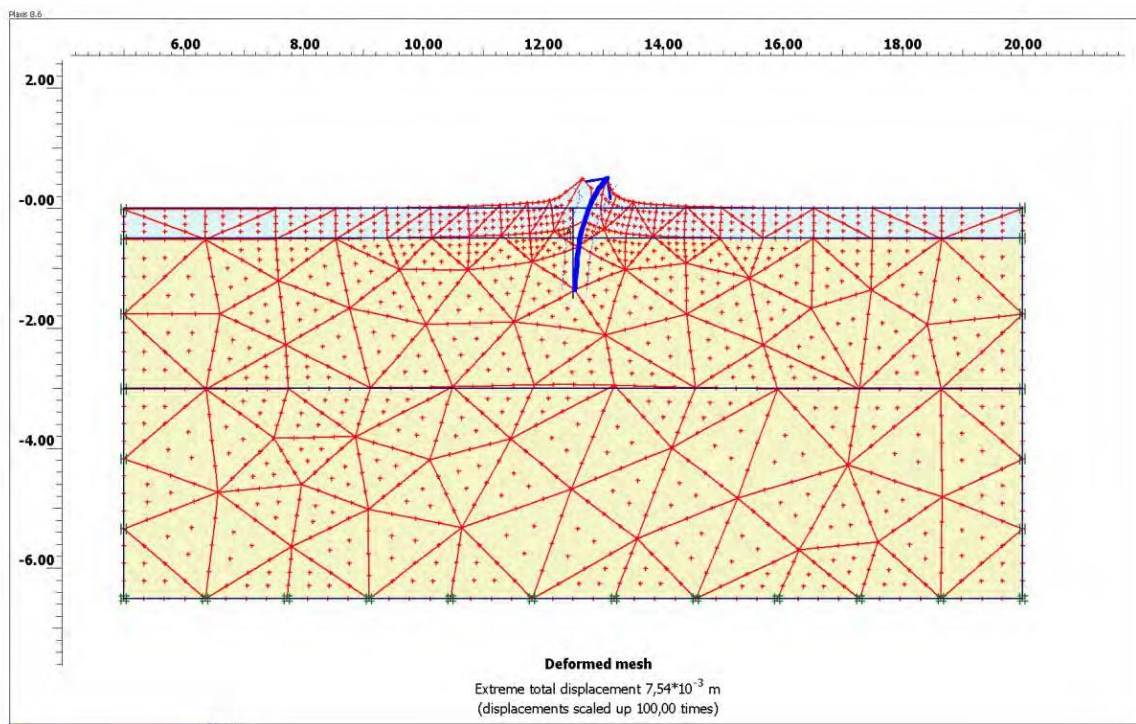
- Ensayo de arrancamiento del perfil con esfuerzo horizontal simultáneo.
- Ensayo de hundimiento del perfil con esfuerzo horizontal simultáneo.
- **Ensayo de arrancamiento, con perfil empotrado a 2,00 metros.**



- **Ensayo de hundimiento con perfil empotrado a 2,00 metros.**

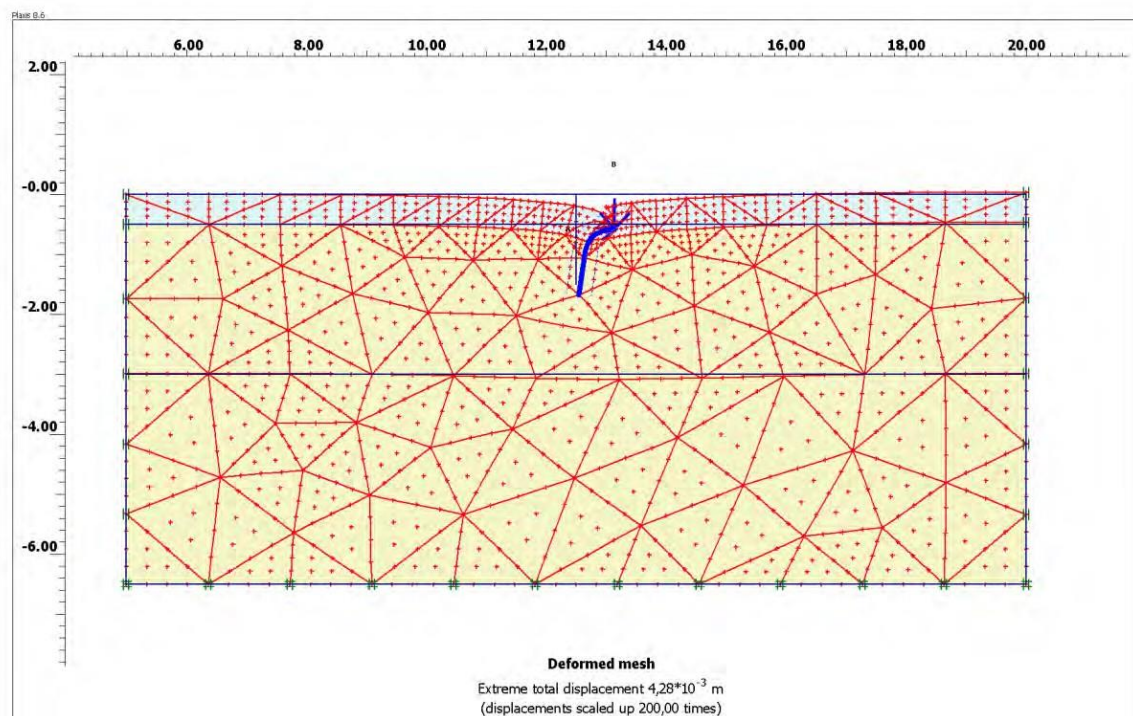


- **Ensayo de arrancamiento con perfil empotrado a 1,50 metros.**





- **Ensayo de hundimiento, con perfil empotrado a 1,50 metros.**



El resumen de las deformaciones es la siguiente:

SITUACIÓN	DEFORMACIÓN	DEFORMACIONES	DEFORMACIONES
Empotramiento 2,00 m	7 mm	Hundimiento horizontal 3,05 mm	Hundimiento horizontal 2,82 mm
Empotramiento 2,00 m	7 mm	Arrancamiento horizontal 5,16 mm	Arrancamiento horizontal 4,88 mm
Empotramiento 1,50 m	7,54 mm	Hundimiento horizontal 3,21 mm	Hundimiento horizontal 2,93 mm
Empotramiento 1,50 m	7,54 mm	Arrancamiento horizontal 5,63 mm	Arrancamiento horizontal 5,03 mm

Arrancamiento horizontal; deformación horizontal en arrancamiento.

Arrancamiento vertical; deformación vertical en arrancamiento.

Hundimiento horizontal; deformación horizontal en hundimiento.

Hundimiento vertical; deformación vertical en hundimiento.

## 10.2. Cálculo mediante métodos numéricos.

Si calculamos mediante métodos numéricos, teniendo en cuenta la formulación de la Guía de Cimentaciones en Obras de Carretera, que estudia el comportamiento de los pilotes con movimientos horizontales, así como la distribución de la deformación en profundidad, obtenemos para profundidades de empotramiento de 1,50 y 2,00 m los siguientes resultados.

En este caso, no se considera el efecto vertical de la carga, solamente el momento flector y la carga horizontal.

- **Empotramiento a 2,00 m.**

Cota Pilote	Estrato	Kh (KN/m <sup>3</sup> )	Kmuelle (KN/m)	d(mm)	Cortante (KN)	Momento (KNxm)
0,00	1	10000,00	56,00	13,94	9,34	-3,40
0,08	1	10000,00	112,00	13,07	7,77	-4,14
0,16	1	10000,00	112,00	12,20	6,38	-4,77
0,24	1	10000,00	112,00	11,32	5,15	-5,28
0,32	2	15000,00	168,00	10,45	3,37	-5,69
0,40	2	15000,00	168,00	9,58	1,78	-5,97
0,48	2	15000,00	168,00	8,70	0,35	-6,11
0,56	2	15000,00	168,00	7,83	-0,96	-6,14
0,64	2	15000,00	168,00	6,96	-2,19	-6,06
0,72	2	15000,00	168,00	6,08	-3,18	-5,89
0,80	2	15000,00	168,00	5,21	-4,00	-5,63
0,88	2	15000,00	168,00	4,34	-4,80	-5,31
0,96	2	15000,00	168,00	3,46	-5,38	-4,93
1,04	2	15000,00	168,00	2,59	-5,79	-4,50
1,12	2	15000,00	168,00	1,72	-6,08	-4,03
1,20	2	15000,00	168,00	0,84	-6,22	-3,55
1,28	2	15000,00	168,00	-0,03	-6,21	-3,05
1,36	2	15000,00	168,00	-0,90	-6,07	-2,55
1,44	2	15000,00	168,00	-1,78	-5,77	-2,07
1,52	2	15000,00	168,00	-2,65	-5,31	-1,61
1,60	2	15000,00	168,00	-3,52	-4,72	-1,18
1,68	2	15000,00	168,00	-4,40	-3,98	-0,80
1,76	2	15000,00	168,00	-5,27	-3,09	-0,48
1,84	2	15000,00	168,00	-6,14	-2,03	-0,24
1,92	2	15000,00	168,00	-7,02	-0,92	-0,07
2,00	3	20000,00	112,00	-7,89	0,00	0,00

- **Empotramiento a 1,50 m.**

Cota Pilote	Estrato	Kh (KN/m <sup>3</sup> )	Kmuelle (KN/m)	d(mm)	Cortante (KN)	Momento (KNxm)
0,00	1	10000,00	42,00	19,34	9,20	-3,40
0,06	1	10000,00	84,00	18,10	7,29	-3,94
0,12	1	10000,00	84,00	16,87	6,02	-4,39
0,18	1	10000,00	84,00	15,63	4,07	-4,74
0,24	1	10000,00	84,00	14,39	3,04	-5,00
0,30	2	15000,00	126,00	13,15	1,03	-5,17
0,36	2	15000,00	126,00	11,91	-0,46	-5,24
0,42	2	15000,00	126,00	10,68	-1,77	-5,22
0,48	2	15000,00	126,00	9,44	-2,73	-5,10
0,54	2	15000,00	126,00	8,20	-4,13	-4,93
0,60	2	15000,00	126,00	6,96	-4,91	-4,69
0,66	2	15000,00	126,00	5,72	-5,57	-4,40
0,72	2	15000,00	126,00	4,49	-6,26	-4,07
0,78	2	15000,00	126,00	3,25	-6,65	-3,69
0,84	2	15000,00	126,00	2,01	-6,86	-3,29
0,90	2	15000,00	126,00	0,77	-6,98	-2,88
0,96	2	15000,00	126,00	-0,47	-6,92	-2,46
1,02	2	15000,00	126,00	-1,71	-6,70	-2,05
1,08	2	15000,00	126,00	-2,94	-6,28	-1,65
1,14	2	15000,00	126,00	-4,18	-5,78	-1,27
1,20	2	15000,00	126,00	-5,42	-5,13	-0,93
1,26	2	15000,00	126,00	-6,66	-4,14	-0,61
1,32	2	15000,00	126,00	-7,90	-3,12	-0,36
1,38	2	15000,00	126,00	-9,13	-2,11	-0,17
1,44	2	15000,00	126,00	-	-0,68	-0,04
1,50	2	15000,00	63,00	-	0,00	0,00

### 10.3. Conclusiones.

Tal y como puede observarse, los movimientos horizontales obtenidos por métodos numéricos y los obtenidos mediante elementos finitos, dan resultados muy dispares. Los cálculos realizados mediante elementos finitos, dan valores de deformación horizontal del orden de 5 mm, en tanto que los resultados con métodos analíticos dan valores de 13 a 19 mm.

En cuanto a la deformación vertical del poste hincado, el asiento que tendrá el mismo será de 3-35 mm, en tanto que para el arrancamiento, la deformación vertical será de 4,8 a 5,0 mm.

Tal y como puede verse, la diferencia entre empotrar el perfil de 1,50 a 2,00 metros no es importante en el caso de elementos finitos, pero si en el cálculo analítico, por tanto, este es un caso en que los ensayos *Pull-Out* nos indicarán finalmente la profundidad de empotramiento.

Se ha de destacar, que el estrato inicial de 30 a 50 cm de terreno vegetal alterado, contribuye negativamente al movimiento horizontal del poste hincado, siendo importante conocer el tratamiento que se dará a este terreno vegetal, o bien entender que el mismo no será removido y los cálculos aquí hechos son correctos.

ANEJO VII

**ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS**

**PROYECTO DE EJECUCIÓN DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA  
DE 2 MW PARA AUTOCONSUMO DE LOS SECTORES  
IV, V Y VI DE LA COMUNIDAD DE REGANTES  
“SANTA MARÍA MAGDALENA”**

TÉRMINO MUNICIPAL: MENGÍBAR (JAÉN)

PROMOTOR: COMUNIDAD DE REGANTES “SANTA MARÍA MAGDALENA”

## ANEJO VII. ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS

### ÍNDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN.</b>	<b>3</b>
<b>2. MEMORIA.</b>	<b>4</b>
<b>2.1. Características de la obra.</b>	<b>4</b>
<b>2.2. Identificación de los residuos que se van a generar.</b>	<b>5</b>
2.2.1. Generalidades.	5
2.2.2. Clasificación y descripción de los residuos.	5
2.2.3. Estimación de los residuos generados.	8
<b>2.3. Medidas para la prevención de residuos.</b>	<b>9</b>
2.3.1. Medidas generales.	9
2.3.2. Adquisición de materiales.	12
2.3.3. Almacenamiento.	13
2.3.4. Vertidos Accidentales.	14
<b>2.4. Gestores de residuos propuestos.</b>	<b>15</b>

<b>2.5. Operaciones encaminadas a la posible reutilización y separación de residuos.</b>	<b>15</b>
2.5.1. <i>Reutilización de RDC's.</i>	15
2.5.2. <i>Valorización y eliminación de RDC's.</i>	16
2.5.3. <i>Medidas para la separación de RCD's en la obra.</i>	17
<b>3. PLANOS.</b>	<b>19</b>
<b>4. PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES.</b>	<b>19</b>
4.1. <b>Definiciones (según artículo 2 Ley 7/2022 de Residuos).</b>	<b>19</b>
4.2. <b>Para el Productor de Residuos (artículo 4 RD 105/2008).</b>	<b>20</b>
4.3. <b>Para el Poseedor de los Residuos en la Obra (artículo 5 RD 105/2008).</b>	<b>20</b>
4.4. <b>Con Carácter General.</b>	<b>23</b>
4.4.1. <i>Gestión de residuos de construcción y demolición.</i>	23
4.4.2. <i>Certificación de los medios empleados.</i>	23
4.4.3. <i>Limpieza de las obras.</i>	23
4.5. <b>Con Carácter Particular.</b>	<b>24</b>
<b>5. PRESUPUESTO.</b>	<b>26</b>

**PROYECTO DE EJECUCIÓN DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA  
DE 2 MW PARA AUTOCONSUMO DE LOS SECTORES  
IV, V Y VI DE LA COMUNIDAD DE REGANTES  
“SANTA MARÍA MAGDALENA”**

TÉRMINO MUNICIPAL: MENGÍBAR (JAÉN)

PROMOTOR: COMUNIDAD DE REGANTES “SANTA MARÍA MAGDALENA”

## **ANEJO VII. ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS**

### **1. INTRODUCCIÓN.**

El presente Estudio de Gestión de Residuos, se redacta de acuerdo con el *RD 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de la construcción y demolición*, y por la imposición dada en su artículo 4.1. sobre las obligaciones del productor de residuos de construcción y demolición (RCD's), que debe incluir en el proyecto de ejecución de la obra un Estudio de Gestión de RCD's.

El contenido del presente Estudio es el que a continuación se indica:

### **1. MEMORIA**

- Características de la Obra.
- Identificación de los residuos que se van a generar (según la *Decisión de la Comisión, de 18 de diciembre de 2014, por la que se modifica la Decisión 2000/532/CE, sobre la lista de residuos, de conformidad con la Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo*, en adelante Decisión 2014/955/UE).
- Medidas para la prevención de estos residuos.
- Operaciones encaminadas a la posible reutilización y separación de estos residuos.

### **2. PLANOS.**

### **3. PLIEGO DE CONDICIONES.**



## 4. PRESUPUESTO.

### 2. MEMORIA.

#### 2.1. Características de la obra.

El presente Proyecto contempla las siguientes actuaciones:

- Instalación Fotovoltaica, consistente en:
  - Planta fotovoltaica de 2 MW para Autoconsumo de los Sectores IV, V y VI de la Comunidad de Regantes “Santa María Magdalena”, bajo la modalidad sin excedentes, consistente en instalación de módulos fotovoltaicos de silicio monocristalino sobre estructura metálica fija.
  - Instalación de once (11) inversores tipo string de 175 kW, capaces de transformar la energía de corriente continua, generada por los módulos fotovoltaicos, en energía de corriente alterna.
  - Instalación eléctrica en baja tensión, que incluye los conductores, canalizaciones y elementos de protección necesarios.
  - Instalación de un Centro de Baja Tensión (CBT) en edificio prefabricado de hormigón armado que incluye, entre otros elementos, los fusibles de protección de los inversores.
  - Instalación de dos (2) transformadores de 2.500 KVA, 800V/25 kV tipo intemperie.
  - Instalación de un Centro de Media Tensión (CMT) en edificio prefabricado de hormigón armado que incluye las celdas de media tensión necesarias.
  - Instalación de una línea de evacuación subterránea de 25 kV constituida con conductor RH5Z-1 18/30 KV de 1×3×150 mm<sup>2</sup>.
  - Instalación de un centro de seccionamiento para conexión de la línea de evacuación a la estación de bobeo de los Sectores IV, V y VI.
  - Instalación de un sistema de monitorización y de un sistema antivertido.
  - Construcción de un camino de servicio en el recinto de la Planta Fotovoltaica y de una explanación para el CBT, transformadores y el CMT.

Durante la ejecución de la obra, los trabajos generadores de residuos son los siguientes:

- Desbroce de terrenos, se considera, aunque la presencia de vegetación es nula.
- Movimientos de tierras.
- Embalaje o packaging de los materiales suministrados.
- La ejecución de cualquier actividad que puede generar residuos, bien como materiales sobrantes, bien como restos procedentes de alguna demolición.

## **2.2. Identificación de los residuos que se van a generar.**

(Codificados con arreglo a la Lista Europea de Residuos publicada por la Decisión 2014/955/UE)

### *2.2.1. Generalidades.*

Durante la construcción de una obra se genera una amplia variedad de residuos, y sus características y cantidad dependen de la fase de construcción y del tipo de trabajo ejecutado.

Por ello, se hace necesario identificar los trabajos previstos en la obra y el derribo de los mismos, con los fines de contemplar el tipo y el volumen de residuos que se producirán, organizar los contenedores, e ir adaptando esas decisiones a medida que avanza la ejecución de los trabajos.

En cada fase del proceso se debe planificar la manera más adecuada de gestionar los residuos, hasta el punto de que antes de que se produzcan los residuos habría que decidir si se pueden reducir, reutilizar y reciclar.

### *2.2.2. Clasificación y descripción de los residuos.*

Los residuos están identificados y codificados según la lista de europea de residuos publicada por la Decisión 2014/955/UE, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos cuya producción se realice en una obra de construcción y/o demolición.

Se identifican las siguientes categorías de residuos RCD's:

– **RCD's de Nivel I:**

Son los residuos generados por el desarrollo de las obras de infraestructura de ámbito local o supramunicipal contenidas en los diferentes planes de actuación urbanística o planes de desarrollo de carácter regional, siendo resultado de los excedentes de excavación de los movimientos de tierra generados en el transcurso de dichas obras. Se trata, por tanto, de las tierras y materiales pétreos, no contaminados, procedentes de obras de excavación.

– **RCD's de Nivel II:**

Son los residuos generados principalmente en las actividades propias del sector de la construcción, de la demolición, de la reparación domiciliaria y de la implantación de servicios.

Son residuos no peligrosos que no experimentan transformaciones físicas, químicas o biológicas significativas.

Los residuos inertes no son solubles ni combustibles, ni reaccionan física ni químicamente ni de ninguna otra manera, ni son biodegradables, ni afectan negativamente a otras materias con las que entran en contacto de forma que puedan dar lugar a contaminación del medio ambiente o perjudicar a la salud humana. Se contemplan los residuos inertes procedentes de obras de construcción y demolición, incluidos los de obras menores de construcción y reparación domiciliaria sometidas a licencia municipal o no.

Los residuos a generar en esta obra serán tan solo los marcados con una X de la selección de residuos que a continuación se muestra de la Lista Europea establecida en la Decisión 2014/955/UE. No se considerarán incluidos en el cómputo general los materiales que no superen 1m<sup>3</sup> de aporte y no sean considerados peligrosos y requieran por tanto un tratamiento especial.

La inclusión de un material en la lista no significa, sin embargo, que dicho material sea un residuo en todas las circunstancias. Un material sólo se considera residuo cuando se ajusta a la definición de residuo según la definición de la Directiva (UE) 2018/851, es decir, cualquier sustancia u objeto del cual se desprende su poseedor, o tenga la obligación de desprenderse en virtud de las disposiciones nacionales en vigor.

<b>A.1.: RCDs Nivel I</b>	
<b>02 01. Residuos de la agricultura, horticultura, acuicultura, silvicultura, caza y pesca</b>	
X	02 01 07 Residuos de la silvicultura
<b>17 05. Tierra (incluida la tierra excavada de zonas contaminadas), piedras y lodos de drenaje.</b>	
X	17 05 04 Tierras y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03
	17 05 06 Lodos de drenaje distintos de los especificados en el código 17 05 05
<b>A.2.: RCDs Nivel II</b>	
<b>RCD: Naturaleza no pétreo</b>	
<b>15 01. Envases (incluidos los residuos de envases de la recogida selectiva municipal)</b>	
X	15 01 01 Envases de papel y cartón
X	15 01 02 Envases de plástico
	15 01 03 Envases de madera
X	15 01 10 Envases que contienen restos de sustancias peligrosas o estén contaminados por ellas
<b>17 02. Madera, vidrio y plástico</b>	
X	17 02 01 Madera
	17 02 02 Vidrio
	17 02 03 Plástico
<b>17 03. Mezclas bituminosas, alquitrán de hulla y otros productos alquitranados</b>	
	17 03 02 Mezclas bituminosas distintas a las del código 17 03 01
<b>17 04. Metales (incluidas sus aleaciones)</b>	
	17 04 01 Cobre, bronce, latón
	17 04 02 Aluminio
	17 04 03 Plomo
	17 04 04 Zinc
X	17 04 05 Hierro y Acero
	17 04 06 Estaño
	17 04 07 Metales mezclados
	17 04 11 Cables distintos de los especificados en el código 17 04 10
<b>RCD: Naturaleza pétreo</b>	
<b>01 04. Residuos de la transformación física y química de minerales no metálicos</b>	
	01 04 08 Residuos de grava y rocas trituradas distintos de los mencionados en el código 01 04 07
	01 04 09 Residuos de arena y arcilla
<b>17 01. Hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos</b>	
	17 01 01 Hormigón

	17 01 02	Ladrillos
	17 01 03	Tejas y materiales cerámicos
<b>X</b>	17 01 07	Mezclas de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos distintas de las especificadas en el código 17 01 06
<b>17 09. Otros residuos de construcción y demolición</b>		
	17 09 04	RDCs mezclados de construcción y demolición distintos a los especificados en los códigos 17 09 01, 02 y 03

Los destinos de los residuos analizados son los siguientes:

- **02 01 07. Residuos de silvicultura.** Serán acopiados en contenedores y retirados por gestor autorizado.
- **17 05 04. Tierra y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03.** Son las tierras y pétreos procedentes de la excavación, que serán reutilizadas en las unidades de obra de relleno de irregularidades y extendidos en parcelas aledañas. Siendo tierras competentes para ello.
- **15 01 01. Residuos de envases de papel y cartón.** Serán acopiados en contenedores y retirados por gestor autorizado.
- **15 01 02. Envases de plástico.** Serán acopiados en contenedores y retirados por gestor autorizado.
- **15 01 10. Envases vacíos de metal o plástico contaminado.** Serán acopiados en contenedores y retirados por gestor autorizado.
- **17 02 01. Madera.** Serán acopiados en contenedores y retirados por gestor autorizado.
- **17 04 05. Hierro y acero.** Serán acopiados en contenedores y retirados por gestor autorizado.
- **17 01 07. Mezclas de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos distintas de las especificadas en el código 17 01 06.** Serán acopiados en contenedores y retirados por gestor autorizado.

### 2.2.3. Estimación de los residuos generados.

A continuación, se realiza una estimación de los residuos que pueden ser generados en la obra. Tales residuos se corresponden con los derivados del proceso

específico de la obra, así como con otros residuos derivados de las pérdidas en la puesta en obra, embalajes de materiales, etc.

	<b>DENSIDAD APARENTE (t/m<sup>3</sup>)</b>	<b>CÓDIGO LER (Decisión 2014/055/UE)</b>	<b>MEDICIÓN (t)</b>	<b>MEDICIÓN (m<sup>3</sup>)</b>
Residuos de silvicultura	0,20	02 01 07	1,00	5,00
Tierras y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03	2,60	17 05 04	0,00	0,00
Envases de papel y cartón	0,30	15 01 01	6,00	20,00
Envases de plástico	0,90	15 01 02	7,00	7,78
Envases vacíos de metal o plástico contaminado	0,50	15 01 10	6,00	12,00
Madera	0,36	17 02 01	5,00	13,89
Hierro y acero	7,80	17 04 05	50,00	6,41
Mezclas de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos distintas de las especificadas en el código 17 01 06	1,90	17 01 07	15,00	7,89

Las cantidades de residuos se han estimado de los porcentajes de mermas, roturas, despuntes, etc. de las diversas partidas del presupuesto. Es decir, se trata de una aproximación de la que se pueden extraer los porcentajes y, sobre todo, las partidas más importantes de las que prever residuos de obra.

Las cantidades se obtienen en peso o volumen, según la partida presupuestaria, y por tanto, los totales indicados en la tabla resumen se expresan en toneladas o en metros cúbicos, siendo ambas magnitudes las que se exige en la normativa vigente. Las densidades están extraídas del CTE en su mayoría, aunque evidentemente al mezclarse varios materiales en los totales se trata de una aproximación.

### **2.3. Medidas para la prevención de residuos.**

#### *2.3.1. Medidas generales.*

Se establecen las siguientes pautas que deben interpretarse como una clara estrategia a seguir por parte del poseedor de los residuos, aportando dentro del Plan de Gestión de Residuos la información que él estime conveniente en la obra para alcanzar los siguientes objetivos:

- **Minimizar y reducir las cantidades de materias primas que se utilizan, y de los residuos que se originan, son aspectos prioritarios en las obras.**

Hay que prever la cantidad de materiales que se necesitan para la ejecución de la obra. Un exceso de materiales, además de ser caro, es origen de un mayor volumen de residuos sobrantes de ejecución. También es necesario prever el acopio de los materiales fuera de zonas de tránsito de la obra, de forma que permanezcan bien embalados y protegidos hasta el momento de su utilización, con el fin de evitar residuos procedentes de la rotura de piezas.

- **Los residuos que se originan deben ser gestionados de la manera más eficaz para su valorización.**

Es necesario prever en qué forma se va a llevar a cabo la gestión de todos los residuos que se originan en la obra. Se debe determinar la forma de valorización de los residuos, si se reutilizarán, reciclarán o servirán para recuperar la energía almacenada en ellos. El objetivo es poder disponer los medios y trabajos necesarios para que los residuos resultantes estén en las mejores condiciones para su valorización.

- **Fomentar la clasificación de los residuos que se producen de manera que sea más fácil su valorización y gestión en el vertedero.**

La recogida selectiva de los residuos es tan útil para facilitar su valorización como para mejorar su gestión en el vertedero. Así, los residuos, una vez clasificados pueden enviarse a gestores especializados en el reciclaje o deposición de cada uno de ellos, evitándose así transportes innecesarios porque los residuos sean excesivamente heterogéneos o porque contengan materiales no admitidos por el vertedero o la central recicladora.

- **Elaborar criterios y recomendaciones específicas para la mejora de la gestión.**

No se puede realizar una gestión de residuos eficaz si no se conocen las mejores posibilidades para su gestión. Se trata, por tanto, de analizar las condiciones técnicas necesarias y, antes de empezar los trabajos, definir un conjunto de prácticas para una

buena gestión de la obra, que el personal deberá cumplir durante la ejecución de los trabajos.

- **Planificar la obra teniendo en cuenta las expectativas de generación de residuos y de su eventual minimización o reutilización.**

Se deben identificar, en cada una de las fases de la obra, las cantidades y características de los residuos que se originarán en el proceso de ejecución, con el fin de hacer una previsión de los métodos adecuados para su minimización o reutilización y de las mejores alternativas para su deposición.

Es necesario que las obras vayan planificándose con estos objetivos, porque la evolución nos conduce hacia un futuro con menos vertederos, cada vez más caros y alejados.

- **Disponer de un directorio de los compradores de residuos, vendedores de materiales reutilizados y recicladores más próximos.**

La información sobre las empresas de servicios e industriales dedicadas a la gestión de residuos es una base imprescindible para planificar una gestión eficaz.

- **El personal de la obra que participa en la gestión de los residuos debe tener una formación suficiente sobre los aspectos administrativos necesarios.**

El personal debe recibir la formación necesaria para ser capaz de rellenar partes de transferencia de residuos al transportista (apreciar cantidades y características de los residuos), verificar la calificación de los transportistas y supervisar que los residuos no se manipulan de modo que se mezclen con otros que deberían ser depositados en vertederos especiales.

- **La reducción del volumen de residuos reporta un ahorro en el coste de su gestión.**

El coste actual de vertido de los residuos no incluye el coste ambiental real de la gestión de estos residuos. Hay que tener en cuenta que cuando se originan residuos también se producen otros costes directos, como los de almacenamiento en la obra,



carga y transporte; asimismo se generan otros costes indirectos, los de los nuevos materiales que ocuparán el lugar de los residuos que podrían haberse reciclado en la propia obra; por otra parte, la puesta en obra de esos materiales dará lugar a nuevos residuos. Además, hay que considerar la pérdida de los beneficios que se podían haber alcanzado si se hubiera recuperado el valor potencial de los residuos al ser utilizados como materiales reciclados.

### *2.3.2. Adquisición de materiales.*

- Los contratos de suministro de materiales deben incluir un apartado en el que se defina claramente que el suministrador de los materiales y productos de la obra se hará cargo de los embalajes en que se transportan hasta ella.  
Se trata de hacer responsable de la gestión a quien origina el residuo. Esta prescripción administrativa de la obra también tiene un efecto disuasorio sobre el derroche de los materiales de embalaje que padecemos.
- La adquisición de materiales se realizará ajustando la cantidad necesaria para evitar excedentes.
- En cada fase del proceso se debe planificar la manera más adecuada de gestionar los residuos, hasta el punto de que antes de que se produzcan los residuos habría que decidir si se pueden reducir, reutilizar y reciclar.
- En caso de existir excedentes, en primer término, se intentará su posible reutilización en otra obra.
- Se realizará un estudio de racionalización y planificación de compra y almacenamiento de materiales con la intención de priorizar aquellos que estén diseñados bajo la premisa de una menor generación de residuos.
- Se destinará una zona de almacenamiento denominada punto limpio en la obra donde depositar provisionalmente los materiales a reutilizar.
- Se reducirán los residuos de envases mediante prácticas como solicitud de materiales con envases retornables al proveedor o reutilización de envases contaminados o recepción de materiales a granel normalmente servidos en envases.
- Siempre que sea posible se solicitará a los proveedores que retiren sus propios envases.

- Se mantendrá el embalaje hasta la utilización del producto, con el fin de evitar daños sobre la materia prima que la conviertan en un residuo antes de su empleo.
- Se priorizará la utilización de materiales procedentes de reciclado y/o reutilización, suministrados en la zona de obras y con la menor cantidad posible de material de embalaje a fin de minimizar la producción de residuos.
- Se primarán las compras a granel y el uso de envases de gran capacidad y especialmente de aquellos materiales que presenten certificados ambientales.

### *2.3.3. Almacenamiento.*

- Se realizará un plan de inspecciones periódicas de materiales, productos y residuos acopiados o almacenados para garantizar que se mantiene en las debidas condiciones.
- El Constructor (poseedor de residuos) se encargará de almacenar separadamente los residuos hasta su entrega al gestor de residuos correspondiente y, en su caso, especificará en los contratos a formalizar con los subcontratistas la obligación que éstos contraen de retirar de la obra todos los residuos generados por su actividad, así como de responsabilizarse de su gestión posterior.
- Se realizará el acopio adecuado de materiales para evitar su deterioro, así como la rotura de su envase.
- Durante toda su permanencia en obra se evitará el deterioro de los embalajes y pallets, con el objetivo de reutilizarlos cuantas veces sea posible.
- Se extremarán las precauciones durante el suministro y trasiego de materiales en la obra.
- Los contenedores, sacos, depósitos y demás recipientes de almacenaje y transporte de los diversos residuos deberán estar etiquetados debidamente.

Los residuos deben ser fácilmente identificables para los que trabajan con ellos y para todo el personal de la obra. Por consiguiente, los recipientes que los contienen deben ir etiquetados, describiendo con claridad la clase y características de los residuos. Estas etiquetas tendrán el tamaño y disposición adecuada, de forma que sean visibles, inteligibles y duraderas, esto es, capaces de soportar el deterioro de los agentes atmosféricos y el paso del tiempo.

Normalmente son etiquetas que suministra el propio gestor de residuos, no obstante, deberá quedar constatado de cara a la ejecución del Plan de Gestión de Residuos la presencia de un etiquetado identificativo.

#### *2.3.4. Vertidos Accidentales.*

- **En relación con el parque de maquinaria en obra se deberá tener en cuenta lo siguiente, las subcontratas que aporten maquinaria quedarán obligadas a cumplir con los siguientes supuestos.**
  - Se debe prevenir el control sobre posibles vertidos contaminantes derivados del uso de maquinaria o herramientas que puedan generar residuos por vertido accidental. Para ello se deben tomar las medidas oportunas en la ejecución de la obra o considerar que las empresas subcontratadas que suministran la maquinaria serán las responsables y se harán cargo de los residuos generados por el uso de la maquinaria de forma directa e indirecta.
  - En caso de vertido accidental de estos componentes, procedentes de la maquinaria en operación en cualquiera de los sectores de la obra, se procederá al tratamiento inmediato de la superficie afectada con sustancias absorbentes, de las que irán provistas las distintas unidades de maquinaria. El material afectado será posteriormente retirado de modo selectivo y transportado a vertedero especial.
  - Los derrames sobre pavimento, en el caso de que se produzcan de forma accidental, deberán ser retirados mediante el uso de absorbentes (serrín, sepiolita, granulado comercial), para su posterior gestión como residuo peligroso.
  - Utilizar medios de contención (cubetos) de goteos y derrames de aceite y gasoil durante los procesos de repostaje y reparación de la maquinaria cuando proceda hacerlo, estas operaciones deberán ser realizadas en talleres, gasolineras o locales autorizados, donde los vertidos generados sean convenientemente gestionados, sin embargo, si por imprevistos no se pudiera generar se tendrán en cuenta las medidas pertinentes y preventivas.
  - Se seleccionarán, para la realización sobre la maquinaria de actividades susceptibles de generar vertidos peligrosos, los emplazamientos menos vulnerables, con suelo

impermeabilizado (solera de hormigón, pavimento, etc.), o se acondicionarán éstos mediante la colocación de lonas o elementos de impermeabilización.

#### **2.4. Gestores de residuos propuestos.**

A continuación, se detallan algunos gestores autorizados para el tratamiento y eliminación de los residuos producidos durante la ejecución de los trabajos incluidos en el presente Proyecto:

<b>GESTOR</b>	<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>RESIDUOS</b>
.	Á Recogida y Tratamiento	Todo tipo de residuos

Debido a la naturaleza de la obra, los residuos que se generarán en el tiempo serán de forma esporádica y espaciada, y en el espacio fundamentalmente se generarán de forma más puntual principalmente durante la preparación de las obras y la recepción de materiales. No obstante, la periodicidad de las entregas se fijará en el contrato con el gestor y vendrá reflejado en el Plan de Gestión de Residuos en función del ritmo de trabajos previsto y las necesidades de ejecución de la obra.

#### **2.5. Operaciones encaminadas a la posible reutilización y separación de residuos.**

##### *2.5.1. Reutilización de RDC's.*

Según el Artículo 2. Definiciones de la *Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular*, se entiende por “reutilización”, cualquier operación mediante la cual productos o componentes de productos que no sean residuos se utilizan de nuevo con la misma finalidad para la que fueron concebidos.

A continuación, se indican las operaciones de reutilización que se consideran oportunas. Hay que tener en cuenta que los materiales reutilizados deberán cumplir las características adecuadas para el fin al que se destinan, y se deberá acreditar de forma fehaciente la reutilización y destinos de los mismos.

- Las tierras procedentes de la excavación de zanjas.

- Las tierras procedentes de movimientos de tierra.

Se reutilizarán la totalidad de las tierras y pétreos procedentes de la excavación la obra, de manera que se utilizarán para los siguientes cometidos:

- Relleno de zanjas, se rellenarán las zanjas excavadas para la colocación de la tubería con las mismas tierras excavadas y compactadas.
- Compensación en caminos: Se utilizarán para habilitar y rellenar los caminos correspondientes a las zonas de paso entre los diferentes módulos de la instalación fotovoltaica.
- Acopiar en zonas autorizadas y extender en parcelas aledañas: Por último, si sobrara algún volumen de las tierras procedentes de la excavación se extenderían sobre la parcela colindante perteneciente a la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir.

#### 2.5.2. Valorización y eliminación de RDC's.

Según el Artículo 2. Definiciones de la *Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular*, se entiende por:

- “**Valorización**”, cualquier operación cuyo resultado principal sea que el residuo sirva a una finalidad útil al sustituir a otros materiales, que de otro modo se habrían utilizado para cumplir una función particular o que el residuo sea preparado para cumplir esa función en la instalación o en la economía en general.
- “**Eliminación**”, cualquier operación que no sea la valorización, incluso cuando la operación tenga como consecuencia secundaria el aprovechamiento de sustancias o materiales, siempre que estos no superen el 50 % en peso del residuo tratado, o el aprovechamiento de energía. En el anexo III se recoge una lista no exhaustiva de operaciones de eliminación.

A continuación, se definen que operaciones se llevarán a cabo en estos sentidos y cuáles van a ser los destinos de los RCD's que se produzcan en obra:

			TRATAMIENTO	DESTINO
<b>A.1.: RCDs Nivel I</b>				
<b>02 01. Residuos de la agricultura, horticultura, acuicultura, silvicultura, caza y pesca</b>				
5,00 m <sup>3</sup>	02 01 07	Residuos de la silvicultura	SEPARACIÓN	VERTEDERO
<b>17 05. Tierra, piedras y lodos de drenaje.</b>				
0,00 m <sup>3</sup>	17 05 04	Tierras y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03	REUTILIZACIÓN	OBRA
<b>A.2.: RCDs Nivel II</b>				
<b>RCD: Naturaleza no pétreo</b>				
<b>15 01. Envases (incluidos los residuos de envases de la recogida selectiva municipal)</b>				
20,00 m <sup>3</sup>	15 01 01	Envases de papel y cartón	RECICLADO	GESTOR AUTORIZADO RNPs
7,78 m <sup>3</sup>	15 01 02	Envases de plástico	RECICLADO	GESTOR AUTORIZADO RNPs
12,00 m <sup>3</sup>	15 01 10	Envases vacíos de metal o plástico contaminado	RECICLADO	GESTOR AUTORIZADO RNPs
<b>17 02 01 Madera, vidrio y plástico</b>				
13,89 m <sup>3</sup>	17 02 01	Madera	RECICLADO	GESTOR AUTORIZADO RNPs
<b>17 04. Metales (incluidas sus aleaciones)</b>				
6,41 m <sup>3</sup>	17 04 05	Hierro y Acero	SEPARACIÓN/RECICLADO	GESTOR AUTORIZADO RNPs
<b>RCD: Naturaleza pétreo</b>				
<b>17 01. Hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos</b>				
7,89 m <sup>3</sup>	17 01 07	Mezclas de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos distintas de las especificadas en el código 17 01 06.	SEPARACIÓN/RECICLADO	PLANTA RECICLAJE RCD

El Plan de Gestión de Residuos preverá la contratación de Gestores de Residuos autorizados para la correspondiente retirada y tratamiento posterior de los residuos generados en función de los criterios económicos, las necesidades de la obra y los criterios de valorización que tengan los gestores.

### 2.5.3. Medidas para la separación de RCD's en la obra.

En base al artículo 5.5 del RD 105/2008, los residuos de construcción y demolición deberán separarse en fracciones, cuando, de forma individualizada para cada una de dichas fracciones, la cantidad prevista de generación para el total de la obra supere las siguientes cantidades:

Metales	2,00 T
Madera	1,00 T
Vidrio	1,00 T

Plásticos	0,50 T
Papel y cartón	0,50 T

- Además, según el artículo 30.2 de la “Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular” que cita lo siguiente:

*“A partir del 1 de julio de 2022, los residuos de la construcción y demolición no peligrosos deberán ser clasificados en, al menos, las siguientes **fracciones: madera, fracciones de minerales (hormigón, ladrillos, azulejos, cerámica y piedra), metales, vidrio, plástico y yeso.** Asimismo, se clasificarán aquellos elementos susceptibles de ser reutilizados tales como tejas, sanitarios o elementos estructurales. Esta clasificación se realizará de forma preferente en el lugar de generación de los residuos y sin perjuicio del resto de residuos que ya tienen establecida una recogida separada obligatoria.”*

Por lo tanto, en base a lo expuesto anteriormente el poseedor de RCD’s (Contratista) tendrá la obligación de separación IN-SITU en obra los siguientes residuos, para lo cual se habilitarán los contenedores adecuados:

- Madera
- Papel y Cartón
- Plástico
- Hierro y acero

Mediante la separación de residuos se facilita su reutilización, valorización y eliminación posterior. Es por ello, por lo que se han previsto las siguientes medidas:

- A pesar de no superarse los valores límites establecidos en el artículo 5.5 del RD 105/2008, se separarán los RCD’s *in situ*.
- Detallar las zonas de acopio y/o los contenedores de los RCD’s generados por tajo.

### 3. PLANOS.

En el *Documento N° 4. Planos*, del presente Proyecto, se acompaña un plano de Gestión de Residuos, donde se expone y caracteriza la ubicación del punto limpio durante la ejecución de la obra.

### 4. PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES.

#### 4.1. Definiciones (según artículo 2 Ley 7/2022 de Residuos).

«**Productor del producto**»: cualquier persona física o jurídica que desarrolle, fabrique, procese, trate, llene, venda o importe productos de forma profesional, con independencia de la técnica de venta utilizada en su introducción en el mercado nacional. Se incluye en este concepto tanto a los que estén establecidos en el territorio nacional e introduzcan productos en el mercado nacional, como a los que estén en otro Estado miembro o tercer país y vendan directamente a hogares u otros usuarios distintos de los hogares privados mediante contratos a distancia, entendidos como los contratos en el marco de un sistema organizado de venta o prestación de servicios a distancia, sin la presencia física simultánea de las partes del contrato, y en el que se hayan utilizado exclusivamente una o más técnicas de comunicación a distancia, tales como correo postal, internet, teléfono o fax, hasta el momento de la celebración del contrato y en la propia celebración del mismo.

«**Poseedor de residuos**»: el productor de residuos u otra persona física o jurídica que esté en posesión de residuos. Se considerará poseedor de residuos al titular catastral de la parcela en la que se localicen residuos abandonados o basura dispersa, siendo responsable administrativo de dichos residuos, salvo en aquellos casos en los que sea posible identificar al autor material del abandono o poseedor anterior.

«**Gestor de residuos**»: la persona física o jurídica, pública o privada, registrada mediante autorización o comunicación que realice cualquiera de las operaciones que componen la gestión de los residuos, sea o no el productor de los mismos.



#### **4.2. Para el Productor de Residuos (artículo 4 RD 105/2008).**

Incluir en el Proyecto de ejecución de la obra en cuestión un “estudio de gestión de residuos” que debe contener como mínimo:

- a) Una estimación de los residuos que se van a generar.
- b) Las medidas para la prevención de estos residuos.
- c) Las operaciones encaminadas a la posible reutilización y separación de estos residuos.
- d) Planos de instalaciones previstas para el almacenaje, manejo, separación, etc...
- e) Pliego de Condiciones.
- f) Valoración del coste previsto de la gestión de los residuos, en capítulo específico.

En obras de demolición, rehabilitación, reparación o reforma, hacer un inventario de los residuos peligrosos, así como su retirada selectiva con el fin de evitar la mezcla entre ellos o con otros residuos no peligrosos, y asegurar su envío a gestores autorizados de residuos peligrosos.

Disponer de la documentación que acredite que los residuos han sido gestionados adecuadamente, ya sea en la propia obra, o entregados a una instalación para su posterior tratamiento por Gestor Autorizado. Esta documentación la debe guardar al menos durante los 5 años siguientes.

Si fuera necesario, por así exigírselo, constituir la fianza o garantía que asegure el cumplimiento de los requisitos establecidos en la Licencia, en relación con los residuos.

#### **4.3. Para el Poseedor de los Residuos en la Obra (artículo 5 RD 105/2008).**

La figura del poseedor de los residuos en la obra es fundamental para una eficaz gestión de los mismos, puesto que está a su alcance tomar las decisiones para la mejor gestión de los residuos y establecer las medidas preventivas para minimizar y reducir los residuos que se originan.

En síntesis, los principios que debe observar son los siguientes:

- Presentar ante el promotor un Plan que refleje cómo llevará a cabo esta gestión, si decide asumirla él mismo, o en su defecto, si no es así, estará obligado a entregarlos a un Gestor de Residuos acreditándolo fehacientemente. Si se los entrega a un intermediario que únicamente ejerza funciones de recogida para entregarlos posteriormente a un Gestor, debe igualmente poder acreditar quien es el Gestor final de estos residuos.
- Este Plan, debe ser aprobado por la Dirección Facultativa, y aceptado por la Propiedad, pasando entonces a ser otro documento contractual de la obra.
- Mientras se encuentren los residuos en su poder, los deben mantener en condiciones de higiene y seguridad, así como evitar la mezcla de las distintas fracciones ya seleccionadas, si esta selección hubiere sido necesaria, pues además establecer el articulado a partir de qué valores se ha de proceder a esta clasificación de forma individualizada.
- Debe sufragar los costes de gestión, y entregar al Productor (Promotor), los certificados y demás documentación acreditativa.
- En todo momento cumplirá las normas y órdenes dictadas.
- Todo el personal de la obra, del cual es el responsable, conocerá sus obligaciones acerca de la manipulación de los residuos de obra.
- Es necesario disponer de un directorio de compradores/vendedores potenciales de materiales usados o reciclados cercanos a la ubicación de la obra.
- Las iniciativas para reducir, reutilizar y reciclar los residuos en la obra han de ser coordinadas debidamente.
- Animar al personal de la obra a proponer ideas sobre cómo reducir, reutilizar y reciclar residuos.
- Facilitar la difusión, entre todo el personal de la obra, de las iniciativas e ideas que surgen en la misma para la mejor gestión de los residuos.
- Informar a los técnicos redactores del proyecto acerca de las posibilidades de aplicación de los residuos en la propia obra o en otra.

- Debe seguirse un control administrativo de la información sobre el tratamiento de los residuos en la obra, y para ello se deben conservar los registros de los movimientos de los residuos dentro y fuera de ella.
- Los contenedores deben estar etiquetados correctamente, de forma que los trabajadores obra conozcan dónde deben depositar los residuos.
- Siempre que sea posible, intentar reutilizar y reciclar los residuos de la propia obra antes de optar por usar materiales procedentes de otros solares.

Y específicamente, el personal de obra, que están bajo la responsabilidad del Contratista, y consecuentemente del Poseedor de los Residuos, estarán obligados a:

- Cumplir correctamente todas aquellas órdenes y normas que el responsable de la gestión de los residuos disponga. Pero, además, se puede servir de su experiencia práctica en la aplicación de esas prescripciones para mejorarlas o proponer otras nuevas.
- Etiquetar de forma conveniente cada uno de los contenedores que se van a usar en función de las características de los residuos que se depositarán.
- Las etiquetas deben informar sobre qué materiales pueden, o no, almacenarse en cada recipiente. La información debe ser clara y comprensible.
- Las etiquetas deben ser de gran formato y resistentes al agua.
- Utilizar siempre el contenedor apropiado para cada residuo. Las etiquetas se colocan para facilitar la correcta separación de los mismos.
- Separar los residuos a medida que son generados para que no se mezclen con otros y resulten contaminados.
- No colocar residuos apilados y mal protegidos alrededor de la obra, ya que, si se tropieza con ellos o quedan extendidos sin control, pueden ser causa de accidentes.
- Nunca sobrecargar los contenedores destinados al transporte. Son más difíciles de maniobrar y transportar, y dan lugar a que caigan residuos, que no acostumbran a ser recogidos del suelo.

- Los contenedores deben salir de la obra perfectamente cubiertos. No se debe permitir que la abandonen sin estarlo porque pueden originar accidentes durante el transporte.
- Para una gestión más eficiente, se deben proponer ideas referidas a cómo reducir, reutilizar o reciclar los residuos producidos en la obra.
- Las buenas ideas deben comunicarse a los gestores de los residuos de la obra para que las apliquen y las compartan con el resto del personal.

#### **4.4. Con Carácter General.**

Se trata de prescripciones a incluir en el pliego de prescripciones técnicas del Proyecto, en relación con el almacenamiento, manejo y, en su caso, otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición en obra.

##### *4.4.1. Gestión de residuos de construcción y demolición.*

La gestión de residuos según el *RD 105/2008*, se realizará con la identificación propuesta en la Lista Europea de Residuos publicada por Decisión 2014/955/UE.

La segregación, tratamiento y gestión de residuos se realizará mediante el tratamiento correspondiente por parte de empresas homologadas mediante contenedores o sacos industriales.

##### *4.4.2. Certificación de los medios empleados.*

Es obligación del contratista proporcionar a la Dirección Facultativa de la obra y a la Propiedad los certificados de los contenedores empleados, así como de los puntos de vertido final, ambos emitidos por entidades autorizadas y homologadas por la Junta de Andalucía.

##### *4.4.3. Limpieza de las obras.*

Es obligación del Contratista mantener limpias las obras y sus alrededores tanto de escombros como de materiales sobrantes, retirar las instalaciones provisionales que no sean necesarias, así como ejecutar todos los trabajos y adoptar las medidas que sean apropiadas para que la obra presente buen aspecto.

#### **4.5. Con Carácter Particular.**

Para los derribos se realizarán actuaciones previas tales como apeos, apuntalamientos, estructuras auxiliares para las partes o elementos peligrosos, referidos tanto a la propia obra como a los edificios colindantes. Como norma general, se procurará actuar retirando los elementos contaminados y/o peligrosos tan pronto como sea posible, así como los elementos a conservar o valiosos (cerámicos, mármoles...). Seguidamente se actuará desmontando aquellas partes accesibles de las instalaciones, carpinterías y demás elementos que lo permitan.

El depósito temporal de los escombros se realizará bien en sacos industriales iguales o inferiores a 1m<sup>3</sup>, con la ubicación y condicionado a lo que al respecto establezcan las ordenanzas municipales. Dicho depósito en acopios, también deberá estar en lugares debidamente señalizados y segregados del resto de residuos.

El depósito temporal para RCD's valorizables (maderas, plásticos, metales, chatarra...) que se realice en contenedores o acopios, se deberá señalar y segregar del resto de residuos de un modo adecuado.

Los contenedores deberán estar pintados en colores que destaquen su visibilidad, especialmente durante la noche, y contar con una banda de material reflectante de al menos 15cm a lo largo de todo su perímetro. En los mismos deberá figurar la siguiente información: Razón social, CIF, teléfono del titular del contenedor / envase y el número de inscripción en el registro de transportistas de residuos. Esta información también deberá quedar reflejada en los sacos industriales y otros medios de contención y almacenaje de residuos.

Los contenedores estarán situados en la parcela donde se ubicará la instalación fotovoltaica.

Los residuos peligrosos se situarán en contenedores estancos debidamente etiquetados sobre pavimento impermeabilizado y techado.

Se solicitará para concretar con cada uno de los gestores encargados de la gestión de los residuos peligrosos, acreditar los Certificados de eliminación cuando se consideré, acordes al residuo estimado.

El responsable de la obra adoptará las medidas necesarias para evitar que en el contenedor que presta servicio a la obra se depositen de residuos ajenos a la misma. Es por ello, por los contenedores permanecerán cerrados, o cubiertos al menos, fuera del horario de trabajo, para evitar el depósito de residuos ajenos a la obra a la que prestan servicio.

En el equipo de obra deberán establecerse los medios humanos, técnicos y procedimientos para la separación de cada tipo de RCD.

Se atenderán los criterios municipales establecidos (ordenanzas, condiciones de licencia de obras...), especialmente si obligan a la separación en origen de determinadas materias objeto de reciclaje o deposición.

En este último caso se deberá asegurar por parte del contratista realizar una evaluación económica de las condiciones en las que es viable esta operación, tanto por las posibilidades reales de ejecutarla como por disponer de plantas de reciclaje o gestores de RCD's adecuados. La Dirección de Obra será la responsable de tomar la última decisión y de su justificación ante las autoridades locales o autonómicas pertinentes.

Se deberá asegurar en la contratación de la gestión de los RCD's que el destino final (planta de reciclaje, vertedero, cantera, incineradora...) son centros con la autorización autonómica de la Consejería que tenga atribuciones para ello, así mismo se deberá contratar sólo transportistas o gestores autorizados por dicha Consejería e inscritos en el registro pertinente. Se llevará a cabo un control documental en el que quedarán reflejados los avales de retirada y entrega final de cada transporte de residuos

La gestión tanto documental como operativa de los residuos peligrosos que se hallen en una obra de derribo o de nueva planta se regirá conforme a la legislación nacional

y autonómica vigente y a los requisitos de las ordenanzas municipales. Asimismo, los residuos de carácter urbano generados en las obras (restos de comidas, envases...) serán gestionados acorde con los preceptos marcados por la legislación y autoridad municipal correspondiente.

En el caso de que se descubrieran restos de amianto a dismantelar en la obra, se seguirán los pasos marcados por la Decisión 2014/955/UE por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos para poder considerarlos como peligroso o no peligrosos. En cualquier caso, siempre se cumplirán los preceptos dictados por el *RD 108/1991, de 1 de febrero sobre la prevención y reducción de la contaminación del medio ambiente producida por el amianto*, así como la legislación laboral al respecto.

Los restos de lavado de canaletas / cubas de hormigón serán tratadas como escombros. Se evitará en todo momento la contaminación con productos tóxicos o peligrosos de los plásticos y restos de madera para su adecuada segregación, así como la contaminación de los acopios o contenedores de escombros con componentes peligrosos. Las tierras superficiales que pueden tener un uso posterior para jardinería, o recuperación de los suelos degradados, serán retiradas y almacenadas durante el menor tiempo posible en caballones de altura no superior a 2 metros. Se evitará la humedad excesiva, la manipulación y la contaminación con otros materiales.

## 5. PRESUPUESTO.

Código	Ud	Descripción	Cantidad	Precio (€/ud)	Importe (€)
G01007	ud	Cambio/entrega contenedor 75 km	16,00	109,41	1.750,56
G01013	m <sup>3</sup>	Clasificación de RCDs inertes por medios manuales	66,56	12,81	852,63
G01014	m <sup>3</sup>	Clasificación de RCDs metales por medios manuales	6,41	25,62	164,22
G01002	mes	Alquiler contenedor RCD 6 m <sup>3</sup>	50,00	85,48	4.274,00
<b>TOTAL</b>					<b>7.041,41</b>

El Presupuesto de Ejecución Material correspondiente al Plan de Gestión de Residuos del presente Proyecto asciende a la cantidad de **SIETE MIL CUARENTA Y UN EUROS CON CUARENTA Y UN CÉNTIMOS (7.041,41 €)**.

**Córdoba, octubre de 2023.**

**EL INGENIERO AGRÓNOMO**

**Fdo.:**



**EL INGENIERO AGRÓNOMO**

**Fdo.:**





ANEJO VIII

**AHORRO ENERGÉTICO**

**PROYECTO DE EJECUCIÓN DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA  
DE 2 MW PARA AUTOCONSUMO DE LOS SECTORES  
IV, V Y VI DE LA COMUNIDAD DE REGANTES  
“SANTA MARÍA MAGDALENA”**

TÉRMINO MUNICIPAL: MENGÍBAR (JAÉN)

PROMOTOR: COMUNIDAD DE REGANTES “SANTA MARÍA MAGDALENA”

## ANEJO VIII. AHORRO ENERGÉTICO

### ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN. _____	4
2. DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL. ESQUEMA FUNCIONAL. _____	4
2.1. Datos generales de la Comunidad de Regantes. _____	4
2.2. Infraestructura hidráulica del riego. _____	5
2.3. Infraestructura eléctrica. _____	8
2.4. Equipos consumidores de energía. _____	9
2.5. Funcionamiento y manejo de las instalaciones. _____	11
3. CONSUMO ENERGÉTICO DE LA COMUNIDAD DE REGANTES. _____	12
3.1. Datos generales de consumo de energía eléctrica. _____	14
3.1.1. Datos provenientes de facturas. _____	14
3.1.2. Otros datos provenientes de facturas. _____	16
3.1.3. Consumos equivalentes. _____	18
3.2. Consumo energético asociado a la Estación de Bombeo de los Sectores IV, V y VI. _____	18

3.2.1. Consumo energético mensual.	18
3.2.2. Consumo energético mensual por periodos.	19
3.2.3. Consumos equivalentes.	20
<b>4. ACTUACIONES PROYECTADAS PARA DISMINUIR LA DEPENDENCIA ENERGÉTICA.</b>	<b>20</b>
<b>4.1. Descripción de las actuaciones proyectadas.</b>	<b>20</b>
4.1.1. Descripción General.	20
4.1.2. Instalación Fotovoltaica.	21
4.1.3. Inversores.	23
4.1.4. Instalación eléctrica de Baja Tensión.	24
4.1.5. Centro de Baja Tensión.	25
4.1.6. Transformadores.	26
4.1.7. Centro de Media Tensión (CMT).	26
4.1.8. Línea de evacuación.	27
4.1.9. Centro de seccionamiento.	27
4.1.10. Sistema antivertido.	28
4.1.11. Sistema de monitorización.	28
<b>4.2. Funcionamiento y manejo de las actuaciones proyectadas.</b>	<b>32</b>
<b>5. CONSUMO ENERGÉTICO, PREVISTO TRAS LAS ACTUACIONES PROYECTADAS.</b>	<b>32</b>
<b>5.1. Consumo energético actual.</b>	<b>32</b>
<b>5.2. Consumo energético actualizado.</b>	<b>34</b>
<b>5.3. Ahorro energético.</b>	<b>36</b>
5.3.1. Procedimiento de cálculo.	36
5.3.2. Resultados.	37

5.4. Consumo energético previsto tras la actuación. _____	39
<b>6. BALANCE DEL AHORRO ENERGÉTICO: COMPARATIVO CONSUMOS PREACTUACIÓN-POSTACTUACIÓN. _____</b>	<b>40</b>
<b>7. RESULTADOS AMBIENTALES. _____</b>	<b>42</b>
<b>8. PLAN DEL CONTROL DE AHORRO ENERGÉTICO DURANTE LOS 5 AÑOS POSTERIORES A LA ACTUACIÓN. _____</b>	<b>43</b>
<b>GRÁFICO Nº 1 _____</b>	<b>45</b>
<b>GRÁFICO Nº 2 _____</b>	<b>46</b>
<b>GRÁFICO Nº 3 _____</b>	<b>47</b>
<b>GRÁFICO Nº 4 _____</b>	<b>48</b>
<b>GRÁFICO Nº 5 _____</b>	<b>49</b>

**PROYECTO DE EJECUCIÓN DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA  
DE 2 MW PARA AUTOCONSUMO DE LOS SECTORES  
IV, V Y VI DE LA COMUNIDAD DE REGANTES  
“SANTA MARÍA MAGDALENA”**

TÉRMINO MUNICIPAL: MENGÍBAR (JAÉN)

PROMOTOR: COMUNIDAD DE REGANTES “SANTA MARÍA MAGDALENA”

## **ANEJO VIII. AHORRO ENERGÉTICO**

### **1. INTRODUCCIÓN.**

Debido al aumento del coste de la energía que se ha venido produciendo en los últimos años, se ha planteado con el presente Proyecto la implantación de una instalación fotovoltaica que satisfaga la mayor parte de las necesidades energéticas de los Sectores IV, V y VI de la *Comunidad de Regantes “Santa María Magdalena”* (en adelante, Comunidad de Regantes), de forma que a medio y largo plazo la instalación permita lograr un menor coste de explotación.

### **2. DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL. ESQUEMA FUNCIONAL.**

#### **2.1. Datos generales de la Comunidad de Regantes.**

La zona regable de esta Comunidad de Regantes comprende una superficie de 6.000,00 Ha, las cuales se extienden por los términos municipales de Cazalilla, Jaén y Mengíbar, en la provincia de Jaén.

La Comunidad de Regantes se encuentra encuadrada en la margen izquierda del río Guadalquivir.

Está compuesta por 871 socios que se reparten un total de 1.802 parcelas, siendo la superficie media por parcela de 3,33 ha.

Las instalaciones de riego de la Comunidad de Regantes se encuentran modernizadas desde el año 2015.

La Comunidad de Regantes dispone de una concesión de aguas públicas para uso de regadío, con las siguientes características:

- **Clase de aprovechamiento:** .....Riego
- **Captación**..... Río Guadalquivir
- **Caudal Continuo** .....1.250,00 l/s
- **Volumen Máximo Mensual** .....3.125.000 m<sup>3</sup>
- **Volumen Máximo Anual** ..... 12.500.000 m<sup>3</sup>
- **Superficie Regable** .....6.000,00 Ha
  - Superficie de Olivar .....4.250,00 Ha
  - Superficie de Tierra Calma .....1.750,00 Ha
- **Dotación máxima - Olivar:** ..... 1.500 m<sup>3</sup>/Ha y año
- **Dotación máxima – Tierra Calma:** ..... 3.500 m<sup>3</sup>/Ha y año
- **Términos Municipales** ..... Mengíbar, Jaén y Cazalilla

La ubicación exacta de la Comunidad de Regantes y la delimitación de su zona regable pueden observarse con detalle en los correspondientes planos adjuntos.

## 2.2. Infraestructura hidráulica del riego.

A pesar de que las actuaciones de este Proyecto solo afectan a los Sectores IV, V y VI de la Comunidad de Regantes, existen infraestructuras comunes con el resto de sectores de riego, por lo que se hará a continuación una breve descripción de la infraestructura hidráulica existente en la Comunidad de Regantes, para una mejor comprensión de las actuaciones a llevar a cabo.

La Comunidad de Regantes cuenta con una toma en la margen izquierda del río Guadalquivir, en las siguientes coordenadas UTM, según el sistema de referencia ETRS89:

COORDENADAS UTM
X = 429.006
Y = 4.204.070

En el mismo punto de toma se encuentra la estación de bombeo, donde se encuentran cuatro (4) grupos motobomba de eje vertical, cada uno de 1.470 kW, con un caudal de 700 l/s a una altura manométrica de 150 m.c.a.

Desde la estación de bombeo parte una tubería de impulsión de acero helicoidal electrosoldado tipo X-42, según API 5L, en  $\varnothing$  1.800 mm y espesor 12,7 mm, hacia una balsa de regulación.

La balsa de regulación, ubicada en el Paraje de Tejas, está excavada en tierra y con terraplenes procedentes de la propia excavación, debidamente compactados y con su vaso impermeabilizado con lámina PEAD, con una capacidad total de 175.703,20 m<sup>3</sup>.

A partir de la balsa de regulación se abastecen por gravedad los Sectores I, II y III, por lo que la balsa dispone de tomas de fondo independientes para cada sector. Además, existe otra toma, que abastece la estación de bombeo de los Sectores IV, V y VI.

Desde cada una de las tomas de los Sectores I, II y III, se abastecen a las estaciones de filtrado independientes de cada sector, constituidas por filtros de malla autolimpiantes de 12", con un grado de filtración de partículas de 125  $\mu$ . Concretamente, la del Sector I se constituye por 6 unidades, la del Sector II por 7 unidades y la del Sector III por 8 unidades.

A partir de cada estación de filtrado, parte la red de distribución de cada sector, constituida por una red ramificada de tuberías de PEAD y PVC, en varios timbrajes y con diámetros comprendidos entre los 1.000 mm y los 75 mm.

Como se ha mencionado con anterioridad, también desde la balsa, se abastece la estación de bombeo de los Sectores IV, V y VI, donde se encuentran tres (3) grupos horizontales de cámara partida, cada uno de 500 kW, con un caudal unitario de 283 l/s a una

altura manométrica de 119 m.c.a. En esta misma estación de bombeo se encuentran un grupo de bombeo de 30 kW y otro de 70 kW, que se emplean para dar presión a una pequeña zona deficitaria perteneciente al Sector II.

Desde la estación de bombeo de los sectores IV, V y VI, parte una tubería de impulsión hasta la balsa de consolidación, constituida por una tubería de acero helicoidal electrosoldado tipo X-42, según API 5L, en Ø 900 mm y espesor 10,0 mm.

La balsa de consolidación, ubicada en el Paraje de Pozopimiento, está excavada en tierra y con terraplenes procedentes de la propia excavación, debidamente compactados y con su vaso impermeabilizado con lámina PEAD, con una capacidad total de 131.650,61 m<sup>3</sup>.

A partir de la balsa de consolidación, se alimenta la estación de filtrado de los sectores IV, V y VI, constituida por 14 filtros de malla autolimpiantes de 12", con un grado de filtración de partículas de 125 µ.

Desde esta estación de filtrado se abastecen por gravedad, los Sectores IV, y V, y a través de un rebombeo, el Sector VI.

Para la puesta en carga del Sector VI, a continuación de los equipos de filtrado, existen los siguientes grupos motobomba:

- Dos (2) grupos horizontales de cámara partida, cada uno de 120 kW, con un caudal unitario de 62,5 l/s a una altura manométrica de 105 m.c.a.
- Dos (2) grupos horizontales de cámara partida, de 37 kW, con un caudal unitario de 20 l/s a una altura manométrica de 105 m.c.a.

A continuación de la estación de filtrado parte la red de distribución de los Sectores IV, V y VI, constituida por una red ramificada de tuberías, en varios timbrajes, para la que se ha empleado el acero helicoidal electrosoldado para el diámetro 700 mm, y el PVC-O para los diámetros comprendidos entre los 630 mm y los 75 mm.



En la red de distribución de cada uno de los sectores de riego se encuentran las acometidas de parcela, constituidas por válvulas hidráulicas con contador de 2”, 3”, 4” o 6” con pilotos de reducción de presión y de limitación de caudal, y con válvula de corte para uso del agricultor.

### **2.3. Infraestructura eléctrica.**

Las instalaciones eléctricas de la Comunidad de Regantes cuentan con dos puntos de suministro, que son los siguientes:

<b>Nº PUNTO SUMINISTRO</b>	<b>Nº CUPS</b>	<b>DIRECCIÓN</b>
1	ES0031101458061001FRF	CR Piquillo S/N
2	ES0031105167658001TA0F	CL Paraje Pozo Pimiento

El punto de suministro que alimenta la estación de bombeo de los Sectores IV, V y VI es el N° 1, con N° de CUPS ES0031101458061001FRF.

El punto de suministro N° 2, con N° de CUPS ES0031105167658001TA0F alimenta la estación de filtrado de los Sectores IV, V y VI, donde se alojan los grupos motobomba que abastecen al Sector VI, cuyo funcionamiento no se verá afectado por las instalaciones proyectadas.

Por lo tanto, a continuación, se describirán las instalaciones eléctricas que afectan a la instalación proyectada, las cuales están asociadas al punto de suministro N° 1.

El punto de conexión con la compañía distribuidora se encuentra en la estación de bombeo ubicada junto a la toma del río. En el mismo edificio se encuentra el centro de seccionamiento y medida existente en 25 kV, que alimenta el centro de protección donde se encuentran cuatro (4) transformadores de 2.000 kVA 25/6 kV que alimentan los cuatro (4) grupos verticales de 1.470 kW, así como una línea subterránea de unos 1.900 m de longitud, que abastece la estación de bombeo de los Sectores IV, V y VI.

En la estación de bombeo de los Sectores IV, V y VI se encuentran las celdas de protección y medida, así como un transformador de 2.000 kVA 25/0,69 kV que alimentan

los tres (3) grupos horizontales de cámara partida de 500 kW, así como los grupos de bombeo de 30 y 70 kW.

Para la medida del consumo energético de la estación de bombeo de los Sectores IV, V y VI se dispone de un contador existente.

Junto a la misma estación de bombeo de los Sectores IV, V y VI se encuentra una instalación fotovoltaica de 3,5 MW, para autoconsumo, cuyo vertido se produce en el punto frontera ubicado en la estación de bombeo del río.

### 2.4. Equipos consumidores de energía.

Dentro de este apartado, se describirán los equipos consumidores de energía de esta Comunidad de Regantes asociados al punto de suministro N° 1.

Como equipos consumidores de energía principales se consideran los grupos de bombeo ubicados tanto en la Estación de Bombeo, como en la estación de bombeo de los Sectores IV, V y VI.

Estos grupos de bombeo consumidores de energía son los siguientes:

Identificación Grupo 1:	ESTACIÓN DE BOMBEO		
<u>BOMBA</u>			
Nº de grupos en paralelo:	<b>4</b>	Potencia hidráulica absorbida (kW):	<b>1.400,00</b>
Son los grupos iguales:	<b>SI</b>	Potencia máxima (kW):	<b>1.470,00</b>
Tipo de agrupación*:	<b>1+1+1+1</b>	Rendimiento (%):	---
Tipo de Bomba:	<b>Vertical</b>	Caudal medio bombeado (l/s): Volumen anual bombeado (m³): Horas de funcionamiento diarias: Horas de funcionamiento anual:	---
Altura Manométrica (m.c.a):	<b>157,00</b>		---
Diámetro impulsor (mm):	---		---
Diámetro impulsión (mm):	---		---
Velocidad (r.p.m)	<b>1.500</b>	Caudal (m³/h):	<b>2.580,00</b>
<u>MOTOR</u>			
<b>GRUPO 1, 2, 3 y 4</b>			
Nº de motores:	<b>4</b>	Tipo de motor:	---
Son los grupos iguales:	<b>SI</b>		
Frecuencia (Hz):	<b>50</b>		

**ANEJO VIII**

Identificación Grupo 1:	<b>ESTACIÓN DE BOMBEO</b>		
<u>BOMBA</u>			
Voltaje (V):	<b>6.000</b>	Aislamiento:	---
Velocidad de giro (rpm):	<b>1.500</b>	Protección / Refrigeración:	<b>IP-685/ Por aire</b>
Potencia del motor (kW):	<b>1.470</b>	Montaje / Acoplamiento:	---
Forma:	---	Años de funcionamiento:	<b>14</b>
Identificación Grupo 2:	<b>ESTACIÓN BOMBEO DE LOS SECTORES IV, V Y VI</b>		
<u>BOMBA</u>			
Nº de grupos en paralelo:	<b>3</b>	Potencia hidráulica absorbida (kW):	<b>350,00</b>
Son los grupos iguales:	<b>SI</b>	Potencia máxima (kW):	<b>500,00</b>
Tipo de agrupación*:	<b>1+1+1</b>	Rendimiento (%):	---
Tipo de Bomba:	<b>Horizontal – Cámara Partida</b>	Caudal medio bombeado (l/s): Volumen anual bombeado (m³): Horas de funcionamiento diarias: Horas de funcionamiento anual:	---
Altura Manométrica (m.c.a):	<b>100,54</b>		----
Diámetro impulsor (mm):	---		----
Diámetro impulsión (mm):	---		----
Velocidad (r.p.m)	<b>1.488</b>	Caudal (m³/h):	<b>1.020,00</b>
<u>MOTOR</u>			
<b>GRUPO 5, 6 y 7</b>			
Nº de motores:	<b>3</b>	Tipo de motor:	---
Son los grupos iguales:	<b>SI</b>		
Frecuencia (Hz):	<b>50</b>		
Voltaje (V):	---	Aislamiento:	---
Velocidad de giro (rpm):	<b>1.488</b>	Protección / Refrigeración:	<b>--- / Por aire</b>
Potencia del motor (kW):	<b>500,00</b>	Montaje / Acoplamiento:	---
Forma:	---	Años de funcionamiento:	<b>12</b>

Identificación Grupo 3:	<b>ESTACIÓN BOMBEO DE LOS SECTORES IV, V Y VI</b>		
<u>BOMBA</u>			
Nº de grupos en paralelo:	<b>1</b>	Potencia hidráulica absorbida (kW):	<b>70,00</b>
Son los grupos iguales:	---	Potencia máxima (kW):	---
Tipo de agrupación*:	---	Rendimiento (%):	---
Tipo de Bomba:	<b>Horizontal</b>	Caudal medio bombeado (l/s): Volumen anual bombeado (m³): Horas de funcionamiento diarias: Horas de funcionamiento anual:	---
Altura Manométrica (m.c.a):	<b>80,00</b>		----
Diámetro impulsor (mm):	---		----
Diámetro impulsión (mm):	---		----
Velocidad (r.p.m)	<b>1.500</b>	Caudal (m³/h):	<b>180,00</b>
<u>MOTOR</u>			
<b>GRUPO 8</b>			
Nº de motores:	<b>1</b>	Tipo de motor:	---

Identificación Grupo 3:	<b>ESTACIÓN BOMBEO DE LOS SECTORES IV, V Y VI</b>		
Son los grupos iguales:	---		
Frecuencia (Hz):	<b>50</b>		
Voltaje (V):	---	Aislamiento:	---
Velocidad de giro (rpm):	<b>1.500</b>	Protección / Refrigeración:	--- / <b>Por aire</b>
Potencia del motor (kW):	---	Montaje / Acoplamiento:	---
Forma:	---	Años de funcionamiento:	<b>8</b>

Identificación Grupo 4:	<b>ESTACIÓN BOMBEO DE LOS SECTORES IV, V Y VI</b>		
<u>BOMBA</u>			
Nº de grupos en paralelo:	<b>1</b>	Potencia hidráulica absorbida (kW):	<b>30,00</b>
Son los grupos iguales:	---	Potencia máxima (kW):	---
Tipo de agrupación*:	---	Rendimiento (%):	---
Tipo de Bomba:	<b>Vertical</b>	Caudal medio bombeado (l/s):	---
Altura Manométrica (m.c.a):	<b>80,00</b>	Volumen anual bombeado (m³):	----
Diámetro impulsor (mm):	---	Horas de funcionamiento diarias:	----
Diámetro impulsión (mm):	---	Horas de funcionamiento anual:	----
Velocidad (r.p.m)	<b>1.500</b>	Caudal (m³/h):	<b>90,00</b>
<u>MOTOR</u>			
<b>GRUPO 9</b>			
Nº de motores:	<b>1</b>		
Son los grupos iguales:	---	Tipo de motor:	---
Frecuencia (Hz):	<b>50</b>		
Voltaje (V):	---	Aislamiento:	---
Velocidad de giro (rpm):	<b>1.500</b>	Protección / Refrigeración:	--- / <b>Por aire</b>
Potencia del motor (kW):	---	Montaje / Acoplamiento:	---
Forma:	---	Años de funcionamiento:	<b>8</b>

## 2.5. Funcionamiento y manejo de las instalaciones.

Como datos a destacar del funcionamiento y manejo de las instalaciones de esta Comunidad de Regantes, se indica lo siguiente:

El agua es 100% de origen superficial, tomada íntegramente del río Guadalquivir.

El agua captada del río se eleva a la balsa de regulación empleando los grupos de bombeo 1, 2, 3 y 4.

En todo momento se ajusta el agua captada a la demanda real que existe en cada periodo, para mantener el nivel de las balsas de regulación lo más constante posible.

Desde la balsa de regulación, la Comunidad de Regantes suministra agua de riego a la demanda, a los Sectores I, II, III, IV, V y VI, asegurando a sus comuneros un caudal continuo 0,21 l/s/Ha con una presión mínima de 3 bar en la acometida de parcela.

Los Sectores I, II y III se abastecen directamente desde la balsa de regulación

Desde la balsa de regulación, a través de la estación de bombeo de los Sectores IV, V y VI, se abastece la balsa de consolidación, mediante una tubería de impulsión. Para ello se emplean los grupos de bombeo 5, 6 y 7.

Desde la misma estación de bombeo de los Sectores IV, V y VI, mediante los grupos de bombeo 8 y 9, se abastece una pequeña zona con déficit de presión, perteneciente al Sector II.

Al igual que en la balsa de regulación, el nivel de la balsa de consolidación se mantendrá lo más constante posible, ajustando en todo momento el agua elevada a la demanda real que existe en cada periodo,

Desde esta balsa de consolidación se abastece la estación de filtrado de los sectores IV, V y VI, desde donde se abastecen por gravedad los Sectores IV y V y mediante unos grupos de bombeo el sector VI.

### **3. CONSUMO ENERGÉTICO DE LA COMUNIDAD DE REGANTES.**

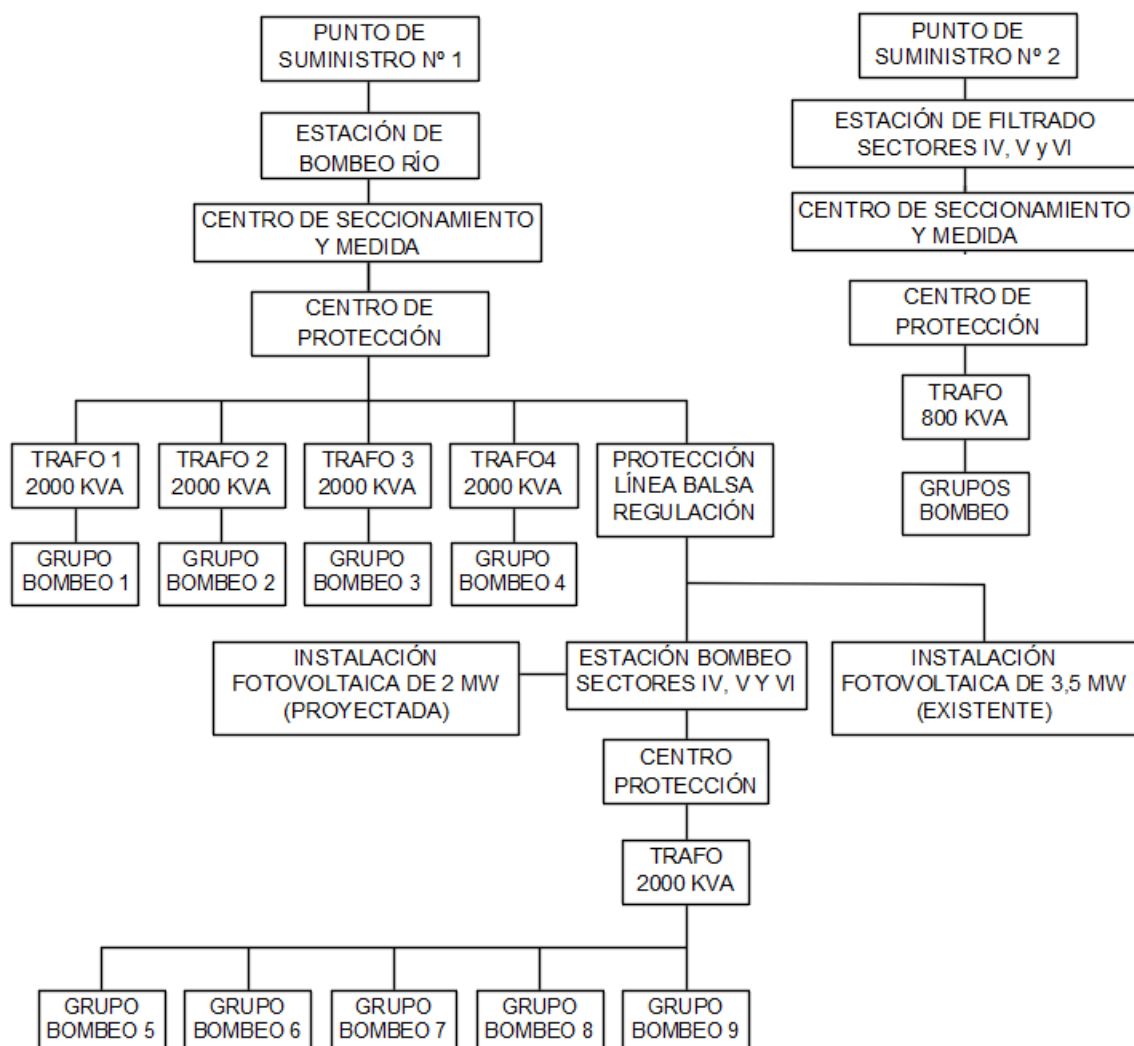
Las instalaciones eléctricas de la Comunidad de Regantes cuentan con dos puntos de suministro, que son los siguientes:

Nº PUNTO SUMINISTRO	Nº CUPS	DIRECCIÓN
1	ES0031101458061001FRF	CR Piquillo S/N
2	ES0031105167658001TA0F	CL Paraje Pozo Pimiento

El punto de suministro que alimenta la estación de bombeo de los Sectores IV, V y VI es el N° 1, con N° CUPS ES0031101458061001FRF.

El punto de suministro N° 2, con N° de CUPS ES0031105167658001TA0F alimenta la estación de filtrado de los Sectores IV, V y VI, donde se alojan los grupos motobomba que abastecen al Sector VI, cuyo funcionamiento no se verá afectado por las instalaciones proyectadas.

El esquema de la Comunidad de Regantes se muestra a continuación.



Como se puede apreciar en el esquema anterior, las instalaciones de la estación de bombeo de los Sectores IV, V y VI están conectados al contador general correspondiente al Punto de Suministro N° 1, cuya lectura sirve para que la comercializadora de energía facture por el total de energía consumida en dicho punto.

La estación de bombeo de los Sectores IV, V y VI dispone de un contador existente para la medida del consumo energético. Sin embargo, dicho contador no permite obtener la curva de carga de la demanda anual de la instalación.

Por lo tanto, para calcular el ahorro energético que conllevará este Proyecto, será necesario que de la energía consumida en el Punto de Suministro N° 1, se extraiga la correspondiente a la estación de bombeo de los Sectores IV, V y VI.

Todo ello se puede deducir teniendo en cuenta el consumo de potencia de los grupos de bombeo ubicados en dicha estación de bombeo.

Para ello, partiendo de la curva de carga anual asociada al Punto de Suministro N° 1, y teniendo en cuenta que los tramos de potencia consumida en dicho punto se encuentran claramente diferenciados, se pueden deducir las bombas de la estación de bombeo del Sector IV, V y VI que han estado funcionando en cada momento, y con ello, la curva de carga asociada a dicha estación de bombeo.

### **3.1. Datos generales de consumo de energía eléctrica.**

#### *3.1.1. Datos provenientes de facturas.*

Para la evaluación del consumo de energía eléctrica actual, considerado en este Proyecto, se han analizado las facturas del punto de suministro afectado, durante los años 2020, 2021 y 2022, según se detallan en las siguientes tablas:

<b>Identificación Suministro:</b>	COMUNIDAD DE REGANTES "SANTA MARÍA MAGDALENA"
<b>Referencias Contrato:</b>	<b>97103071427</b> (De acceso) <b>519317</b> (Suministro)
<b>Compañía distribuidora:</b>	COMPAÑÍA SEVILLANA DE ELECTRICIDAD, S.A.
<b>Compañía suministradora:</b>	ENERGÍA V.M. GESTIÓN DE ENERGÍA, S.L.U.

<b>Identificación (CUPS):</b>	ES0031101458061001FR0F
<b>Tarifa:</b>	6.1TD
<b>Tensión acometida (kV)</b>	25
<b>Potencia contratada:</b>	P1: 50 kW; P2: 50 kW; P3: 50 kW; P4: 50 kW; P5: 50 kW; P6: 5.800 kW

<b>Identificación Suministro:</b>	COMUNIDAD DE REGANTES "SANTA MARÍA MAGDALENA"			
	<b>CONSUMO (kWh)</b>			
	<b>AÑO 2020</b>	<b>AÑO 2021</b>	<b>AÑO 2022</b>	<b>PROMEDIO</b>
<b>MES</b>				
ENERO	9.290,00	10.849,00	8.853,00	9.664,00
FEBRERO	104.987,00	9.136,00	113.058,00	75.727,00
MARZO	277.883,00	168.621,00	67.279,00	171.261,00
ABRIL	74.835,00	466.184,00	33.540,00	191.519,67
MAYO	248.510,00	740.852,00	194.794,00	394.718,67
JUNIO	858.319,00	1.003.824,00	418.029,00	760.057,33
JULIO	1.563.892,00	1.720.312,00	631.046,00	1.305.083,33
AGOSTO	1.727.153,00	1.419.958,00	612.268,00	1.253.126,33
SEPTIEMBRE	1.095.855,00	522.644,00	601.732,00	740.077,00
OCTUBRE	794.645,00	348.088,00	198.823,00	447.185,33
NOVIEMBRE	49.970,00	7.403,00	24.518,00	27.297,00
DICIEMBRE	10.776,00	7.671,00	47.279,00	21.908,67
<b>TOTAL AÑO:</b>	<b>6.816.115,00</b>	<b>6.425.542,00</b>	<b>2.951.219,00</b>	<b>5.397.625,33</b>

Como puede observarse, durante los años 2021 y 2022, el consumo de la Comunidad de Regantes desciende progresivamente debido a las restricciones producidas como consecuencia del periodo de sequía que se está padeciendo. Además, en el año 2022 entra en funcionamiento una instalación fotovoltaica de autoconsumo de 3,5 MW, cuyo punto de vertido se encuentra en el punto frontera asociado al Punto de Suministro N° 1.

Por dicho motivo, en el cálculo se tendrá en cuenta el consumo correspondiente al año 2020, por considerarse un año de consumo normal. De este modo, el consumo actual considerado se recoge a continuación.



<b>MES</b>	<b>CONSUMO ACTUAL (kWh)</b>
ENERO	9.290,00
FEBRERO	104.987,00
MARZO	277.883,00
ABRIL	74.835,00
MAYO	248.510,00
JUNIO	858.319,00
JULIO	1.563.892,00
AGOSTO	1.727.153,00
SEPTIEMBRE	1.095.855,00
OCTUBRE	794.645,00
NOVIEMBRE	49.970,00
DICIEMBRE	10.776,00
<b>TOTAL AÑO:</b>	<b>6.816.115,00</b>

3.1.2. Otros datos provenientes de facturas.

3.1.2.1. Año 2020.

<b>Mes</b>	<b>Energía Activa (kWh)</b>					
	<b>P1</b>	<b>P2</b>	<b>P3</b>	<b>P4</b>	<b>P5</b>	<b>P6</b>
Enero	1.567,0	2.560,00	0,00	0,00	0,00	5.163,00
Febrero	1.527,0	2.507,00	0,00	0,00	0,00	100.953,00
Marzo	0,00	0,00	1.705,00	2.728,00	0,00	273.450,00
Abril	0,00	0,00	0,00	0,00	4.238,00	70.597,00
Mayo	0,00	0,00	0,00	0,00	3.814,00	244.696,00
Junio	1.589,0	1.753,00	924,00	1.577,00	0,00	852.476,00
Julio	4.713,0	5.144,00	0,00	0,00	0,00	1.554.035,0
Agosto	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1.727.153,0
Septiembre	0,00	0,00	2.056,00	47.470,0	0,00	1.046.329,0
Octubre	0,00	0,00	0,00	0,00	11.643,0	783.002,00
Noviembre	0,00	0,00	1.783,00	2.770,00	0,00	45.417,00
Diciembre	1.808,0	2.929,00	0,00	0,00	0,00	6.039,00
<b>TOTAL:</b>	<b>11.204,00</b>	<b>14.893,00</b>	<b>6.468,00</b>	<b>54.545,00</b>	<b>19.695,00</b>	<b>6.709.310,00</b>

**3.1.2.2. Año 2021.**

Mes	Energía Activa (kWh)					
	P1	P2	P3	P4	P5	P6
Enero	1.748,00	2.821,00	0,00	0,00	0,00	6.280,00
Febrero	1.605,00	2.615,00	0,00	0,00	0,00	4.916,00
Marzo	0,00	0,00	2.276,00	3.605,00	0,00	162.740,00
Abril	0,00	0,00	0,00	0,00	19.513,0	446.671,00
Mayo	0,00	0,00	0,00	0,00	4.889,00	735.963,00
Junio	0,00	0,00	3.810,00	2.953,00	0,00	997.061,00
Julio	2.760,00	2.001,00	0,00	0,00	0,00	1.715.551,0
Agosto	0,00	0,00	1.250,00	1.928,00	0,00	1.416.780,0
Septiembre	0,00	0,00	1.578,00	1.557,00	0,00	519.509,00
Octubre	0,00	0,00	0,00	4.359,00	1.224,00	342.505,00
Noviembre	0,00	1.489,00	814,00	0,00	0,00	5.100,00
Diciembre	1.479,00	958,00	0,00	0,00	0,00	5.234,00
<b>TOTAL:</b>	<b>7.592,00</b>	<b>9.884,00</b>	<b>9.728,00</b>	<b>14.402,00</b>	<b>25.626,00</b>	<b>6.358.310,00</b>

**3.1.2.3. Año 2022.**

Mes	Energía Activa (kWh)					
	P1	P2	P3	P4	P5	P6
Enero	1.619,00	1.178,00	0,00	0,00	0,00	6.056,00
Febrero	1.355,00	1.282,00	0,00	0,00	0,00	110.421,0
Marzo	0,00	1.803,00	1.264,00	0,00	0,00	64.212,00
Abril	0,00	0,00	0,00	658,00	981,00	31.901,00
Mayo	0,00	0,00	0,00	650,00	1.799,00	192.345,0
Junio	0,00	0,00	1.290,00	2.530,00	0,00	414.209,0
Julio	900,00	3.495,00	0,00	0,00	0,00	626.651,0
Agosto	0,00	0,00	2.330,00	3.724,00	0,00	606.214,0
Septiemb	0,00	0,00	2.488,00	2.560,00	0,00	596.684,0
Octubre	0,00	0,00	0,00	1.283,00	1.140,00	196.400,0
Noviembr	0,00	1.497,00	771,00	0,00	0,00	22.250,00
Diciembre	1.586,00	910,00	0,00	0,00	0,00	44.783,00
<b>TOTAL:</b>	<b>2.486,00</b>	<b>7.705,00</b>	<b>8.143,00</b>	<b>11.405,00</b>	<b>3.920,00</b>	<b>2.795.649,00</b>

### 3.1.3. Consumos equivalentes.

#### 3.1.3.1. Año 2020.

Tipo de Energía	Unidad	Cantidad	Coefficientes de conversación a tep	Total tep
Eléctrica				
Ref. contrato: <b>97103071427</b> (De acceso) <b>519317</b> (Suministro)	MWh	6.816,115	0,086	586,19
TOTAL:		<b>6.816,115</b>		<b>586,19</b>

\***NOTA:** tep: Tonelada equivalente de petróleo.

#### 3.1.3.2. Año 2021.

Tipo de Energía	Unidad	Cantidad	Coefficientes de conversación a tep	Total tep
Eléctrica				
Ref. contrato: <b>97103071427</b> (De acceso) <b>519317</b> (Suministro)	MWh	6.425,542	0,086	552,60
TOTAL:		<b>6.425,542</b>		<b>552,60</b>

\***NOTA:** tep: Tonelada equivalente de petróleo.

#### 3.1.3.3. Año 2022.

Tipo de Energía	Unidad	Cantidad	Coefficientes de conversación a tep	Total tep
Eléctrica				
Ref. contrato: <b>97103071427</b> (De acceso) <b>519317</b> (Suministro)	MWh	2.951,219	0,086	253,80
TOTAL:		<b>2.951,219</b>		<b>253,80</b>

\***NOTA:** tep: Tonelada equivalente de petróleo.

## 3.2. Consumo energético asociado a la Estación de Bombeo de los Sectores IV, V y VI.

### 3.2.1. Consumo energético mensual.

Como se ha mencionado con anterioridad, las instalaciones de la estación de bombeo de los Sectores IV, V y VI están conectados al contador general correspondiente al

Punto de Suministro N° 1, cuya lectura sirve para que la comercializadora de energía facture por el total de energía consumida en dicho punto.

Partiendo de la curva de carga anual asociada al Punto de Suministro N° 1, y teniendo en cuenta que los tramos de potencia consumida en dicho punto se encuentran claramente diferenciados, se pueden deducir las bombas de la estación de bombeo del Sector IV, V y VI que han estado funcionando en cada momento y con ello, la curva de carga asociada a dicha estación de bombeo.

Para ello, se partirá de la curva de carga correspondiente al año 2020, ya que como se ha mencionado con anterioridad, se considera un año normal de riego.

De este modo, se obtiene el consumo asociado a la estación de bombeo de los Sectores IV, V y VI, con el desglose mensual que se muestra a continuación:

MES	CONSUMO ACTUAL (kWh)
ENERO	1.858,00
FEBRERO	26.693,80
MARZO	81.357,60
ABRIL	24.064,20
MAYO	80.524,00
JUNIO	198.827,80
JULIO	250.370,20
AGOSTO	416.169,60
SEPTIEMBRE	291.048,25
OCTUBRE	96.240,36
NOVIEMBRE	22.384,41
DICIEMBRE	2.086,61
<b>TOTAL AÑO:</b>	<b>1.491.624,84</b>

### 3.2.2. Consumo energético mensual por periodos.

El consumo energético, por periodos, correspondiente al año 2020 y asociado a la estación de bombeo de los sectores IV, V y VI, se muestra a continuación.

MES	CONSUMO ACTUALIZADO (kWh)					
	P1	P2	P3	P4	P5	P6
ENERO	313,40	512,00	0,00	0,00	0,00	1.032,60
FEBRERO	291,00	477,80	0,00	0,00	0,00	25.925,00
MARZO	0,00	0,00	341,00	545,60	0,00	80.471,00
ABRIL	0,00	0,00	0,00	0,00	772,80	23.291,40
MAYO	0,00	0,00	0,00	0,00	762,80	79.761,20
JUNIO	317,80	350,60	184,80	315,40	0,00	197.659,20
JULIO	942,60	1.028,80	0,00	0,00	0,00	248.398,80
AGOSTO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	416.169,60
SEPTIEMBRE	0,00	0,00	34.035,74	47.550,10	0,00	209.462,41
OCTUBRE	0,00	0,00	0,00	0,00	33.433,99	62.806,37
NOVIEMBRE	0,00	0,00	1.025,19	4.877,52	0,00	16.481,70
DICIEMBRE	386,24	491,37	0,00	0,00	0,00	1.209,00
<b>TOTAL AÑO:</b>	<b>2.251,04</b>	<b>2.860,57</b>	<b>35.586,73</b>	<b>53.288,62</b>	<b>34.969,59</b>	<b>1.362.668,28</b>
<b>PORCENTAJE:</b>	<b>0,15%</b>	<b>0,19%</b>	<b>2,39%</b>	<b>3,57%</b>	<b>2,34%</b>	<b>91,35%</b>

### 3.2.3. Consumos equivalentes.

Tipo de Energía	Unidad	Cantidad	Coefficientes de conversación a tep	Total tep
Eléctrica				
Ref. contrato: <b>97103071427</b> (De acceso) <b>519317</b> (Suministro)	MWh	1.491,625	0,086	128,28
TOTAL:		<b>1.491,625</b>		<b>128,28</b>

\***NOTA:** tep: Tonelada equivalente de petróleo.

## 4. ACTUACIONES PROYECTADAS PARA DISMINUIR LA DEPENDENCIA ENERGÉTICA.

### 4.1. Descripción de las actuaciones proyectadas.

#### 4.1.1. Descripción General.

La instalación que se proyecta contempla las siguientes actuaciones:

- Planta fotovoltaica de 2 MW para Autoconsumo de los Sectores IV, V y VI de la Comunidad de Regantes “Santa María Magdalena”, bajo la modalidad sin excedentes, consistente en instalación de módulos fotovoltaicos de silicio monocristalino sobre estructura metálica fija.
- Instalación de once (11) inversores tipo string de 175 kW, capaces de transformar la energía de corriente continua, generada por los módulos fotovoltaicos, en energía de corriente alterna.
- Instalación eléctrica en baja tensión, que incluye los conductores, canalizaciones y elementos de protección necesarios.
- Instalación de un Centro de Baja Tensión (CBT) en edificio prefabricado de hormigón armado que incluye, entre otros elementos, los fusibles de protección de los inversores.
- Instalación de dos (2) transformadores de 2.500 KVA, 800V/25 kV tipo intemperie.
- Instalación de un Centro de Media Tensión (CMT) en edificio prefabricado de hormigón armado que incluye las celdas de media tensión necesarias.
- Instalación de una línea de evacuación subterránea de 25 kV constituida con conductor RH5Z-1 18/30 KV de 1×3×150 mm<sup>2</sup>.
- Instalación de un centro de seccionamiento para conexión de la línea de evacuación a la estación de bobado de los Sectores IV, V y VI.
- Instalación de un sistema de monitorización y de un sistema antivertido.
- Construcción de un camino de servicio en el recinto de la Planta Fotovoltaica y de una explanación para el CBT, transformadores y el CMT.

#### 4.1.2. *Instalación Fotovoltaica.*

La instalación fotovoltaica que se proyecta se dedicará exclusivamente al autoconsumo de la Estación de Bombeo del Sector IV, V y VI de la Comunidad de Regantes, y alimentará a los equipos consumidores de energía instalados, ya descritos con anterioridad.

La ubicación de la instalación fotovoltaica se proyecta, en el término municipal de Jaén (Jaén), y en concreto, se sitúa en torno a las siguientes coordenadas UTM, según el sistema de referencias ETRS89 (Huso 30):

<b>COORDENADAS U.T.M.</b>	
X (m):	427.166
Y (m):	4.202.707

La superficie de ocupación de la planta fotovoltaica proyectada es de 2,56 Ha.

Esta instalación se ha diseñado como un sistema sin acumuladores, de forma que funcione de forma ininterrumpida durante todo el año.

Los elementos que constituirán este campo generador son los siguientes:

#### 4.1.2.1. Módulos fotovoltaicos.

Los módulos fotovoltaicos serán comerciales de tipo estándar, construidos en silicio cristalino para garantizar un elevado rendimiento y fiabilidad.

Las características del módulo fotovoltaico que se propone se resumen a continuación:

<b>CARACTERÍSTICAS FÍSICAS</b>	
Longitud (mm):	2.384,00
Ancho (mm):	1.303,00
Alto (mm):	35,00
Peso (kg):	34,00

<b>CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS EN CONDICIONES DE PRUEBA ESTANDAR (STC)*</b>	
Potencia de salida, $P_{max}$ (Wp):	660
Tolerancia de potencia de salida, $\Delta P_{max}$ (W):	0/+3
Eficiencia del módulo, $\eta_m$ (%):	21,25
Tensión en punto de máxima potencia, $V_{mpp}$ (V):	38,01
Corriente en punto de máxima potencia, $I_{mpp}$ (A):	17,36
Tensión de circuito abierto, $V_{oc}$ (V):	45,98
Corriente de cortocircuito, $I_{cc}$ (A):	18,26

<b>CONDICIONES OPERATIVAS</b>	
Tensión máxima del sistema (V):	1.000,00
Valor máximo del fusible en serie (A):	30,00

<b>CARACTERÍSTICAS FÍSICAS</b>	
Limitación de corriente inversa (A):	30,00

<b>CARACTERÍSTICAS TÉRMICAS</b>	
Temperatura operativa nominal de la célula, NOCT (°C)	42 +/- 2
Variación de la tensión con la temperatura, $\beta_{Voc}$ (%/°C)	-0,25
Variación de la corriente con la temperatura, $\alpha_{Icc}$ (%/°C)	0,04
Variación de la potencia con la temperatura, $\gamma$ (%/°C)	-0,34

\* *NOTA: STC: 1.000,00 W/m<sup>2</sup> de irradiación, 25 °C de temperatura de célula.*

#### 4.1.2.2. Estructura soporte.

Los módulos de la instalación fotovoltaica se instalarán sobre una estructura metálica bi-poste que se hincará a una profundidad de 1,50 m.

Esta estructura, formada por perfiles metálicos, permitirá la instalación de los módulos fotovoltaicos a la inclinación óptima.

#### 4.1.3. Inversores.

La instalación fotovoltaica proyectada se ha sectorizado en once (11) sub-generadores, cada uno de los cuales se conectará directamente a su inversor correspondiente, de tipo String, cuyas características se muestran a continuación:

<b>ENTRADA (DC)</b>	
Tensión máxima de entrada (V)	1.500,00
Número de MPPT	12
Rango de tensión MPP	650,00 - 1.350,00
Intensidad máxima por cada MPPT (A)	22
Intensidad máxima (A)	264,00
<b>SALIDA (AC)</b>	
Potencia nominal (kW)	175,00
Potencia nominal máxima (kVA)	185,00
Tensión nominal (V)	800,00
Frecuencia de red asignada (Hz)	50
Corriente máxima de salida (A)	134,00
Rendimiento máx./rendimiento europeo (%)	98,70/98,40
<b>DATOS GENERALES</b>	



Dimensiones (ancho/alto/fondo) (m)	1,086/0,87/0,45
Peso (kg)	77,00
Rango de temperatura de funcionamiento (°C)	-25/+60
Sistema de refrigeración	Ventilación inteligente
Tipo de protección (según IEC 60529)	IP66
Humedad relativa máx. sin condensación (%)	100,00
<b>COMUNICACIONES</b>	
Interfaz	Indicadores Led, BT + App
Protocolo de comunicaciones	USB, Modbus TCP, RS485

Los inversores estarán dotados de un sistema anti-vertido de energía a la red, certificado.

#### 4.1.3.1. Dimensionamiento del campo generador.

Las dimensiones del campo generador será la siguiente:

INVERSOR	Nº MODULOS EN SERIE	Nº STRINGS	Nº MÓDULOS	POTENCIA INSTALADA (kWp)
1	26	12	312	205,92
2	26	12	312	205,92
3	26	12	312	205,92
4	26	12	312	205,92
5	26	12	312	205,92
6	26	12	312	205,92
7	26	12	312	205,92
8	26	12	312	205,92
9	26	12	312	205,92
10	26	12	312	205,92
11	26	12	312	205,92
	<b>TOTAL</b>	<b>132</b>	<b>3.432</b>	<b>2.265,12</b>

#### 4.1.4. Instalación eléctrica de Baja Tensión.

La instalación eléctrica de Baja Tensión (BT) comprende todo el sistema de cableado, en corriente continua, desde los módulos a los inversores tipo *String*, y desde éstos, en corriente alterna hasta el Centro de Baja Tensión (CBT).

El conductor empleado para la corriente continua será del tipo H1Z2Z2-K 1,8 kV de 1x10 mm<sup>2</sup> Cu.

El conductor empleado para la corriente alterna será del tipo XZ-1 1 kV de 1x150 mm<sup>2</sup> Al.

Los conductores cumplirán con la normativa vigente en cuanto a aislamiento y grado de protección.

Además, estarán protegidos contra la degradación por efecto de la intemperie: radiación solar, UV, y condiciones ambientales de elevada temperatura ambiente.

Se cumplirá con todo lo indicado en ITC-BT-40 Instalaciones generadoras de baja tensión y en la reglamentación establecida por la compañía distribuidora.

#### 4.1.5. Centro de Baja Tensión.

Para la ubicación de los armarios de baja tensión en alterna, así como todos los elementos necesarios para el sistema de monitorización y antivertido, se ha optado por instalar un edificio prefabricado con las características que a continuación se resumen:

- Edificio con envolvente de hormigón.
- Red de tierras interiores.
- Alumbrado interior.
- Elementos de seguridad (guantes, banqueta y carteles de primeros auxilios).
- Extintor 89B (CO<sub>2</sub>).
- Cuadro de baja tensión de agrupación de inversores, compuesto por:
  - 1 × Interruptor automático, 2000A 3P sin neutro.  
Con bloque para protección diferencial.
  - 11 × salidas fusibles tripolares 250 A 3P.
  - 33 × fusibles SIBA o similar NH1 160A gG 800 VAC.
  - 1 × descargador sobretensión tipo I + II.
  - Embarrado 2000A.
- Cuadro de servicios auxiliares del propio centro.
- Puesta a tierra para herrajes, incluyendo 3 picas de 2 m de longitud, cable de cobre desnudo, cable de cobre aislado de 0,6/1 kV y elementos de conexión.

#### 4.1.6. Transformadores.

La energía producida por la instalación fotovoltaica que se entrega a una tensión de 800 V será elevada a 25 kV para su transporte al punto de vertido, ubicado en el Centro de Seccionamiento junto a la Estación de Bombeo de los Sectores IV, V y VI de la Comunidad de Regantes “Santa María Magdalena”.

Para ello se instalarán, dos transformadores de potencia de 2.500 kVA, 800V/25kV ubicado en el exterior.

#### 4.1.7. Centro de Media Tensión (CMT).

A continuación de los transformadores se instalará un Centro de Media Tensión, en edificio prefabricado de hormigón, donde se dispondrá de todos los elementos necesarios para realizar la medida generada neta, así como las protecciones necesarias.

El Centro de Media Tensión contendrá los siguientes elementos:

- Edificio con envolvente de hormigón.
- 3 Ud. Celda modular de línea de 36 kV, 400 A, 16 kA de corte y aislamiento integro en SF6 de 365 mm de ancho por 1.400 mm de alto y 755 mm de fondo.
- 1 Ud. de Interruptor automático tripolar de corte en vacío,  $V_n = 36$  kV,  $I_n = 400$  A,  $I_{cc} = 16$  kA, mando automático motorizada, con bobina de disparo, contactos auxiliares y relé de protección integral.
- 1 Ud. de Celda de medida de 36 kV, 400 A.
- Servicio de configuración del relé de protección multifunción.
- Red de tierras interiores.
- Puesta a tierra exteriores código 80-40/5/82 (según UNESA), incluyendo 8 picas de 2,00 m de longitud, cable de cobre desnudo, cable de cobre aislado de 0,6/1kV y elementos de conexión.
- Alumbrado interior.
- Elementos de seguridad (guantes, banqueta y carteles de primeros auxilios).
- Extintor 89B (CO2).
- Puentes de Media Tensión.

- Cables MT 18/30 kV del tipo RH5Z1, unipolares, con conductores de sección y material 1x150 mm<sup>2</sup>.

#### 4.1.8. Línea de evacuación.

A partir del CMT, partirá una línea de media tensión (25 kV) subterránea, trifásica, constituida por un circuito de conductores unipolares de aislamiento seco RH5Z1 18/30 kV de 1x3x150 mm<sup>2</sup> Al en canalización subterránea y bajo tubo, hasta la Estación de Bombeo de los Sectores IV, V y VI.

#### 4.1.9. Centro de seccionamiento.

La línea de evacuación, conectará en el Centro de Seccionamiento ubicado junto a la Estación de Bombeo de los Sectores IV, V y VI de la Comunidad de Regantes “Santa María Magdalena”.

De tal forma, se instalarán los siguientes elementos:

- Red de tierras interiores.
- Alumbrado interior.
- Elementos de seguridad (guantes, banqueta y carteles de primeros auxilios).
- Extintor 89B (CO<sub>2</sub>).
- 2 Ud. de celda de interruptor automático, 36 kV, 400 A, 16 kA, y dotada de relé de protección 50/51, 50N/51N (10) con mando de apertura y cierre manual (celdas 1 y 2).
- 1 Ud. de celda de medida de tensión en barras, 36 kV, existente (celda 3).
- 1 Ud. de celda de protección general, 36 kV, 400 A, 16 kA, y dotada de relé de protección 50/51, 50N/51N (10) con mando de apertura y cierre manual, existente (celda 4).
- 1 Ud. de celda de remonte de línea de 36 kV, 400 A, 16 kA, existente (celda 5).
- 6 Ud. de conectores tipo M-400-TB para cable RH5Z1 18/30 kV, 1x150 mm<sup>2</sup> Al + KIT 25.

Con esto conseguimos que se pueda evacuar la energía producida por la planta fotovoltaica, en la barra de las celdas existentes.

#### 4.1.10. Sistema antivertido.

La instalación fotovoltaica proyectada se trata de una instalación de autoconsumo sin vertido de excedentes.

De acuerdo con los criterios establecidos por el *Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica*, las instalaciones fotovoltaicas de autoconsumo sin vertido de excedentes, deberán de disponer de un sistema antivertido que garantice que no se vierta energía a la red de distribución.

El sistema antivertido deberá de cumplir lo especificado en el citado Real Decreto, así como la *ITC-BT-40 Anexo I: Sistemas para evitar el vertido de energía a la red*.

El sistema antivertido deberá de tener capacidad técnica para que el sistema no vierta energía a la red siempre y cuando la energía consumida sea menor a la generada, con un tiempo de respuesta inferior a 2 segundos. Además, el sistema impedirá el vertido de energía a la red cuando se produzca un fallo en las comunicaciones, como salvaguarda de cumplimiento de la normativa.

El sistema estará compuesto de una unidad maestra para medir el balance generación/consumo en cabecera, mediante la conexión a los trafos de tensión e intensidad.

La unidad maestra irá conectada a una unidad esclava, mediante fibra óptica, la cual se encargará de transmitir las órdenes de regulación de carga a los inversores, a la vez que vigilará el funcionamiento de las comunicaciones en el sistema.

#### 4.1.11. Sistema de monitorización.

La instalación fotovoltaica proyectada incluirá un sistema de monitorización independiente, capaz de mostrar sinópticos con valores instantáneos, con gráficas de tendencia, históricos, registros y sistema de gestión de alarmas.

El sistema de monitorización incluirá lo siguiente:

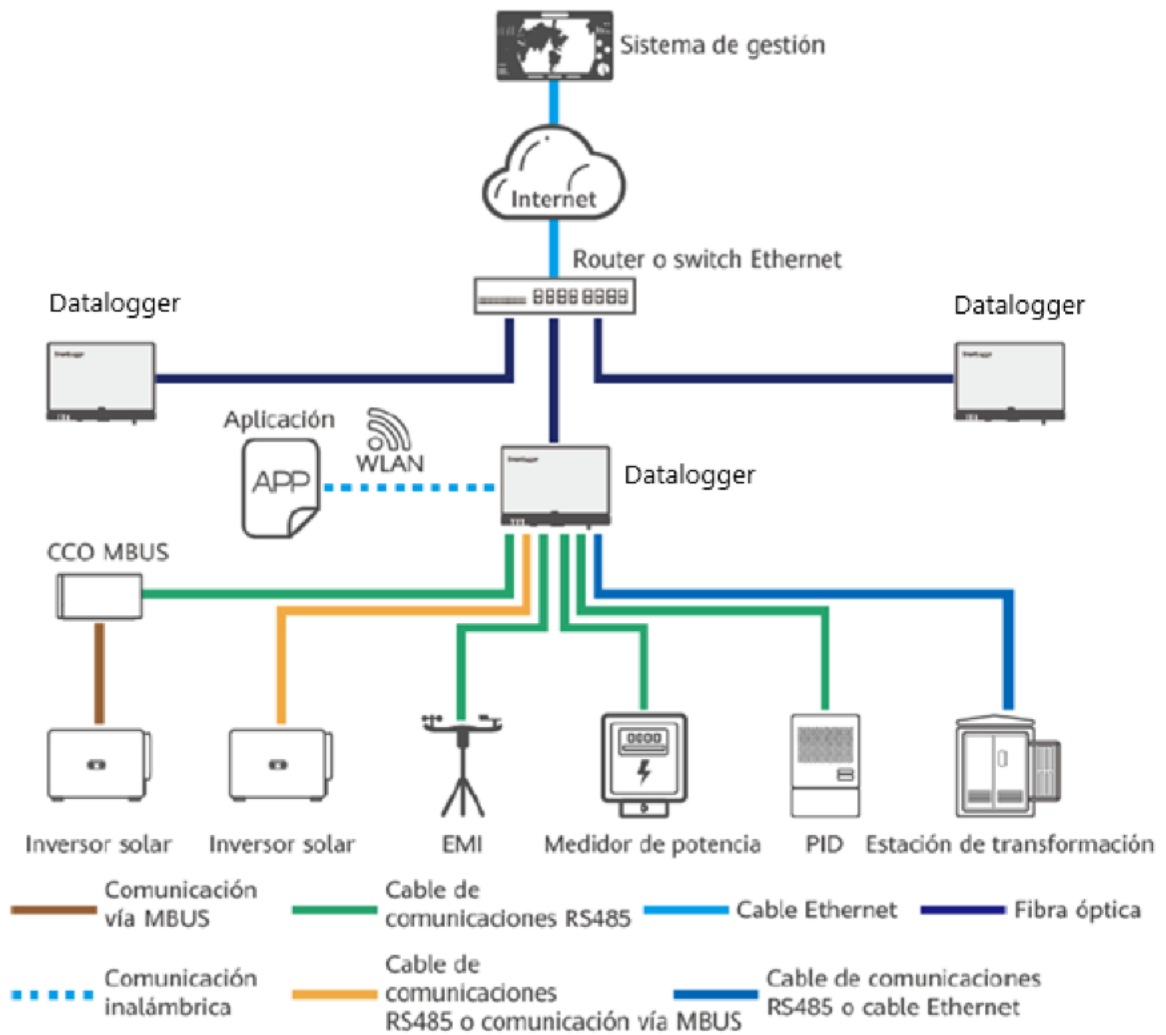
- Datalogger con capacidad de control de hasta 80 inversores. Dispone de puertos MBUS, GE (WAN), SFP, USB, GE (LAN), COM, ranura para tarjeta SIM, antena 4 G y con capacidad para almacenamiento de datos.
- Instrumento de monitorización del entorno compuesto por sensor de radiación y temperatura de célula de referencia, comunicable mediante cable RS485.
- Router industrial LTE 4G Cat12.
- Sistema de gestión accesible a través de IP o de aplicaciones móviles.
- Cables de alimentación y conexión.

Para que el sistema funcione correctamente, a través de un Datalogger, se realizará la convergencia de todos los puertos, la conversión de protocolos, la obtención y el almacenamiento de datos, y la monitorización y el mantenimiento centralizado de los dispositivos de los sistemas.

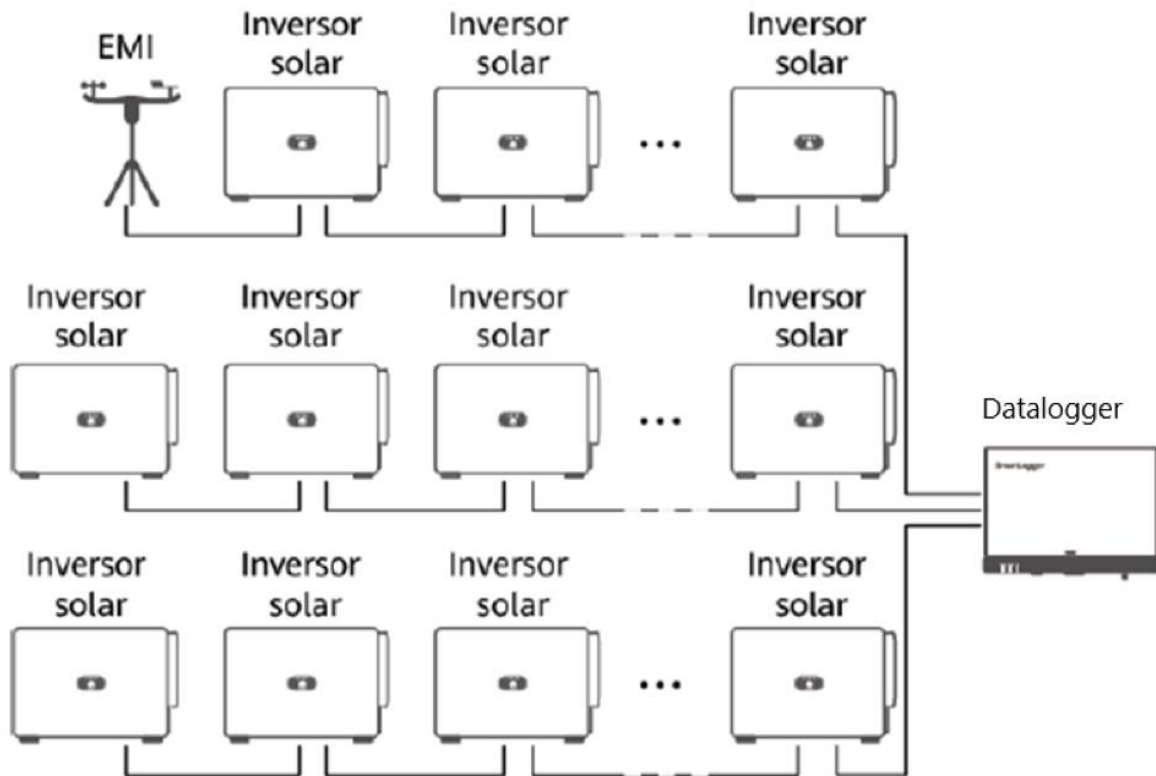
El Datalogger admitirá las siguientes funciones:

- Operaciones locales usando la aplicación para teléfonos móviles a través de la WLAN integrada.
- Conexión en red RS485 de los siguientes dispositivos:
  - Inversores solares.
  - Instrumentos de monitorización del entorno (EMI).
  - Medidores de potencia.
- Red ethernet.
- Conexión a sistemas de gestión.

El esquema de conexión en red, de los equipos del sistema de monitorización, es en forma de estrella, según se recoge en la siguiente imagen:



Los inversores se conectarán al Datalogger en cascada, tal y como se recoge en la siguiente imagen:



Las señales que se integrarán en el sistema de monitorización serán las siguientes:

EQUIPO	DESCRIPCIÓN
<b>INVERSORES</b>	Tensión CC de entrada <i>String</i>
	Corriente CC de entrada <i>String</i>
	Tensión CA de salida entre fases
	Corriente CA de salida de cada fase
	Potencia activa
	Potencia reactiva
	Cos phi
	Energía suministrada en kWh
	Emisión reducida de CO <sub>2</sub>
<b>MEDIDOR DE POTENCIA</b>	Energía total generada
	Energía total consumida



<b>INSTRUMENTO DE MONITORIZACIÓN DEL ENTORNO</b>	Radiación solar
	Temperatura de célula de referencia

Las señales gestionadas por el Datalogger, podrán ser monitorizadas desde una aplicación móvil o desde una aplicación web.

#### **4.2. Funcionamiento y manejo de las actuaciones proyectadas.**

La integración de las actuaciones proyectadas en las instalaciones existentes de la estación de bombeo de los Sectores IV, V y VI de la Comunidad de Regantes no supondrá modificaciones sustanciales en el funcionamiento y operatividad del riego de la misma.

Con las actuaciones proyectadas lo que se pretende es autoproducir energía, que en la medida en que pueda acoplarse con la demanda de riego será autoconsumida por los equipos consumidores de energía de la estación de bombeo de los Sectores IV, V y VI de la Comunidad de Regantes.

Cuando no sea posible acoplar total, o parcialmente, la producción de energía con la energía que sea demandada para el riego, la energía excedentaria no será aprovechable por la estación de bombeo de los sectores IV, V y VI de la Comunidad de Regantes, ni tampoco será vertida a la red ya que las características de la instalación no lo permitirán.

### **5. CONSUMO ENERGÉTICO, PREVISTO TRAS LAS ACTUACIONES PROYECTADAS.**

El consumo energético previsto tras la actuación será la diferencia entre el consumo energético actual de esta Comunidad de Regantes, considerado en este Proyecto, y el autoconsumo (ahorro) energético que se prevé con la implantación de la instalación fotovoltaica proyectada.

#### **5.1. Consumo energético actual.**

Para ello, en primer lugar, y a efectos de computar el grado de disminución de la dependencia energética que se alcanza con la actuación proyectada, se debe cuantificar el consumo energético actual a partir de las facturas de los tres (3) últimos años (2020, 2021 y 2022).

No obstante, y como se ha mencionado con anterioridad, durante los años 2021 y 2022, el consumo de la Comunidad de Regantes desciende progresivamente debido a las restricciones producidas como consecuencia del periodo de sequía que está padeciendo. Además, en el año 2022 entra en funcionamiento una instalación fotovoltaica de autoconsumo de 3,5 MW, cuyo punto de vertido se encuentra en el punto frontera asociado al Punto de Suministro N° 1.

Por dicho motivo, el consumo de energía eléctrica actual que se va a considerar en este Proyecto será el correspondiente al año 2020, ya que este año no se ve afectado ni por las restricciones como consecuencia de la sequía, ni por la implantación de la planta fotovoltaica de 3,5 MW existente.

Además, como también se ha mencionado con anterioridad, las instalaciones de la estación de bombeo de los Sectores IV, V y VI están conectados al contador general correspondiente al Punto de Suministro N° 1, por lo que se ha obtenido la curva de carga asociada al consumo de esta estación de bombeo, obteniéndose un consumo de **1.491.624,84 kWh/año**, cuya distribución se expone en las siguientes tablas:

MES	CONSUMO ACTUALIZADO (kWh)					
	P1	P2	P3	P4	P5	P6
ENERO	313,40	512,00	0,00	0,00	0,00	1.032,60
FEBRERO	291,00	477,80	0,00	0,00	0,00	25.925,00
MARZO	0,00	0,00	341,00	545,60	0,00	80.471,00
ABRIL	0,00	0,00	0,00	0,00	772,80	23.291,40
MAYO	0,00	0,00	0,00	0,00	762,80	79.761,20
JUNIO	317,80	350,60	184,80	315,40	0,00	197.659,20
JULIO	942,60	1.028,80	0,00	0,00	0,00	248.398,80
AGOSTO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	416.169,60
SEPTIEMBRE	0,00	0,00	34.035,74	47.550,10	0,00	209.462,41
OCTUBRE	0,00	0,00	0,00	0,00	33.433,99	62.806,37
NOVIEMBRE	0,00	0,00	1.025,19	4.877,52	0,00	16.481,70
DICIEMBRE	386,24	491,37	0,00	0,00	0,00	1.209,00
<b>TOTAL AÑO:</b>	<b>2.251,04</b>	<b>2.860,57</b>	<b>35.586,73</b>	<b>53.288,62</b>	<b>34.969,59</b>	<b>1.362.668,28</b>
<b>PORCENTAJE:</b>	<b>0,15%</b>	<b>0,19%</b>	<b>2,39%</b>	<b>3,57%</b>	<b>2,34%</b>	<b>91,35%</b>

<b>MES</b>	<b>CONSUMO ACTUAL (kWh)</b>
ENERO	1.858,00
FEBRERO	26.693,80
MARZO	81.357,60
ABRIL	24.064,20
MAYO	80.524,00
JUNIO	198.827,80
JULIO	250.370,20
AGOSTO	416.169,60
SEPTIEMBRE	291.048,25
OCTUBRE	96.240,36
NOVIEMBRE	22.384,41
DICIEMBRE	2.086,61
<b>TOTAL AÑO:</b>	<b>1.491.624,84</b>

En el **Gráfico n° 1**, que se incorpora al final de este Anejo, se puede observar la distribución mensual de este consumo, coincidente con el consumo energético facturado.

## **5.2. Consumo energético actualizado.**

Con la *Resolución de 18 de marzo de 2021, de la Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia, por la que se establecen los valores de los peajes de acceso a las redes de transporte y distribución de electricidad de aplicación a partir del 1 de junio de 2021 (BOE n° 70, de 23 de marzo de 2.021)*, se introdujo a partir del 1 de junio de 2021 una serie de cambios en las tarifas eléctricas, entre los que se encuentra una nueva redistribución de los periodos de tarificación y peajes.

Debido a que el consumo energético analizado es anterior a dicho cambio, se debería simular el consumo energético actual con la nueva y vigente distribución de periodos tarifarios.

De tal forma, se obtiene la siguiente distribución por periodos, que será la que finalmente será considerada para nuestro cálculo:

MES	CONSUMO ACTUALIZADO (kWh)					
	P1	P2	P3	P4	P5	P6
ENERO	441,00	335,80	0,00	0,00	0,00	1.081,20
FEBRERO	417,80	320,20	0,00	0,00	0,00	14.878,20
MARZO	0,00	39.886,00	25.260,40	0,00	0,00	16.211,20
ABRIL	0,00	0,00	0,00	13.365,00	9.518,00	1.181,20
MAYO	0,00	0,00	0,00	32.027,40	24.808,60	23.688,00
JUNIO	0,00	0,00	39.344,40	18.496,40	0,00	140.987,00
JULIO	57.077,80	37.758,40	0,00	0,00	0,00	155.534,00
AGOSTO	0,00	0,00	120.019,40	76.133,20	0,00	220.017,00
SEPTIEMBRE	0,00	0,00	13.409,80	15.433,88	0,00	262.204,57
OCTUBRE	0,00	0,00	0,00	2.027,17	2.426,34	91.786,85
NOVIEMBRE	0,00	295,84	285,58	0,00	0,00	21.803,00
DICIEMBRE	429,56	323,24	0,00	0,00	0,00	1.403,39
<b>TOTAL AÑO:</b>	<b>58.366,16</b>	<b>78.919,48</b>	<b>198.319,58</b>	<b>157.483,05</b>	<b>36.752,94</b>	<b>950.775,61</b>
<b>PORCENTAJE:</b>	<b>3,94%</b>	<b>5,33%</b>	<b>13,39%</b>	<b>10,64%</b>	<b>2,48%</b>	<b>64,21%</b>

MES	CONSUMO ACTUAL (kWh)
ENERO	1.858,00
FEBRERO	15.616,20
MARZO	81.357,60
ABRIL	24.064,20
MAYO	80.524,00
JUNIO	198.827,80
JULIO	250.370,20
AGOSTO	416.169,60
SEPTIEMBRE	291.048,25
OCTUBRE	96.240,36
NOVIEMBRE	22.384,41
DICIEMBRE	2.156,20
<b>TOTAL AÑO:</b>	<b>1.480.616,82</b>

Hay que destacar que el consumo anual considerado con respecto al año 2020 fue de **1.491.624,84 kWh**, frente a los **1.480.616,82 kWh** del consumo actualizado. Dicha diferencia se debe a que el año 2020 fue bisiesto y en los cálculos posteriores hay que descartar dicho día, ya que dicha situación se produce la mayoría de los años.

En el **Gráfico n° 2**, que se incorpora al final de este Anejo, se puede observar la distribución mensual de este consumo, coincidente con el consumo energético promedio facturado.

### 5.3. Ahorro energético.

#### 5.3.1. Procedimiento de cálculo.

Para evaluar el ahorro energético que se producirá con la implantación de la instalación fotovoltaica proyectada, es necesario cuantificar la energía que se puede autoconsumir anualmente por los equipos consumidores de energía de la estación de bombeo de los Sectores IV, V y VI de la Comunidad de Regantes.

Para ello, se ha utilizado la curva de carga horaria actualizada de la estación de bombeo de los Sectores IV, V y VI, mediante la cual se han obtenido datos de energía consumida en cada hora del año.

Por otro lado, con la instalación fotovoltaica proyectada se ha cuantificado la producción energética que podría generarse, tal y como se ha expuesto en el *Anejo IV. Instalación Fotovoltáica*, obteniendo una producción que tiene la siguiente distribución mensual:

MES	PRODUCCIÓN FOTOVOLTAICA (kWh)					
	P1	P2	P3	P4	P5	P6
ENERO	81.430,63	48.688,13	0,00	0,00	0,00	67.636,27
FEBRERO	89.538,17	63.948,54	0,00	0,00	0,00	69.289,21
MARZO	0,00	140.364,26	100.039,11	0,00	0,00	77.960,24
ABRIL	0,00	0,00	0,00	134.214,72	93.485,81	124.072,53
MAYO	0,00	0,00	0,00	170.847,37	112.855,59	116.265,39
JUNIO	0,00	0,00	150.838,72	109.934,14	0,00	118.625,23
JULIO	164.650,21	118.812,68	0,00	0,00	0,00	146.816,88
AGOSTO	0,00	0,00	162.213,78	119.488,68	0,00	121.200,88
SEPTIEMBRE	0,00	0,00	123.907,93	85.450,44	0,00	95.857,68
OCTUBRE	0,00	0,00	0,00	95.210,31	58.425,41	94.737,83
NOVIEMBRE	0,00	97.081,30	54.306,23	0,00	0,00	53.825,66
DICIEMBRE	67.112,21	37.403,94	0,00	0,00	0,00	80.838,37
<b>TOTAL AÑO:</b>	<b>402.731,23</b>	<b>506.298,85</b>	<b>591.305,77</b>	<b>715.145,66</b>	<b>264.766,81</b>	<b>1.167.126,1</b>

MES	PRODUCCIÓN FOTOVOLTAICA (kWh)					
	P1	P2	P3	P4	P5	P6
<b>PORCENTAJE:</b>	<b>11,04%</b>	<b>13,88%</b>	<b>16,21%</b>	<b>19,61%</b>	<b>7,26%</b>	<b>32,00%</b>

MES	PRODUCCIÓN FOTOVOLTAICA (kWh)
ENERO	197.755,02
FEBRERO	222.775,92
MARZO	318.363,61
ABRIL	351.773,07
MAYO	399.968,35
JUNIO	379.398,09
JULIO	430.279,77
AGOSTO	402.903,35
SEPTIEMBRE	305.216,04
OCTUBRE	248.373,55
NOVIEMBRE	205.213,19
DICIEMBRE	185.354,52
<b>TOTAL AÑO:</b>	<b>3.647.374,49</b>

En el **Gráfico n° 3** que se adjunta al final de este Anejo, puede observarse la distribución mensual de la producción de energía que se espera generar con la actuación proyectada.

Con todo ello, se ha efectuado un balance energético horario, por comparativa entre la curva de carga horaria y los datos de producción energética horaria obtenidos.

### 5.3.2. Resultados.

De acuerdo al procedimiento de cálculo detallado en el apartado anterior, se ha obtenido el siguiente autoconsumo (ahorro) energético, que a nivel mensual se distribuye de la siguiente manera:

MES	AUTOCONSUMO (kWh)	APROVECHAMIENTO DE LA PRODUCCIÓN (%)
ENERO	1.486,40	80,00

MES	AUTOCONSUMO (kWh)	APROVECHAMIENTO DE LA PRODUCCIÓN (%)
FEBRERO	9.283,31	59,45
MARZO	46.150,07	56,72
ABRIL	19.204,96	79,81
MAYO	61.305,83	76,13
JUNIO	142.164,37	71,50
JULIO	182.960,41	73,08
AGOSTO	303.019,64	72,81
SEPTIEMBRE	183.953,73	63,20
OCTUBRE	67.761,01	70,41
NOVIEMBRE	16.808,79	75,09
DICIEMBRE	1.724,96	80,00
<b>TOTAL AÑO:</b>	<b>1.035.823,48</b>	<b>69,96</b>

En base a los resultados obtenidos, el autoconsumo (ahorro) energético que se prevé tras la actuación será de **1.035.823,48 kWh/año**, y tendría la siguiente distribución por periodos tarifarios:

MES	AUTOCONSUMO (kWh)					
	P1	P2	P3	P4	P5	P6
ENERO	352,80	268,64	0,00	0,00	0,00	864,96
FEBRERO	324,79	248,76	0,00	0,00	0,00	8.709,76
MARZO	0,00	23.515,17	14.042,67	0,00	0,00	8.592,22
ABRIL	0,00	0,00	0,00	10.662,85	7.597,23	944,88
MAYO	0,00	0,00	0,00	24.323,84	18.924,03	18.057,97
JUNIO	0,00	0,00	26.114,34	11.460,95	0,00	104.589,08
JULIO	39.225,86	25.335,48	0,00	0,00	0,00	118.399,07
AGOSTO	0,00	0,00	85.966,17	53.741,82	0,00	163.311,65
SEPTIEMBRE	0,00	0,00	6.377,64	7.285,49	0,00	170.290,60
OCTUBRE	0,00	0,00	0,00	1.567,20	1.895,71	64.298,11
NOVIEMBRE	0,00	236,67	228,46	0,00	0,00	16.343,66
DICIEMBRE	343,65	258,59	0,00	0,00	0,00	1.122,72
<b>TOTAL AÑO:</b>	<b>40.247,10</b>	<b>49.863,32</b>	<b>132.729,28</b>	<b>109.042,16</b>	<b>28.416,96</b>	<b>675.524,68</b>
<b>PORCENTAJE:</b>	<b>3,89%</b>	<b>4,81%</b>	<b>12,81%</b>	<b>10,53%</b>	<b>2,74%</b>	<b>65,22%</b>

En el **Gráfico n° 4** que se adjunta al final de este Anejo se representa el autoconsumo (ahorro) previsto tras la actuación.

#### 5.4. Consumo energético previsto tras la actuación.

Partiendo del consumo energético de esta Comunidad de Regantes, y considerando que tras la actuación el autoconsumo de energía es el que se ha detallado en el apartado anterior, el consumo energético previsto tras la actuación será el siguiente:

MES	CONSUMO COMUNIDAD (kWh)	AUTOCONSUMO (kWh)	CONSUMO PREVISTO (kWh)
ENERO	1.858,00	1.486,40	371,60
FEBRERO	15.616,20	9.283,31	6.332,89
MARZO	81.357,60	46.150,07	35.207,53
ABRIL	24.064,20	19.204,96	4.859,24
MAYO	80.524,00	61.305,83	19.218,17
JUNIO	198.827,80	142.164,37	56.663,43
JULIO	250.370,20	182.960,41	67.409,79
AGOSTO	416.169,60	303.019,64	113.149,96
SEPTIEMBRE	291.048,25	183.953,73	107.094,52
OCTUBRE	96.240,36	67.761,01	28.479,35
NOVIEMBRE	22.384,41	16.808,79	5.575,62
DICIEMBRE	2.156,20	1.724,96	431,24
<b>TOTAL AÑO:</b>	<b>1.480.616,82</b>	<b>1.035.823,48</b>	<b>444.793,34</b>

En base a los resultados obtenidos, el consumo energético que se prevé tras la actuación será de **444.793,34 kWh/año**.

Este consumo energético previsto tendría la siguiente distribución por periodos:

MES	CONSUMO PREVISTO (kWh)					
	P1	P2	P3	P4	P5	P6
ENERO	88,20	67,16	0,00	0,00	0,00	216,24
FEBRERO	93,01	71,44	0,00	0,00	0,00	6.168,44
MARZO	0,00	16.370,83	11.217,73	0,00	0,00	7.618,98
ABRIL	0,00	0,00	0,00	2.702,15	1.920,77	236,32
MAYO	0,00	0,00	0,00	7.703,56	5.884,57	5.630,03



MES	CONSUMO PREVISTO (kWh)					
	P1	P2	P3	P4	P5	P6
JUNIO	0,00	0,00	13.230,06	7.035,45	0,00	36.397,92
JULIO	17.851,94	12.422,92	0,00	0,00	0,00	37.134,93
AGOSTO	0,00	0,00	34.053,23	22.391,38	0,00	56.705,35
SEPTIEMBRE	0,00	0,00	7.032,16	8.148,39	0,00	91.913,97
OCTUBRE	0,00	0,00	0,00	459,98	530,63	27.488,74
NOVIEMBRE	0,00	59,17	57,12	0,00	0,00	5.459,34
DICIEMBRE	85,91	64,65	0,00	0,00	0,00	280,68
<b>TOTAL AÑO:</b>	<b>18.119,06</b>	<b>29.056,16</b>	<b>65.590,30</b>	<b>48.440,90</b>	<b>8.335,98</b>	<b>275.250,93</b>
<b>PORCENTAJE:</b>	<b>4,07%</b>	<b>6,53%</b>	<b>14,75%</b>	<b>10,89%</b>	<b>1,87%</b>	<b>61,88%</b>

A modo de síntesis, se resumen los resultados obtenidos en la siguiente tabla:

Id. Instalación	Potencia máxima instalada (kW)	Consumo anual previsto (kWh)	Ahorro energético bruto anual (kWh)	Ahorro económico (€/año) *
1	2.265,12	1.480.616,82	1.035.823,48	360.463,29
<b>Total</b>	<b>2.265,12</b>	<b>1.480.616,82</b>	<b>1.035.823,48</b>	<b>360.463,29</b>

\* NOTA: Resultado obtenido para el Año 1 en el Anejo IX. Estudio de Viabilidad del Proyecto.

## 6. BALANCE DEL AHORRO ENERGÉTICO: COMPARATIVO CONSUMOS PREACTUACIÓN-POSTACTUACIÓN.

El balance del ahorro energético previsto por la actuación es el que se expone en la siguiente tabla:

MES	CONSUMO PRE-ACTUACIÓN (kWh)	CONSUMO POST-ACTUACIÓN (kWh)	BALANCE AHORRO ENERGÉTICO (kWh)
ENERO	1.858,00	371,60	1.486,40
FEBRERO	15.616,20	6.332,89	9.283,31
MARZO	81.357,60	35.207,53	46.150,07
ABRIL	24.064,20	4.859,24	19.204,96
MAYO	80.524,00	19.218,17	61.305,83
JUNIO	198.827,80	56.663,43	142.164,37
JULIO	250.370,20	67.409,79	182.960,41
AGOSTO	416.169,60	113.149,96	303.019,64

MES	CONSUMO PRE-ACTUACIÓN (kWh)	CONSUMO POST-ACTUACIÓN (kWh)	BALANCE AHORRO ENERGÉTICO (kWh)
SEPTIEMBRE	291.048,25	107.094,52	183.953,73
OCTUBRE	96.240,36	28.479,35	67.761,01
NOVIEMBRE	22.384,41	5.575,62	16.808,79
DICIEMBRE	2.156,20	431,24	1.724,96
<b>TOTAL AÑO:</b>	<b>1.480.616,82</b>	<b>444.793,34</b>	<b>1.035.823,48</b>

Como se puede observar, el ahorro energético que se tiene previsto conseguir tras la actuación será de **1.035.823,48 kWh/año**, lo representa una disminución de un 69,96% de la dependencia energética de la estación de bombeo de los Sectores IV, V y VI de la Comunidad de Regantes.

En el **Gráfico n° 5** que se adjunta al final de este Anejo se representa el balance energético de la Comunidad de Regantes que se prevé tras la actuación:

Este ahorro energético servirá para reducir, tras las actuaciones proyectadas, la mayor parte del consumo eléctrico actual de esta Comunidad de Regantes.

No obstante, este porcentaje de ahorro energético que se obtiene durante estos años debe entenderse como orientativo, ya que está sujeto a cierta variabilidad por los siguientes factores:

- Por el grado de correspondencia que exista entre los datos de radiación solar utilizados (modelos estadísticos) y la radiación solar que se obtenga realmente una vez implantado el sistema.
- Por la variabilidad que exista en la radiación solar obtenida entre unos años y otros, como a consecuencia de que las condiciones meteorológicas son particulares cada año.
- Y por la variabilidad que exista en la demanda energética, ya que ésta redonda proporcionalmente en el ahorro energético anual que se produzca.

Por tanto, aunque tengamos en cuenta que todos estos factores podrán afectar al rendimiento del sistema fotovoltaico o al ahorro energético que se produzca, se puede considerar que la disminución energética sobre el consumo eléctrico actual de la estación de bombeo de los Sectores IV, V y VI de la Comunidad de Regantes será superior al 50%, y que serán satisfechas con la instalación fotovoltaica proyectada. Estas consideraciones tendrán validez siempre y cuando las condiciones meteorológicas, o de consumo, no varíen sustancialmente sobre las consideradas en este Proyecto.

## 7. RESULTADOS AMBIENTALES.

Para evaluar la incidencia positiva que desde el punto de vista ambiental llevaría consigo la implantación de la instalación fotovoltaica proyectada, como medio generador de energía renovable que sustituiría a la energía convencional, se puede proceder a determinar qué reducción se produciría en la emisión de gases de efecto invernadero.

Como gases de efecto invernadero se incluyen los siguientes:

- CO<sub>2</sub>
- N<sub>2</sub>O
- Metano
- Gases refrigerantes (R407c, R410a, R134a, R437a, R404a)

Para tal determinación, que se cuantificará mediante Kg de CO<sub>2</sub> producidos por cada kWh consumido, es necesario conocer el Factor de emisión de CO<sub>2</sub> y de energía primaria respecto a la energía eléctrica final consumida. En su procedimiento de cálculo intervienen todos los combustibles que componen el Mix energético, empleando a su vez los coeficientes respectivos para cada tipología de central.

De acuerdo con los datos obtenidos a partir del *Documento Factores de Emisión. Registro de Huella de Carbono, Compensación y Proyectos de Absorción de Dióxido de Carbono*, emitido en junio de 2023 por el *Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico del Gobierno de España*, el Factor Mix de electricidad de la comercializadora de energía de esta Comunidad de Regantes es de **0,273 kg de CO<sub>2</sub> por kWh** (ENERGÍA VM GESTIÓN DE ENERGÍA, S.L.U.).

Por tanto, con la implantación de este Proyecto la reducción de gases de efecto invernadero alcanza los:

<b>Ahorro Energético</b> kWh	<b>Factor de emisión</b> Kg de CO <sub>2</sub> eq/kWh	<b>Reducción de gases de efecto invernadero</b> Kg de CO <sub>2</sub> eq
1.035.823,48	0,273	<b>282.779,81</b>

## **8. PLAN DEL CONTROL DE AHORRO ENERGÉTICO DURANTE LOS 5 AÑOS POSTERIORES A LA ACTUACIÓN.**

Para efectuar el Plan de control del ahorro energético que se promueva con las actuaciones, se utilizarán una serie de indicadores de seguimiento durante los 5 años posteriores a la actuación. Estos indicadores se establecen con el objeto de poder comparar, al menos con periodicidades anuales, el sistema de consumo eléctrico actual con el sistema combinado que permite la implantación de la instalación fotovoltaica proyectada.

Estos indicadores permitirán conocer la evolución en el tiempo de los parámetros fundamentales de este Proyecto, y estudiar tendencias acerca de la situación que miden, por lo que adquirirán así un gran valor como herramienta en el proceso de evaluación y de análisis de resultados.

Los indicadores de seguimiento se han seleccionado en función de los datos que se disponen en la actualidad, y serán suficientes para evaluar la evolución de los resultados a corto y medio plazo, y por tanto, para permitir obtener conclusiones parciales.

Estos indicadores serán medidos cuantitativamente, y serán los siguientes:

- Datos de radiación solar recibida.
- Consumo energético mensual de los grupos moto-bomba consumidores de energía, con discriminación horaria.
- Caudales suministrados efectivamente por los grupos moto-bomba.

- Precios actualizados de los periodos eléctricos de la tarifa eléctrica contratada por la Comunidad de Regantes.
- Y Factores de Emisión actualizados de CO<sub>2</sub> eq/kWh.

Con el conocimiento de dichos indicadores se podrá conocer la correspondencia entre los distintos parámetros analizados, y contabilizar en qué medida se corresponden los resultados obtenidos con los esperados, tanto a nivel energético como económico.

GRÁFICO N° 1

**CONSUMO ENERGÉTICO ACTUALIZADO (kWh)**

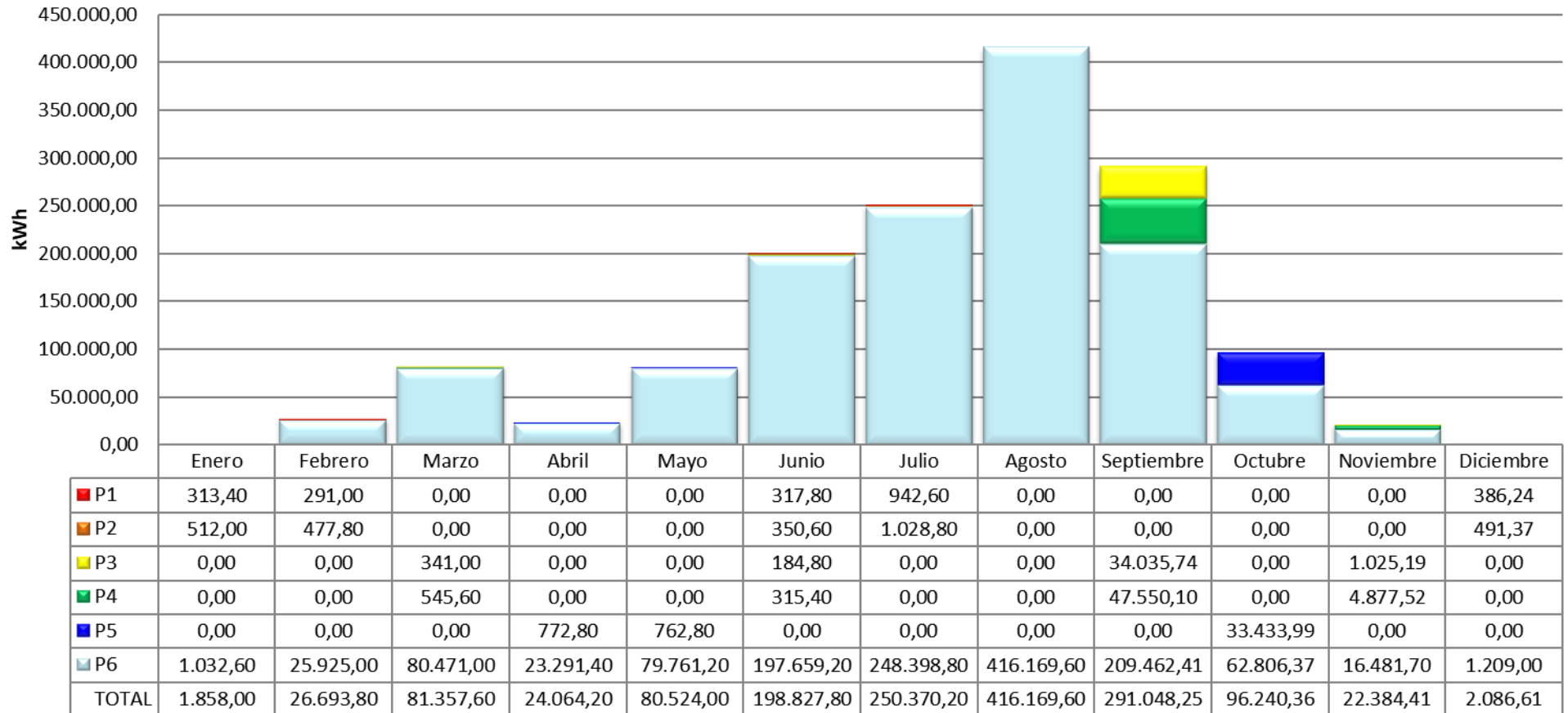


GRÁFICO N° 2

CONSUMO ENERGÉTICO ACTUALIZADO (kWh)

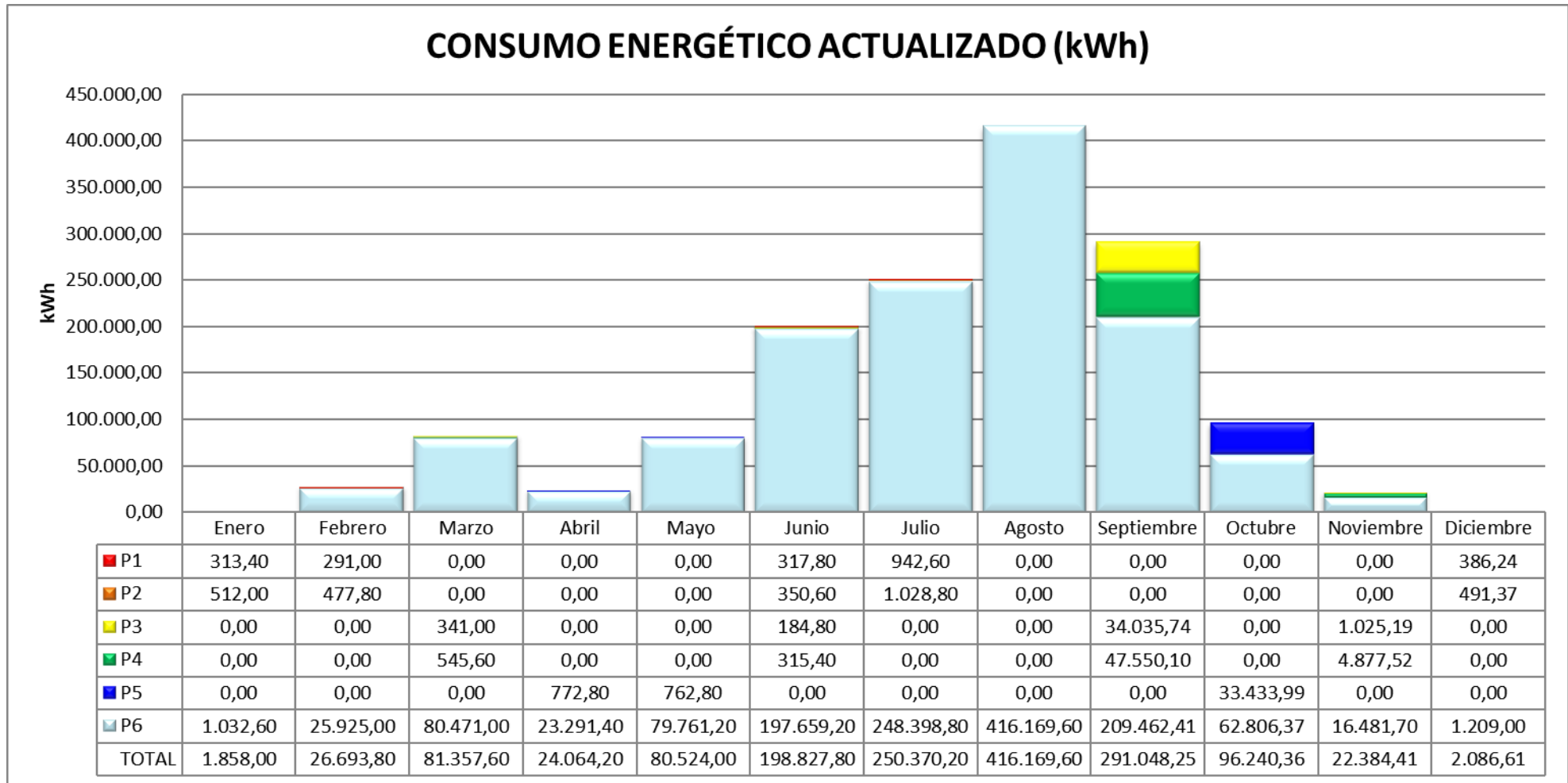


GRÁFICO N° 3

PRODUCCIÓN FOTOVOLTAICA (kWh)

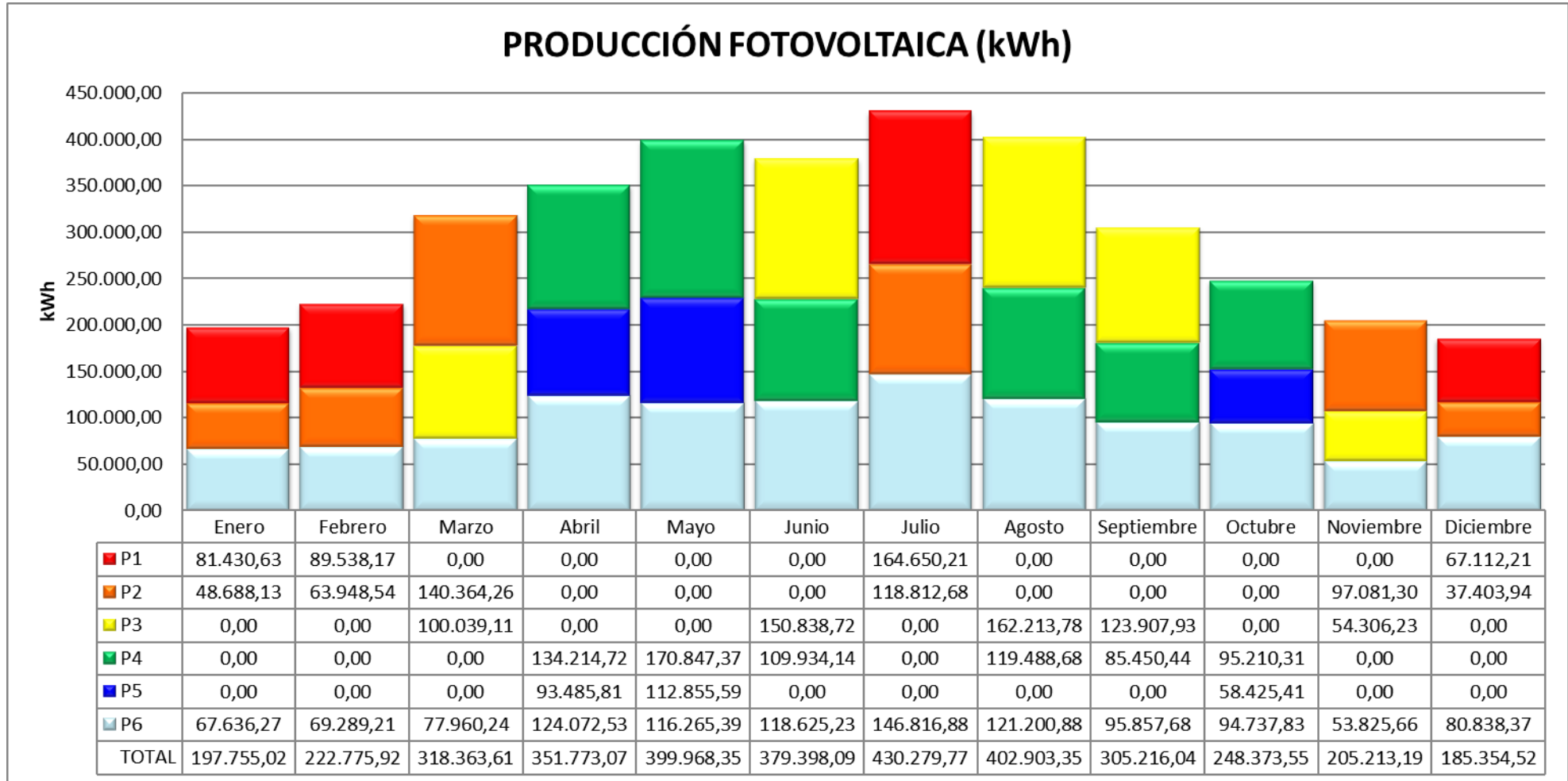




GRÁFICO N° 4

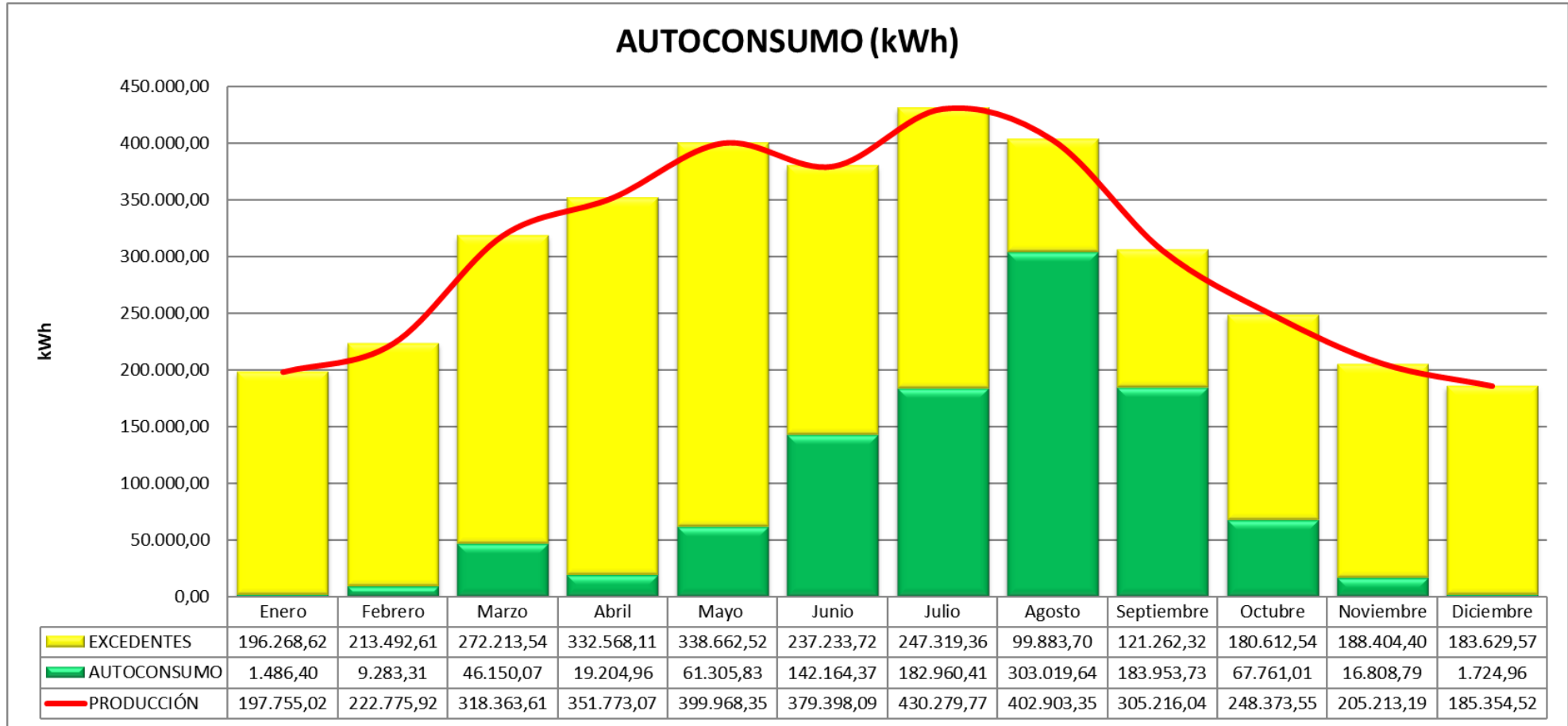
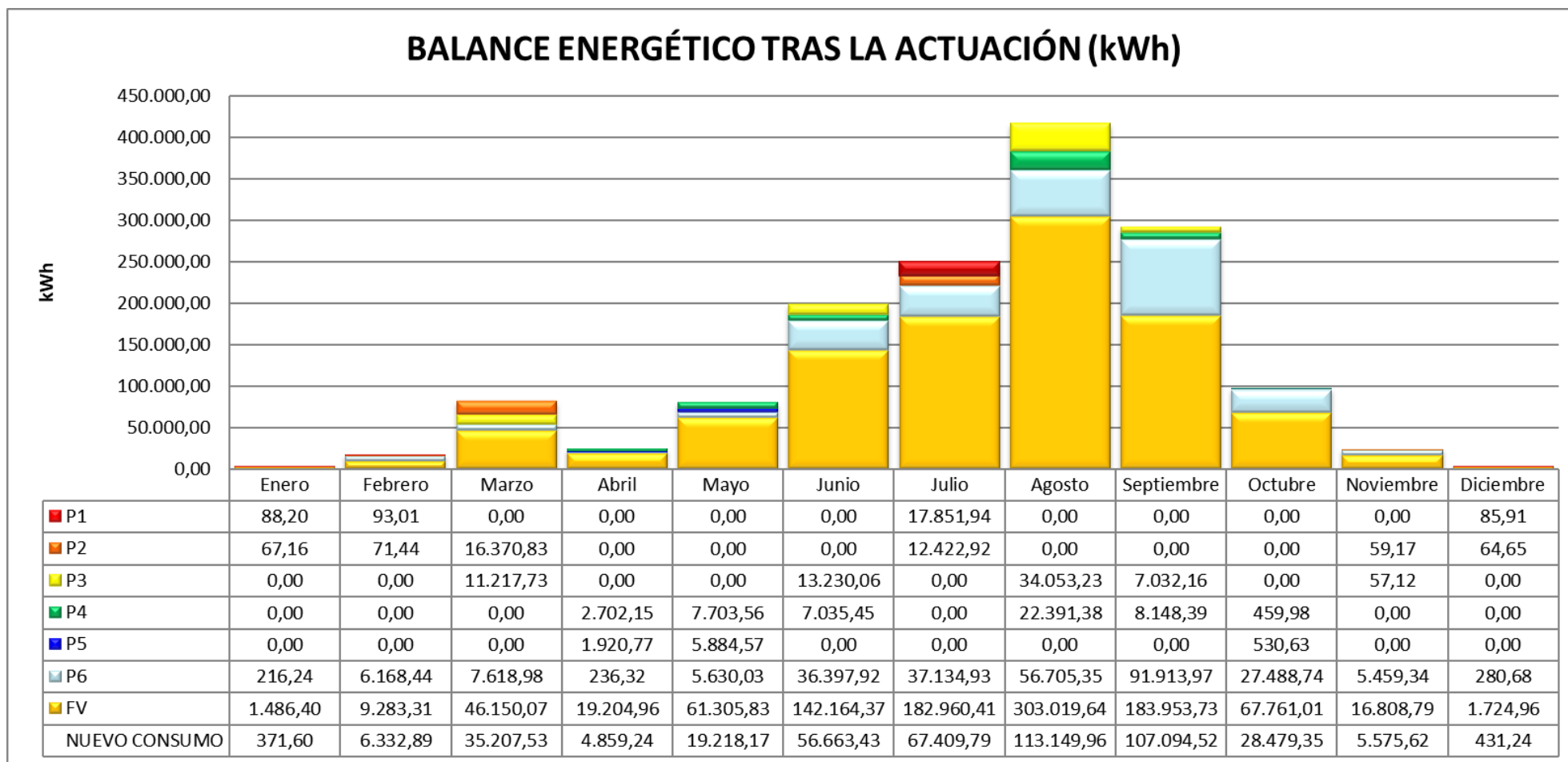


GRÁFICO N° 5



ANEJO IX

**ESTUDIO DE VIABILIDAD DEL PROYECTO**

**PROYECTO DE EJECUCIÓN DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA  
DE 2 MW PARA AUTOCONSUMO DE LOS SECTORES  
IV, V Y VI DE LA COMUNIDAD DE REGANTES  
“SANTA MARÍA MAGDALENA”**

TÉRMINO MUNICIPAL: MENGÍBAR (JAÉN)

PROMOTOR: COMUNIDAD DE REGANTES “SANTA MARÍA MAGDALENA”

## ANEJO IX. ESTUDIO DE VIABILIDAD DEL PROYECTO

### ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN. _____	3
2. VIABILIDAD TÉCNICA. _____	4
3. VIABILIDAD ECONÓMICA. _____	5
3.1. Ahorro económico. _____	5
3.1.1. Criterios considerados para el estudio. _____	5
3.1.2. Ahorro energético. _____	7
3.1.3. Ahorro económico. _____	9
3.2. Criterios de la evaluación económica. _____	12
3.3. Análisis económico. _____	12
3.3.1. Pagos de inversión. _____	13
3.3.2. Pagos ordinarios. _____	14
3.3.3. Cobros ordinarios. _____	14
3.4. Flujos de caja. _____	14
3.5. Evaluación financiera del Proyecto. _____	16
3.5.1. Pay-back o periodo de recuperación dinámico. _____	16

**ANEJO IX**

---

3.5.2. Valor actual neto (VAN).	19
3.5.3. Tasa interna de rentabilidad (TIR).	23
<b>4. CONCLUSIONES.</b>	<b>24</b>

**PROYECTO DE EJECUCIÓN DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA  
DE 2 MW PARA AUTOCONSUMO DE LOS SECTORES  
IV, V Y VI DE LA COMUNIDAD DE REGANTES  
“SANTA MARÍA MAGDALENA”**

TÉRMINO MUNICIPAL: MENGÍBAR (JAÉN)

PROMOTOR: COMUNIDAD DE REGANTES “SANTA MARÍA MAGDALENA”

## ANEJO IX. ESTUDIO DE VIABILIDAD DEL PROYECTO

### 1. INTRODUCCIÓN.

El presente estudio tiene por objeto justificar la viabilidad técnica y económica del *Proyecto de Ejecución de Instalación Fotovoltaica de 2 MW para Autoconsumo de los Sectores IV, V y VI de la Comunidad de Regantes “Santa María Magdalena”*.

Desde el punto de vista de la viabilidad técnica, debe quedar justificado que no haya dificultad para la ejecución de las obras, que no haya dificultad para la puesta en marcha y explotación de las obras, que no haya problemas de seguridad en la ejecución y que se garanticen la consecución de los objetivos perseguidos.

Desde el punto de vista de la viabilidad económica, se realizará una evaluación que permita conocer los méritos propios del Proyecto desde el punto de vista económico, y otra evaluación en la que también se tendrá en cuenta unas ayudas a la inversión.

Para ello, se atenderá exclusivamente a evaluar el ahorro energético que se promoverá con la implantación de este Proyecto, en comparación con la situación existente actualmente en esta Comunidad de Regantes.

Finalmente, se determinarán para cada alternativa los índices de rentabilidad de esta inversión, que serán las herramientas que nos permitirán establecer objetivamente el impacto económico del Proyecto.

## 2. VIABILIDAD TÉCNICA.

El presente Proyecto es viable desde el punto de vista técnico, por los siguientes motivos:

- **No presenta dificultades especiales para su ejecución.**

Porque las obras proyectadas son las actuaciones típicas que permiten implantar una instalación fotovoltaica, y no se contempla ninguna actuación que pudiera tener una dificultad especial para su ejecución. No obstante, en los casos en los que sea necesario, habrá que obtener los permisos y autorizaciones necesarias para su ejecución.

- **No presenta dificultades para su puesta en marcha ni explotación.**

Una vez que las actuaciones proyectadas sean ejecutadas, tendrá lugar su puesta en marcha, en la que no se prevé que exista tampoco ninguna dificultad, puesto que las instalaciones que se contemplan en el Proyecto son las típicas de una instalación fotovoltaica. De igual modo, no se prevé dificultad alguna para su manejo y explotación, una vez que los encargados del riego estén debidamente formados para ello.

- **No plantea problemas desde el punto de vista de la seguridad.**

La ejecución de las actuaciones proyectadas no entraña problemas de seguridad, puesto que no se contempla ninguna actuación especialmente peligrosa, o que pueda generar riesgos especiales ni para la seguridad de los trabajadores que participen, ni para los comuneros o encargados de riego de la Comunidad de Regantes.

- **Garantiza la consecución de los objetivos planteados según la orden que regula las ayudas.**

Con las actuaciones proyectadas se pretende disminuir la dependencia energética de la Comunidad de Regantes, y de acuerdo con lo especificado en otros

documentos del Proyecto, la disminución de la dependencia energética en este Sector será superior al 50 %.

### 3. VIABILIDAD ECONÓMICA.

#### 3.1. Ahorro económico.

##### 3.1.1. Criterios considerados para el estudio.

Los criterios considerados para el presente estudio de viabilidad económica son los que se resumen a continuación:

1. PRECIOS DE LA ENERGÍA. Para este estudio se han utilizado los precios fijos que actualmente tiene contratados la Comunidad de Regantes para cada periodo tarifario, como se detalla en la siguiente tabla:

PRECIOS DE LA ENERGÍA (€/kWh)					
P1	P2	P3	P4	P5	P6
0,25536	0,26670	0,30505	0,29311	0,19394	0,28417

2. PERIODO DE ESTUDIO. El estudio se ha realizado para un periodo de 25 años.
3. PERIODO DE AMORTIZACIÓN. Para el análisis de rentabilidad se ha tenido en cuenta un plazo de amortización equivalente al periodo de estudio.
4. COSTE DE INVERSIÓN. Para el cálculo del coste de inversión se han tenido en cuenta los siguientes conceptos:
  - 4.1. Coste del Estudio Geotécnico.
  - 4.2. Honorarios por Redacción del Proyecto.
  - 4.3. Coste de las obras proyectadas, de acuerdo al Presupuesto de Ejecución por Contrata (P.E.C) del Proyecto.
  - 4.4. Tasa municipal.
  - 4.5. Impuesto sobre Construcciones y Obras (I.C.I.O).
  - 4.6. Honorarios por Dirección de Obra.
  - 4.7. Honorarios por Coordinación de Seguridad y Salud.



5. OTROS GASTOS. Para el cálculo de los gastos anuales se han tenido en cuenta los siguientes conceptos:

5.1. Mantenimiento y reparaciones de la propia instalación.

5.2. Seguros, seguridad externa y otros.

6. PÉRDIDA DEL RENDIMIENTO DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA. La producción fotovoltaica a lo largo de la su vida útil se reduce de acuerdo al rendimiento de los módulos fotovoltaicos, que disminuye gradualmente con el tiempo.

Es por ello, por lo que en este estudio se ha considerado para cada año de vida útil de la instalación los rendimientos que se prevén, y que se exponen en la siguiente tabla:

<b>AÑO</b>	<b>RENDIMIENTO</b>
1	100,00%
2	99,50%
3	99,00%
4	98,50%
5	98,00%
6	97,50%
7	97,00%
8	96,50%
9	96,00%
10	95,50%
11	95,00%
12	94,40%
13	94,00%
14	93,50%
15	93,00%
16	92,50%
17	92,00%
18	91,50%
19	91,00%
20	90,50%
21	90,00%

<b>AÑO</b>	<b>RENDIMIENTO</b>
22	89,50%
23	89,00%
24	88,80%
25	88,00%

**7. INCREMENTOS DE PRECIOS ANUAL.** Las tendencias inflacionistas o deflacionistas afectan de igual manera a cobros y pagos, considerándose un incremento de precios anual del 1,50 %.

**8. IMPUESTOS.** A la base imponible del ahorro económico obtenido por autoconsumo de energía se le ha aplicado en este estudio el Impuesto vigente sobre el Valor Añadido (I.V.A.) del 21%.

### 3.1.2. Ahorro energético.

De acuerdo con lo expuesto en el *Anejo VIII. Ahorro Energético*, el autoconsumo (ahorro) energético previsto por la actuación proyectada se distribuye a nivel mensual de la siguiente manera:

<b>MES</b>	<b>AHORRO ENERGÉTICO (kWh)</b>
ENERO	1.486,40
FEBRERO	9.283,31
MARZO	46.150,07
ABRIL	19.204,96
MAYO	61.305,83
JUNIO	142.164,37
JULIO	182.960,41
AGOSTO	303.019,64
SEPTIEMBRE	183.953,73
OCTUBRE	67.761,01
NOVIEMBRE	16.808,79
DICIEMBRE	1.724,96
<b>TOTAL AÑO:</b>	<b>1.035.823,48</b>

En base a los resultados obtenidos, el autoconsumo (ahorro) energético que se prevé tras la actuación será de **1.035.823,48 kWh/año**, y tiene la siguiente distribución por periodos tarifarios:

MES	AUTOCONSUMO (kWh)					
	P1	P2	P3	P4	P5	P6
ENERO	352,80	268,64	0,00	0,00	0,00	864,96
FEBRERO	324,79	248,76	0,00	0,00	0,00	8.709,76
MARZO	0,00	23.515,17	14.042,67	0,00	0,00	8.592,22
ABRIL	0,00	0,00	0,00	10.662,85	7.597,23	944,88
MAYO	0,00	0,00	0,00	24.323,84	18.924,03	18.057,97
JUNIO	0,00	0,00	26.114,34	11.460,95	0,00	104.589,08
JULIO	39.225,86	25.335,48	0,00	0,00	0,00	118.399,07
AGOSTO	0,00	0,00	85.966,17	53.741,82	0,00	163.311,65
SEPTIEMBRE	0,00	0,00	6.377,64	7.285,49	0,00	170.290,60
OCTUBRE	0,00	0,00	0,00	1.567,20	1.895,71	64.298,11
NOVIEMBRE	0,00	236,67	228,46	0,00	0,00	16.343,66
DICIEMBRE	343,65	258,59	0,00	0,00	0,00	1.122,72
<b>TOTAL AÑO:</b>	<b>40.247,10</b>	<b>49.863,32</b>	<b>132.729,28</b>	<b>109.042,16</b>	<b>28.416,96</b>	<b>675.524,68</b>
<b>PORCENTAJE:</b>	<b>3,89%</b>	<b>4,81%</b>	<b>12,81%</b>	<b>10,53%</b>	<b>2,74%</b>	<b>65,22%</b>

No obstante, como a consecuencia de la pérdida de rendimiento de los módulos fotovoltaicos a lo largo de su vida útil, la producción energética se verá reducida gradualmente de acuerdo al rendimiento que para cada año se ha expuesto anteriormente.

Por ende, también se verá reducido gradualmente el autoconsumo (ahorro) energético a lo largo de la vida útil de la instalación.

Teniendo en cuenta ambas reducciones, se sintetizan en la siguiente tabla las previsiones de producción energética y ahorro energético, para cada año de la vida útil de la instalación:

AÑO	PRODUCCIÓN ENERGÉTICA (kWh)	AHORRO ENERGÉTICO (kWh)
1	3.647.374,49	1.035.823,48

<b>AÑO</b>	<b>PRODUCCIÓN ENERGÉTICA (kWh)</b>	<b>AHORRO ENERGÉTICO (kWh)</b>
2	3.629.137,61	1.034.082,90
3	3.610.900,74	1.032.342,31
4	3.592.663,87	1.030.601,72
5	3.574.427,00	1.028.861,13
6	3.556.190,12	1.027.091,46
7	3.537.953,25	1.025.281,53
8	3.519.716,38	1.023.430,30
9	3.501.479,51	1.021.516,84
10	3.483.242,63	1.019.462,49
11	3.465.005,76	1.017.404,36
12	3.443.121,52	1.014.923,94
13	3.428.532,02	1.013.220,71
14	3.410.295,15	1.011.091,66
15	3.392.058,27	1.008.962,62
16	3.373.821,40	1.006.833,58
17	3.355.584,53	1.004.675,93
18	3.337.347,66	1.002.504,47
19	3.319.110,78	1.000.244,96
20	3.300.873,91	997.950,86
21	3.282.637,04	995.632,87
22	3.264.400,17	993.271,37
23	3.246.163,29	990.909,86
24	3.238.868,54	989.965,26
25	3.209.689,55	986.186,85

### 3.1.3. Ahorro económico.

El ahorro económico previsto por la actuación proyectada provendrá únicamente del autoconsumo (ahorro) energético que se produzca de la instalación, que según se ha detallado en el apartado anterior se estima en **1.035.823,48 kWh/año**.

De acuerdo con los criterios expuestos con anterioridad, para valorar este autoconsumo (ahorro) energético en el Año 1, se han utilizado los precios contratados

actualmente por la Comunidad de Regantes, y se han incrementado en un 1,50 %, obteniéndose los siguientes precios:

<b>PRECIOS DE LA ENERGÍA (€/kWh)</b>					
<b>P1</b>	<b>P2</b>	<b>P3</b>	<b>P4</b>	<b>P5</b>	<b>P6</b>
0,25919	0,27070	0,30963	0,29750	0,19685	0,28843

De tal forma, aplicando los precios de la tabla anterior al ahorro energético previsto, se obtiene para el AÑO 1 el siguiente ahorro económico:

<b>PERIODO TARIFARIO</b>	<b>AHORRO ENERGÉTICO (kWh)</b>	<b>PRECIOS DE LA ENERGÍA (€/kWh)</b>	<b>BASE IMPONIBLE AHORRO ECONÓMICO (€)</b>
P1	40.247,10	0,25919	10.431,51
P2	49.863,32	0,27070	13.497,855
P3	132.729,28	0,30963	41.096,93
P4	109.042,16	0,29750	32.440,36
P5	28.416,96	0,19685	5.593,98
P6	675.524,68	0,28843	194.842,90
<b>TOTAL AÑO:</b>	<b>1.035.823,48</b>		<b>297.903,53</b>

Finalmente, corresponde aplicar a este ahorro económico el IVA correspondiente, por lo que finalmente para el AÑO 1 el ahorro económico ascenderá a **360.463,30 €**, con el siguiente desglose por periodos tarifarios:

<b>PERIODO TARIFARIO</b>	<b>BASE IMPONIBLE AHORRO ECONÓMICO (€)</b>	<b>I.V.A (21%)</b>	<b>AHORRO ECONÓMICO (€)</b>
P1	10.431,51	2.190,62	12.622,13
P2	13.497,85	2.834,55	16.332,40
P3	41.096,93	8.630,36	49.727,29
P4	32.440,36	6.812,48	39.252,84
P5	5.593,98	1.174,74	6.768,72
P6	194.842,90	40.917,01	235.759,91
<b>TOTAL AÑO:</b>	<b>297.903,53</b>		<b>360.463,29</b>

Como el autoconsumo (ahorro) energético a lo largo de la vida útil de la instalación se verá reducido gradualmente, según lo expuesto anteriormente, el ahorro económico se verá reducido también en la misma proporción.

Sin embargo, este ahorro económico también se verá afectado a lo largo de la vida útil de la instalación por el incremento de precios anual considerado del 1,50 %.

Con todo ello, a lo largo de la vida útil de la instalación se prevé el siguiente ahorro económico:

<b>AÑO</b>	<b>AHORRO ECONÓMICO (€)</b>
1	360.463,30
2	365.253,34
3	370.106,07
4	375.022,16
5	380.002,43
6	385.036,52
7	390.120,33
8	395.255,00
9	400.432,83
10	405.623,43
11	410.878,23
12	416.027,12
13	421.562,92
14	426.992,38
15	432.489,91
16	438.056,28
17	443.679,64
18	449.366,82
19	455.083,69
20	460.854,85
21	466.685,61
22	472.566,77
23	478.519,41

AÑO	AHORRO ECONÓMICO (€)
24	485.236,01
25	490.642,19

### 3.2. Criterios de la evaluación económica.

Se emplearán los siguientes índices de rentabilidad de inversiones:

- Periodo de recuperación o “Pay-back”.
- V.A.N.: Valor Actual Neto.
- T.I.R.: Tasa Interna de Rendimiento.

### 3.3. Análisis económico.

En todo proyecto de inversión se distinguen tres parámetros básicos:

- Pago de inversión (K), que se define como el número de unidades que el inversor debe desembolsar para conseguir que el proyecto comience a funcionar como tal. Se calcula a partir del presupuesto total del Proyecto.
- Flujos de caja ( $F_h$ ), es la diferencia entre los cobros y los pagos generados por la inversión, para cada uno de los años de vida útil.
- Vida útil del proyecto (n), es el número de años durante los cuales la inversión estará funcionando y generando rendimientos positivos. Se tomará para este flujo un valor de 25 años.

Para realizar el análisis de inversiones se van a utilizar los siguientes supuestos:

- Los cobros y pagos se producen en un mismo instante. Se tomará como referencia el año agronómico y todos los flujos se contabilizarán al final de dicho año.
- Los valores futuros que tomen los tres parámetros (K,  $F_h$ , n) van a coincidir con los valores previamente estimados, considerándolos totalmente ciertos. Esto es

lo que se conoce como condición de certidumbre. Siendo la inversión inicial (K), el flujo de caja ( $F_h$ ), y la vida del proyecto (n),

- Las tendencias inflacionistas o deflacionistas afectan de igual manera a cobros y pagos, considerándose un incremento de precios anual del 1,50 %.

### 3.3.1. Pagos de inversión.

Son flujos negativos que se realizarán en el momento inicial. En el presente proyecto se supone que todos los costes generados por la ejecución de las obras se realizan en el momento inicial.

#### 3.3.1.1. Pago de las obras.

Según se recoge en el resumen del Presupuesto, el Presupuesto de Ejecución Material de las obras asciende a la cantidad de **1.794.223,16 €**

Y en base a éste el coste total de las obras será el siguiente:

CONCEPTOS	IMPORTE
<b>PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL:</b>	<b>1.794.223,16 €</b>
GASTOS GENERALES (14%):	251.191,24 €
BENEFICIO INDUSTRIAL (6%):	107.653,39 €
SUMA DE G.G. Y B.I.:	2.153.067,79 €
I.V.A. (21%):	452.144,24 €
<b>TOTAL PRESUPUESTO EJECUCIÓN POR CONTRATA:</b>	<b>2.605.212,03 €</b>

El pago de las obras se realiza en su totalidad en el año 0. Se considera un pago extraordinario de ese año.

#### 3.3.1.2. Pago de otros conceptos.

En la siguiente tabla se recogen el resto de pagos de inversión que también serán necesarios realizar en su totalidad en el año 0:

	CONCEPTOS	IMPORTE
1	ESTUDIO GEOTÉCNICO	1.866,00 €
2	HONORARIOS POR REDACCIÓN DE PROYECTO	47.500,00 €
3	TASAS MUNICIPALES	17.942,23 €
4	IMPUESTO SOBRE CONSTRUCCIONES Y OBRAS (I.C.I.O)	71.768,93 €



	<b>CONCEPTOS</b>	<b>IMPORTE</b>
5	HONORARIOS POR DIRECCIÓN DE OBRA	64.592,03 €
6	HONORARIOS POR COORDINACIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD	20.000,00 €
	SUBTOTAL:	223.669,19 €
	I.V.A. (21%):	28.131,19 €
	<b>TOTAL OTROS CONCEPTOS:</b>	<b>251.800,38 €</b>

### 3.3.2. Pagos ordinarios.

Como pagos ordinarios se consideran los siguientes:

#### 3.3.2.1. Pagos por mantenimiento y reparaciones.

El coste considerado por mantenimiento y/o posibles reparaciones de la instalación fotovoltaica proyectada es de 3.780 € por MWp, por lo que el pago por este concepto en el primer año será de **8.562,15 €/año**.

#### 3.3.2.2. Pagos por seguros, seguridad externa y otros.

El coste considerado en este caso es de 1.636,36 € por MWp, por lo que el pago por este concepto en el primer año será de **3.706,55 €/año**.

### 3.3.3. Cobros ordinarios.

Dentro de este apartado se computarán como cobros ordinarios el ahorro económico que se prevé en cada año de la vida útil de la instalación, según se ha expuesto en el apartado 3.1.3, y que está en consonancia con el ahorro energético previsto por instalación fotovoltaica proyectada.

## 3.4. Flujos de caja.

Es el conjunto de flujos de ingresos menos el flujo de gastos, a lo largo del periodo de explotación del proyecto, estimado en este caso en 25 años. En este estudio, se entenderá como flujo de ingresos los cobros ordinarios expuestos en el apartado anterior (ahorro anualmente producido por la instalación fotovoltaica proyectada), y como flujo de gastos el pago de las obras (pago extraordinario) y los pagos anuales por mantenimiento y/o reparaciones (pagos ordinarios).

Y tal y como se expuso al inicio de este estudio, se va a analizar la inversión desde el punto de vista económico mediante dos alternativas:

- **Alternativa 1:** Se realizará la evaluación sólo teniendo en cuenta los méritos propios del Proyecto.
- **Alternativa 2:** Se tendrá en cuenta en la evaluación también la incidencia de unas ayudas de 1.043.061,36 € que se solicitarán a la Consejería de Agricultura, Pesca, Agua y Desarrollo Rural, amparadas en la convocatoria de 2023 de las ayudas dirigidas a la disminución de la dependencia energética.

**ALTERNATIVA 1**

<b>AÑO</b>	<b>Cobros Ordinarios</b>	<b>Pagos Ordinarios</b>	<b>Pagos Extraordinarios</b>	<b>FLUJOS DE CAJA</b>
0			2.857.012,41 €	-2.857.012,41 €
1	360.463,30 €	12.268,71 €	0,00 €	348.194,59 €
2	365.253,34 €	12.452,74 €	0,00 €	352.800,60 €
3	370.106,07 €	12.639,53 €	0,00 €	357.466,54 €
4	375.022,16 €	12.829,12 €	0,00 €	362.193,04 €
5	380.002,43 €	13.021,56 €	0,00 €	366.980,87 €
6	385.036,52 €	13.216,88 €	0,00 €	371.819,64 €
7	390.120,33 €	13.415,13 €	0,00 €	376.705,20 €
8	395.255,00 €	13.616,36 €	0,00 €	381.638,64 €
9	400.432,83 €	13.820,61 €	0,00 €	386.612,22 €
10	405.623,43 €	14.027,91 €	0,00 €	391.595,52 €
11	410.878,23 €	14.238,33 €	0,00 €	396.639,90 €
12	416.027,12 €	14.451,91 €	0,00 €	401.575,21 €
13	421.562,92 €	14.668,69 €	0,00 €	406.894,23 €
14	426.992,38 €	14.888,72 €	0,00 €	412.103,66 €
15	432.489,91 €	15.112,05 €	0,00 €	417.377,86 €
16	438.056,28 €	15.338,73 €	0,00 €	422.717,55 €
17	443.679,64 €	15.568,81 €	0,00 €	428.110,83 €
18	449.366,82 €	15.802,34 €	0,00 €	433.564,48 €
19	455.083,69 €	16.039,38 €	0,00 €	439.044,31 €
20	460.854,85 €	16.279,97 €	0,00 €	444.574,88 €
21	466.685,61 €	16.524,17 €	0,00 €	450.161,44 €
22	472.566,77 €	16.772,03 €	0,00 €	455.794,74 €
23	478.519,41 €	17.023,61 €	0,00 €	461.495,80 €
24	485.236,01 €	17.278,96 €	0,00 €	467.957,05 €
25	490.642,19 €	17.538,15 €	0,00 €	473.104,04 €

**ALTERNATIVA 2**

<b>AÑO</b>	<b>Cobros Ordinarios</b>	<b>Pagos Ordinarios</b>	<b>Pagos Extraordinarios</b>	<b>FLUJOS DE CAJA</b>
0			1.813.951,05 €	-1.813.951,05 €
1	360.463,30 €	12.268,71 €	0,00 €	348.194,59 €
2	365.253,34 €	12.452,74 €	0,00 €	352.800,60 €
3	370.106,07 €	12.639,53 €	0,00 €	357.466,54 €
4	375.022,16 €	12.829,12 €	0,00 €	362.193,04 €
5	380.002,43 €	13.021,56 €	0,00 €	366.980,87 €
6	385.036,52 €	13.216,88 €	0,00 €	371.819,64 €
7	390.120,33 €	13.415,13 €	0,00 €	376.705,20 €
8	395.255,00 €	13.616,36 €	0,00 €	381.638,64 €
9	400.432,83 €	13.820,61 €	0,00 €	386.612,22 €
10	405.623,43 €	14.027,91 €	0,00 €	391.595,52 €
11	410.878,23 €	14.238,33 €	0,00 €	396.639,90 €
12	416.027,12 €	14.451,91 €	0,00 €	401.575,21 €
13	421.562,92 €	14.668,69 €	0,00 €	406.894,23 €
14	426.992,38 €	14.888,72 €	0,00 €	412.103,66 €
15	432.489,91 €	15.112,05 €	0,00 €	417.377,86 €
16	438.056,28 €	15.338,73 €	0,00 €	422.717,55 €
17	443.679,64 €	15.568,81 €	0,00 €	428.110,83 €
18	449.366,82 €	15.802,34 €	0,00 €	433.564,48 €
19	455.083,69 €	16.039,38 €	0,00 €	439.044,31 €
20	460.854,85 €	16.279,97 €	0,00 €	444.574,88 €
21	466.685,61 €	16.524,17 €	0,00 €	450.161,44 €
22	472.566,77 €	16.772,03 €	0,00 €	455.794,74 €
23	478.519,41 €	17.023,61 €	0,00 €	461.495,80 €
24	485.236,01 €	17.278,96 €	0,00 €	467.957,05 €
25	490.642,19 €	17.538,15 €	0,00 €	473.104,04 €

### **3.5. Evaluación financiera del Proyecto.**

Mediante el cálculo de los índices de rentabilidad se conocerá la capacidad del proyecto para generar excedentes.

#### *3.5.1. Pay-back o periodo de recuperación dinámico.*

El periodo de recuperación dinámico de una inversión es el tiempo que transcurre hasta que los cobros acumulados igualan a los pagos acumulados.

El valor del pay-back es el que satisface la siguiente expresión:

$$-A + \sum_{t=1}^{z'} Q_t = 0,$$

Dónde:

A es el desembolso inicial,

$Q_t$  es el flujo neto de caja del año t, y

$z'$  es el periodo de recuperación dinámico

La tabla que sigue muestra el flujo de caja de la inversión y el saldo de recuperación para cada alternativa analizada:

**ALTERNATIVA 1**

<b>AÑO</b>	<b>SALDO DE RECUPERACIÓN</b>
0	
1	-2.508.817,82 €
2	-2.156.017,21 €
3	-1.798.550,67 €
4	-1.436.357,63 €
5	-1.069.376,75 €
6	-697.557,11 €
7	-320.851,92 €
8	60.786,72 €
9	447.398,95 €
10	838.994,46 €
11	1.235.634,36 €
12	1.637.209,57 €
13	2.044.103,80 €
14	2.456.207,46 €
15	2.873.585,33 €
16	3.296.302,88 €
17	3.724.413,71 €
18	4.157.978,19 €
19	4.597.022,50 €
20	5.041.597,38 €

**ALTERNATIVA 2**

<b>AÑO</b>	<b>SALDO DE RECUPERACIÓN</b>
0	
1	-1.465.756,46 €
2	-1.112.955,85 €
3	-755.489,31 €
4	-393.296,27 €
5	-26.315,39 €
6	345.504,25 €
7	722.209,44 €
8	1.103.848,08 €
9	1.490.460,31 €
10	1.882.055,82 €
11	2.278.695,72 €
12	2.680.270,93 €
13	3.087.165,16 €
14	3.499.268,82 €
15	3.916.646,69 €
16	4.339.364,24 €
17	4.767.475,07 €
18	5.201.039,55 €
19	5.640.083,86 €
20	6.084.658,74 €

**ALTERNATIVA 1**

AÑO	SALDO DE RECUPERACIÓN
21	5.491.758,82 €
22	5.947.553,56 €
23	6.409.049,36 €
24	6.877.006,41 €
25	7.350.110,45 €

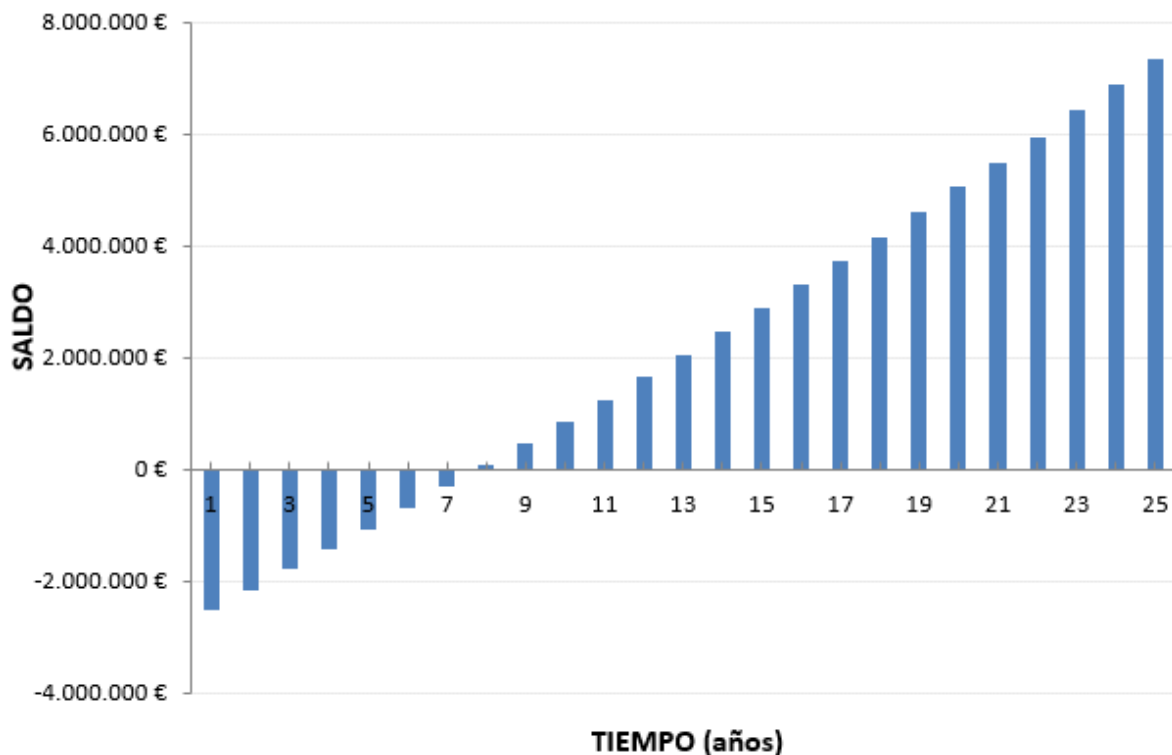
**ALTERNATIVA 2**

AÑO	SALDO DE RECUPERACIÓN
21	6.534.820,18 €
22	6.990.614,92 €
23	7.452.110,72 €
24	7.920.067,77 €
25	8.393.171,81 €

Como puede observarse, la estimación del **periodo de recuperación dinámico**, que considera el valor del dinero en el tiempo, arroja un valor de **7,84 años** para la Alternativa 1 y de **5,07 años** para la Alternativa 2.

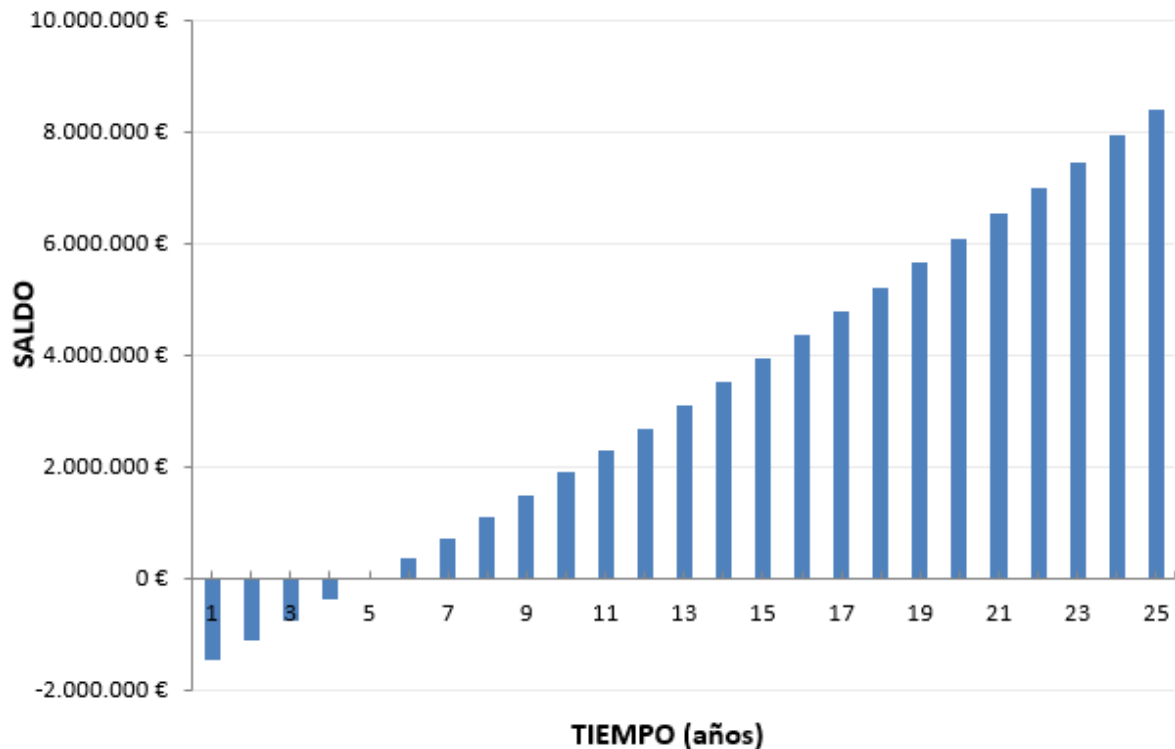
Para observar mejor su evolución, se muestran a continuación gráficamente estos los flujos de caja (Gráfica 1 y Gráfica 2).

**SALDO DE RECUPERACIÓN**



**Gráfica 1.** Flujos de caja – Alternativa 1.

## SALDO DE RECUPERACIÓN



**Gráfica 2.** Flujos de caja – Alternativa 2.

### 3.5.2. Valor actual neto (VAN).

El valor actual neto de una inversión es el valor actualizado de todos los flujos esperados. Se calcula como diferencia entre el valor actualizado de los cobros esperados menos el valor actualizado de los pagos previstos.

Considerando una misma tasa de descuento  $r$  (%) para todos los años, la expresión a resolver sería:

$$VAN = -A + \sum_{t=1}^n \frac{Q_t}{(1+r)^t}$$

Dónde:

$VAN$  es el valor actual neto de la inversión,

$A$  es el desembolso inicial,

$Q_t$  es el flujo de caja,

$r$  es el tipo de descuento o tasa de actualización, y

$n$  es la duración de la inversión.

### ALTERNATIVA 1

<b>VAN (r=3%)</b>	<b>VAN (r=4%)</b>	<b>VAN (r=6%)</b>	<b>VAN (r=8%)</b>
-2.518.959,41 €	-2.522.209,92 €	-2.528.526,94 €	-2.534.610,01 €
-2.186.411,00 €	-2.196.025,92 €	-2.214.535,66 €	-2.232.140,35 €
-1.859.278,47 €	-1.878.239,47 €	-1.914.399,86 €	-1.948.371,89 €
-1.537.474,65 €	-1.568.635,34 €	-1.627.509,05 €	-1.682.149,19 €
-1.220.913,72 €	-1.267.003,81 €	-1.353.279,59 €	-1.432.388,17 €
-909.520,63 €	-973.149,35 €	-1.091.161,42 €	-1.198.078,73 €
-603.224,83 €	-686.884,36 €	-840.630,95 €	-978.274,87 €
-301.955,77 €	-408.024,75 €	-601.186,14 €	-772.087,38 €
-5.649,69 €	-136.396,13 €	-372.350,96 €	-578.685,02 €
285.734,15 €	128.151,77 €	-153.686,07 €	-397.300,53 €
572.275,25 €	385.801,49 €	55.258,88 €	-227.188,47 €
853.932,03 €	636.624,18 €	254.829,46 €	-67.717,43 €
1.131.007,20 €	880.994,31 €	445.597,35 €	81.896,73 €
1.403.456,27 €	1.118.973,91 €	627.871,20 €	222.201,98 €
1.671.355,24 €	1.350.729,02 €	802.028,40 €	353.776,89 €
1.934.778,84 €	1.576.421,38 €	968.429,59 €	477.164,11 €
2.193.792,93 €	1.796.202,02 €	1.127.414,72 €	592.869,17 €
2.448.466,37 €	2.010.221,64 €	1.279.311,34 €	701.368,26 €
2.698.847,21 €	2.218.610,70 €	1.424.421,20 €	803.100,13 €
2.944.997,54 €	2.421.508,87 €	1.563.041,75 €	898.482,87 €
3.186.981,50 €	2.619.054,84 €	1.695.459,17 €	987.910,03 €
3.424.857,35 €	2.811.379,88 €	1.821.944,54 €	1.071.749,15 €
3.658.693,47 €	2.998.620,88 €	1.942.762,87 €	1.150.348,93 €
3.888.897,32 €	3.181.180,98 €	2.058.338,22 €	1.224.145,45 €
<b>4.114.854,45 €</b>	<b>3.358.650,25 €</b>	<b>2.168.570,82 €</b>	<b>1.293.227,11 €</b>

### ALTERNATIVA 2

<b>VAN (r=3%)</b>	<b>VAN (r=4%)</b>	<b>VAN (r=6%)</b>	<b>VAN (r=8%)</b>
-1.475.898,05 €	-1.479.148,56 €	-1.485.465,58 €	-1.491.548,65 €
-1.143.349,64 €	-1.152.964,56 €	-1.171.474,30 €	-1.189.078,99 €
-816.217,11 €	-835.178,11 €	-871.338,50 €	-905.310,53 €
-494.413,29 €	-525.573,98 €	-584.447,69 €	-639.087,83 €

VAN (r=3%)	VAN (r=4%)	VAN (r=6%)	VAN (r=8%)
-177.852,36 €	-223.942,45 €	-310.218,23 €	-389.326,81 €
133.540,73 €	69.912,01 €	-48.100,06 €	-155.017,37 €
439.836,53 €	356.177,00 €	202.430,41 €	64.786,49 €
741.105,59 €	635.036,61 €	441.875,22 €	270.973,98 €
1.037.411,67 €	906.665,23 €	670.710,40 €	464.376,34 €
1.328.795,51 €	1.171.213,13 €	889.375,29 €	645.760,83 €
1.615.336,61 €	1.428.862,85 €	1.098.320,24 €	815.872,89 €
1.896.993,39 €	1.679.685,54 €	1.297.890,82 €	975.343,93 €
2.174.068,56 €	1.924.055,67 €	1.488.658,71 €	1.124.958,09 €
2.446.517,63 €	2.162.035,27 €	1.670.932,56 €	1.265.263,34 €
2.714.416,60 €	2.393.790,38 €	1.845.089,76 €	1.396.838,25 €
2.977.840,20 €	2.619.482,74 €	2.011.490,95 €	1.520.225,47 €
3.236.854,29 €	2.839.263,38 €	2.170.476,08 €	1.635.930,53 €
3.491.527,73 €	3.053.283,00 €	2.322.372,70 €	1.744.429,62 €
3.741.908,57 €	3.261.672,06 €	2.467.482,56 €	1.846.161,49 €
3.988.058,90 €	3.464.570,23 €	2.606.103,11 €	1.941.544,23 €
4.230.042,86 €	3.662.116,20 €	2.738.520,53 €	2.030.971,39 €
4.467.918,71 €	3.854.441,24 €	2.865.005,90 €	2.114.810,51 €
4.701.754,83 €	4.041.682,24 €	2.985.824,23 €	2.193.410,29 €
4.931.958,68 €	4.224.242,34 €	3.101.399,58 €	2.267.206,81 €
<b>5.157.915,81 €</b>	<b>4.401.711,61 €</b>	<b>3.211.632,18 €</b>	<b>2.336.288,47 €</b>

El valor del VAN representa la ganancia neta generada por un proyecto y alternativa concretos. El proyecto o alternativa resultará viable siempre que este índice sea positivo.



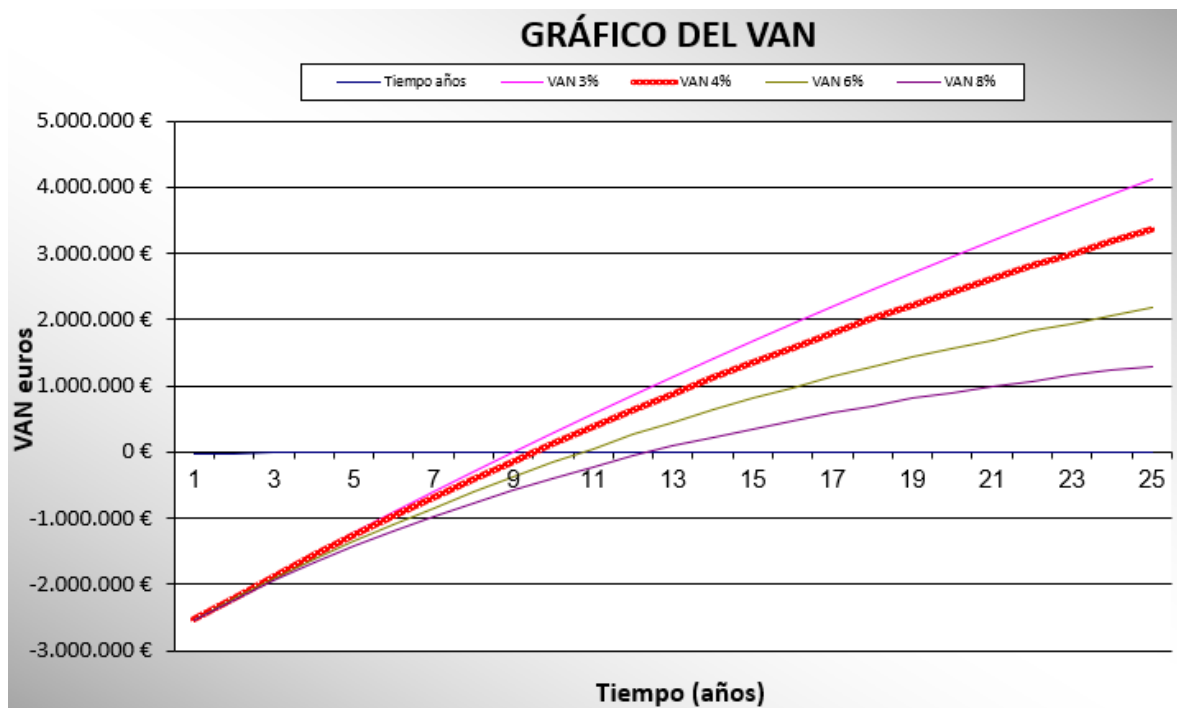


Gráfico 3: Representación del VAN para distintas tasas de actualización – Alternativa 1.

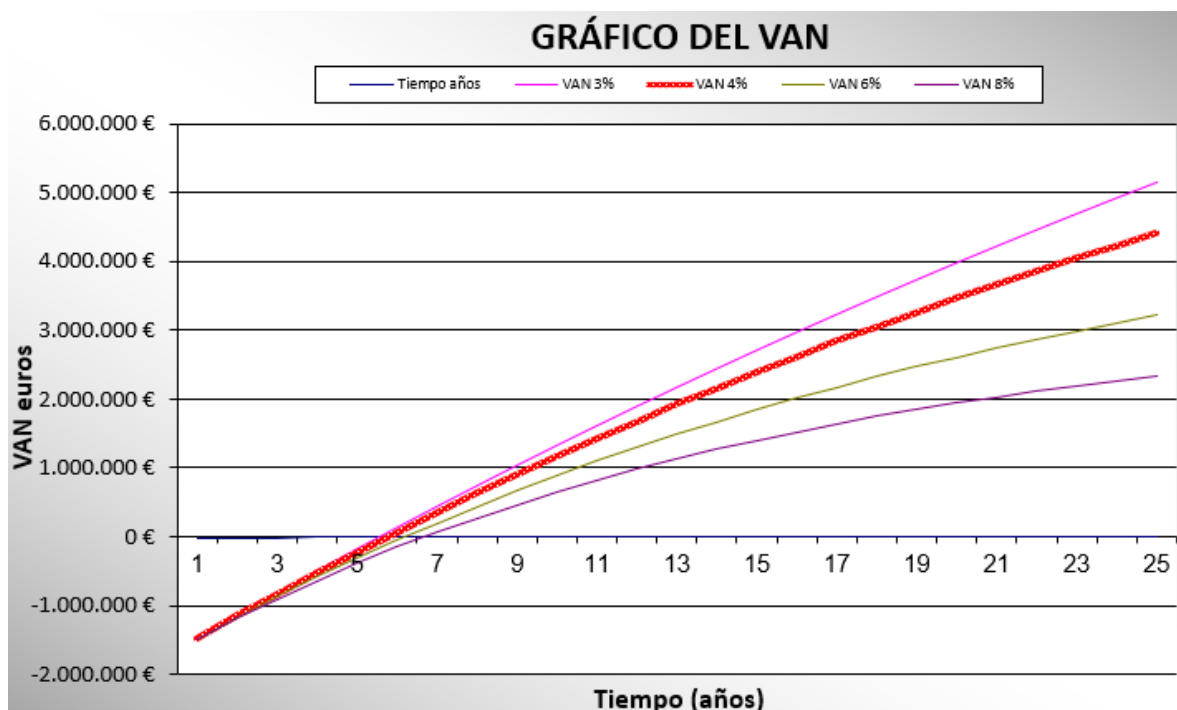


Gráfico 4: Representación del VAN para distintas tasas de actualización – Alternativa 2.

En nuestro caso, para las alternativas planteadas, el proyecto es rentable en la Alternativa 1 para tasas de descuento inferiores al 12%, sin embargo, para la Alternativa 2 es siempre rentable para tasas de descuentos inferiores al 20%.

### 3.5.3. Tasa interna de rentabilidad (TIR).

La tasa interna de rentabilidad de una inversión arroja el valor del tipo de actualización, o descuento, a partir del cual el VAN se hace negativo (la inversión deja de ser rentable). Es pues, el tipo de actualización que iguala el desembolso inicial del proyecto con el valor actual de los futuros flujos netos.

Matemáticamente, hay que resolver la siguiente expresión:

$$VAN = -A + \sum_{t=1}^n \frac{Q_t}{(1+r_o)^t} = 0$$

Dónde:

$VAN$  es el valor actual neto de la inversión,

$A$  es el desembolso inicial,

$Q_t$  es el flujo de caja,

$r_o$  es la tasa interna de rentabilidad

$n$  es la duración de la inversión.

La TIR proporciona la rentabilidad relativa anual bruta del proyecto de inversión sobre el capital que permanece invertido a principio de cada año. La inversión será aconsejable siempre que su TIR ( $r_o$ ) sea superior a la rentabilidad mínima exigida a la inversión ( $r$ ).

Solucionando la ecuación, obtenemos una TIR del 12,63% para la Alternativa 1 y del 20,24% para la Alternativa 2.

#### 4. CONCLUSIONES.

Para el análisis de la rentabilidad económica del *Proyecto de Ejecución de Instalación Fotovoltaica de 2 MW para Autoconsumo de los Sectores IV, V y VI de la Comunidad de Regantes “Santa María Magdalena”* se han contemplado dos alternativas, que se diferencian entre sí en que una contempla como complemento de financiación unas ayudas públicas y la otra no.

Claramente, la alternativa que contempla el complemento de unas ayudas es más rentable que la que no lo considera, y ello ha podido observarse en los índices de rentabilidad analizados, ya que el periodo de recuperación dinámica de la inversión para la Alternativa 2 es de 5,07 años frente a los 7,84 años de la Alternativa 1, y la TIR es para la Alternativa 2 del 20,24% frente al 12,63% de la Alternativa 1.

En cualquier caso, en base a los resultados económicos obtenidos se puede concluir que cualquier alternativa es una inversión rentable y sostenible.

Finalmente, se destaca que la vida útil estimada en esta inversión se ha determinado en 25 años, pero llegado este punto, si el mantenimiento es el adecuado, para renovar la instalación sólo haría falta sustituir los módulos fotovoltaicos, ya que son los únicos elementos de la instalación fotovoltaica que con el paso de tiempo pueden ver mermadas sus capacidades y rendimientos, ya que el resto, tales como estructuras, cableados o componentes eléctricos o electrónicos, al tener una mayor vida útil podrían seguir siendo utilizados.

ANEJO X

**JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS**

**PROYECTO DE EJECUCIÓN DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA  
DE 2 MW PARA AUTOCONSUMO DE LOS SECTORES  
IV, V Y VI DE LA COMUNIDAD DE REGANTES  
“SANTA MARÍA MAGDALENA”**

TÉRMINO MUNICIPAL: MENGÍBAR (JAÉN)

PROMOTOR: COMUNIDAD DE REGANTES “SANTA MARÍA MAGDALENA”

## ANEJO X. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

### ÍNDICE

1. FINALIDAD Y CONTENIDO.	2
2. PRECIOS BÁSICOS.	3
2.1. Materiales.	3
2.1.1. Precios de adquisición.	3
2.1.2. Precios a pie de obra.	3
2.2. Maquinaria.	4
2.3. Mano de Obra.	5
3. PRECIOS AUXILIARES.	5
4. DETERMINACIÓN DE LOS PRECIOS DE LAS UNIDADES DE OBRA.	5
5. PRECIOS DE MERCADO Y SELECCIÓN DE PRECIOS PARA PROYECTO.	7

***PROYECTO DE EJECUCIÓN DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA  
DE 2 MW PARA AUTOCONSUMO DE LOS SECTORES  
IV, V Y VI DE LA COMUNIDAD DE REGANTES  
“SANTA MARÍA MAGDALENA”***

TÉRMINO MUNICIPAL: **MENGÍBAR (JAÉN)**

PROMOTOR: **COMUNIDAD DE REGANTES “SANTA MARÍA MAGDALENA”**

## **ANEJO X. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS**

### **1. FINALIDAD Y CONTENIDO.**

Este Anejo tiene por objeto determinar los precios básicos y auxiliares que intervienen en la formación de las distintas unidades de obra utilizadas para la redacción del Presupuesto del presente Proyecto.

Los precios de todas las unidades de obra que intervienen en el Proyecto se obtienen a partir de los costes directos e indirectos y los precios auxiliares que componen cada unidad.

Para la elaboración del presupuesto del Proyecto se ha tenido en cuenta preferentemente la base de precios de la Agencia de la Obra Pública de la Junta de Andalucía (AOPJA). En el caso de no existir precio en la citada base de precios, se han empleado precios de las tarifas TRAGSA 2023, según la última actualización de precios publicada en el B.O.E num. 92 de 18 de abril de 2023, mediante Resolución de 13 de abril de 2023.

Finalmente, para los precios utilizados en el presente Proyecto que no están incluidos en ninguna de las bases de precios mencionadas anteriormente, se han utilizado precios de mercado. Para la elección del precio de mercado en cada caso, se ha solicitado oferta a tres (3) proveedores distintos, siempre y cuando el mercado lo haya permitido, y de

entre las ofertas recibidas se ha seleccionado la oferta más económica, siempre y cuando se estuviera comparando calidades y condiciones de suministro y servicio similares.

## **2. PRECIOS BÁSICOS.**

Los Costes Directos son aquellos que son claramente imputables a unidades concretas y proceden de los precios elementales, o precio de los factores que intervienen en la ejecución de una unidad de obra determinada.

Los analizaremos dividiéndolos en tres conceptos: materiales, mano de obra y maquinaria.

### **2.1. Materiales.**

Cabe distinguir entre aquellos que quedan incorporados a las unidades de obra de las que formen parte, y los que son necesarios para su ejecución, pero no quedan integrados a las mismas. En este último grupo se consideran separadamente aquellos cuyo empleo implica su destrucción, tales como explosivos, y aquellos que pueden utilizarse para la ejecución sucesiva de varias unidades, o incluso varias obras (en este caso se cuenta con el hecho de su utilización múltiple y su posible valor residual), como son el caso de maderas para encofrados, puntales para entibaciones, etc.

#### *2.1.1. Precios de adquisición.*

En los precios de adquisición de los materiales elaborados se consideran incluidos todos los gastos producidos en el taller y, entre ellos, la mano de obra de elaboración o confección del elemento. También se incluyen en este concepto la mano de obra requerida para reparar o ajustar en obra las distintas piezas de un elemento que, por sus manipulaciones pudieran sufrir deterioros; así como la relativa a croquizaciones y toma de datos.

#### *2.1.2. Precios a pie de obra.*

Los precios elementales, además del coste de adquisición del material, comprenden los relativos a la mano de obra que intervienen en su descarga, apilado, almacenaje, movimientos horizontales y verticales, y en general al correspondiente a todas

las manipulaciones que sufra el material desde su recepción, excepto la de puesta en obra. Se incluyen así mismo las pérdidas globales producidas en toda la obra, y por todos los conceptos.

En los precios de todos los materiales que intervienen en la composición de hormigones en masa y armados, así como en aquellos que les vienen exigidos por normas de obligado cumplimiento, se ha incluido la parte proporcional de los costes de ejecución de los ensayos preceptivos.

Los precios elementales no llevan incluido el Impuesto sobre el Valor Añadido (I.V.A.).

## **2.2. Maquinaria.**

La maquinaria está constituida por todo tipo de medio mecánico que se utilice en la ejecución de la obra, de tal manera que sustituye en parte o en su totalidad a la mano de obra, mejorando las calidades de la construcción y disminuyendo los costes.

Los costes de maquinaria recogidos corresponden a aquellas que intervienen directamente en la ejecución de unidades concretas, siendo su coste claramente imputable a las mismas.

En el coste horario de la maquinaria se consideran incluidos los gastos relativos a: amortización, combustibles, consumo energético, mantenimiento, entretenimiento y conservación, transporte y descargar, repercusión del servido u operario que la manipula y obras auxiliares que pudieran precisarse para su instalación.

Los costes de maquinaria se han obtenido consultando con los Constructores Locales y aplicando los alquileres medios que rigen en la zona. La elección del tipo de maquinaria se ha realizado entre las existentes en el parque de los industriales del Sector en Sevilla.



Los precios-hora de utilización de maquinaria se relacionan en el apartado de precios elementales.

### **2.3. Mano de Obra.**

La mano de obra directa es aquella que está implicada de una manera concreta en la ejecución práctica de la unidad correspondiente, es decir, el personal que interviene en el suministro de materiales al tajo de obra, los que colocan dichos materiales a disposición directa de los especialistas u oficiales, y estos profesionales de oficio que construyen finalmente la unidad.

### **3. PRECIOS AUXILIARES.**

Se relacionan los Precios Unitarios Auxiliares, entendiéndose como tales aquellos precios de unidades de obra utilizados en la descomposición de los precios de las unidades de obra que conforman el presente Proyecto. Es decir, son unidades de obra que por su frecuente utilización en la confección de otras unidades de obra, se introducen en ella como si fueran un precio básico más.

Todos los precios auxiliares de materiales se refieren a costes de elaboración o confección de la unidad, independiente de los procedimientos seguidos para ello, siendo aplicables, por tanto, cualquiera que sea la tecnología utilizada, se elaboren en obra o fuera de ella.

En los precios auxiliares de hormigones, se considera incluida la parte proporcional de los costes de ejecución de ensayos preceptivos, de modo que se cumplan las exigencias del presente Proyecto.

### **4. DETERMINACIÓN DE LOS PRECIOS DE LAS UNIDADES DE OBRA.**

Los precios de todas las unidades de obra que intervienen en el Proyecto se obtienen a partir de los Costes Directos e Indirectos y de los Precios Auxiliares que componen dicha unidad.

Los Costes Directos proceden de los Precios Básicos, o precios de los factores que intervienen en la ejecución de una unidad determinada.

Se consideran Costes Indirectos todos aquellos gastos que son de difícil imputación a unidades concretas. Se engloban todos los conceptos que, o no intervienen de un modo directo en la ejecución de unidades determinadas, o son de difícil asignación a las mismas.

La determinación de los distintos porcentajes de los conceptos que forman parte de los Costes Indirectos y concretamente el resultado final, responden al tipo y características específicas de la presente obra, a la organización interna de la empresa y al plazo de ejecución de las obras del presente Proyecto.

### 5. PRECIOS DE MERCADO Y SELECCIÓN DE PRECIOS PARA PROYECTO.

CODIGO	UD	CONCEPTO	CANTIDAD	PRESUPUESTO DE EJECUCION MATERIAL (€)			
				OFERTA 1	OFERTA 2	OFERTA 3	PROYECTO
FV.0504	kWp	Modulo fotovoltaico de silicio cristalino	2.265,12	256,50	285,00	301,00	256,50
FV.051120	kWp	Estructura metálica fija bi-poste 2V, inclinación 5º, hincada	2.265,12	63,12	56,65	75,10	56,65
FV010	kWp	Montaje módulos y estructura metálica fija bi-poste, hincada	2.265,12	65,48	58,72	71,30	58,72
EI.0175	ud	Estación inversora 175 kW	11,00	11.295,27	13.215,40	15.216,80	11.295,27
CH.1Z210CU	m	Conductor solar H1Z2Z2-K 1,8 kV de 1x10 mm <sup>2</sup> Cu	18.770,00	1,36	2,10	3,14	1,36
C.XZ1150	m	Conductor XZ-1 1 kV 1x150mm <sup>2</sup> Al	6.552,00	2,66	5,14	6,23	2,66
CRZ1.240	m	Conductor RZ1-K 1 kV 1x240mm <sup>2</sup> Cu	360,00	22,37	23,80	27,12	22,37
PTCI.0107	ud	Puesta a tierra del inversor	11,00	150,12	144,49	163,50	144,49
CBT.0056	ud	Centro de Baja Tensión	1,00	43.150,12	40.581,50	44.780,90	40.581,50
CT.02500	ud	Transformador de potencia 2500 KVA 0,8/25 kV	2,00	72.408,90	70.480,53	73.506,40	70.480,53
CT.0043	ud	Centro de Media Tensión	1,00	158.423,10	156.610,77	159.012,10	156.610,77
CS.0603	ud	Centro de Seccionamiento	1,00	146.012,30	144.734,24	147.620,10	144.734,24
MDCMT010	ud	Montaje y desmontaje de celdas de media tensión existentes	1,00	1.215,60	1.195,30	1.310,20	1.195,30
BE.0150	ud	Borna enchufable unip. 18/30 kV, 150 mm <sup>2</sup> Al	39,00	37,76	38,90	39,12	37,76
CLI.076	ud	Conj. split 1x1 pared	1,00	1.200,50	985,94	1.010,24	985,94
PTTP.025	ud	Puesta tierra transformador de potencia	2,00	4.010,50	3.915,00	4.105,60	3.915,00
P15BB060	ud	Equipo de medida para generación homologado	1,00	3.512,40	3.420,90	3.610,50	3.420,90
C.RH5Z150	ud	Conductor RH5Z-1 18/30V 1x150mm <sup>2</sup> Al	2.274,00	6,98	7,13	7,45	6,98
P15AC040t	ud	Conexión a tierra de la malla del conductor	6,00	293,46	290,45	301,80	290,45
PPC.057	ud	Sistema antivertido para autoconsumo certificado	1,00	16.890,00	11.763,90	14.212,00	11.763,90
DLS.2000	ud	Datalogger	1,00	650,17	329,76	750,40	329,76
P15GA020	ud	Sistema de monitorización y control	1,00	4.675,56	4.813,60	5.570,50	4.675,56
CRS.48503	m	Cable RS485, 2 hilos, trenzado y apantallado	363,00	5,60	6,30	8,20	5,60
C.803F	m	Línea de fibra óptica de 24 fibras	758,00	1,80	1,93	2,10	1,80

**ANEJO X**

CODIGO	UD	CONCEPTO	CANTIDAD	PRESUPUESTO DE EJECUCION MATERIAL (€)			
				OFERTA 1	OFERTA 2	OFERTA 3	PROYECTO
MT09200	kg	Líquido de curado para hormigón	186,96	2,35	2,46	2,38	2,35
QFV.023	ud	Ensayo Pull Out Test	6,00	1.247,06	1.548,90	1.365,32	1.247,06
QFV.500	ud	Inspección módulo fotovoltaico	3.432,00	0,63	0,52	0,74	0,52
QFV.535	ud	Medida de curva I-V	132,00	7,98	8,13	9,54	7,98

ANEJO XI

**PROGRAMA DE OBRAS**

# PROYECTO DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE 2 MW PARA AUTOCONSUMO DE LOS SECTORES IV, V Y VI DE LA COMUNIDAD DE REGANTES "SANTA MARÍA MAGDALENA"



Id	Nombre de tarea	Costes Directos	mes -1	mes 1	mes 2	mes 3	mes 4	mes 5	mes 6	mes 7	mes 8	mes 9	mes 10	mes 11
1	<b>C.RR. SANTA MARÍA MAGDALENA</b>	<b>€1.794.223,16</b>		[Barra negra que cubre todos los meses]										
2	<b>C01. INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA</b>	<b>€1.130.104,79</b>		[Barra negra que cubre todos los meses]										
3	S0101. MÓDULOS Y EQUIPOS	€969.945,03		[Barra roja que cubre meses 1 a 7]										
4	S0102. CONDUCTORES Y CONEXIONES	€132.212,65		[Barra roja que cubre meses 1 a 8]										
5	S0103. OBRAS AUXILIARES	€27.947,11		[Barra roja que cubre meses 1 a 9]										
6	<b>C02. CENTROS DE BAJA Y MEDIA TENSIÓN Y SECCIONAMIENTO</b>	<b>€521.150,30</b>		[Barra negra que cubre meses 2 a 6]										
7	S0201. EDIFICACIONES Y EQUIPOS	€512.847,47		[Barra verde que cubre meses 2 a 6]										
8	S0202. OBRAS AUXILIARES	€8.302,83		[Barra verde que cubre meses 2 a 6]										
9	<b>C03. LÍNEA DE EVACUACIÓN</b>	<b>€39.746,69</b>		[Barra negra que cubre meses 7 a 9]										
10	S0301. CONDUCTORES Y CONEXIONES	€32.243,62		[Barra amarilla que cubre meses 7 a 9]										
11	S0302. OBRAS AUXILIARES	€7.503,07		[Barra amarilla que cubre meses 7 a 9]										
12	<b>C04. SISTEMAS DE MONITORIZACIÓN Y ANTIVERTIDO</b>	<b>€27.443,89</b>		[Barra negra que cubre meses 10 a 11]										
13	S0401. EQUIPOS	€24.832,67		[Barra azul que cubre meses 10 a 11]										
14	S0402. OBRAS AUXILIARES	€2.611,22		[Barra azul que cubre meses 10 a 11]										
15	<b>C05. OBRA CIVIL</b>	<b>€41.589,40</b>		[Barra negra que cubre meses 2 a 6]										
16	S0501. OBRA CIVIL	€41.589,40		[Barra gris que cubre meses 2 a 6]										
17	<b>C06. GESTIÓN DE RESIDUOS</b>	<b>€7.041,41</b>		[Barra negra que cubre todos los meses]										
18	S0601. GESTIÓN DE RESIDUOS	€7.041,41		[Barra magenta que cubre todos los meses]										
19	<b>C07. CONTROL DE CALIDAD</b>	<b>€10.320,36</b>		[Barra negra que cubre todos los meses]										
20	S0801. CONTROL DE CALIDAD	€10.320,36		[Barra amarilla que cubre todos los meses]										
21	<b>C08. SEGURIDAD Y SALUD</b>	<b>€16.826,32</b>		[Barra negra que cubre todos los meses]										
22	S0801. PROTECCIONES INDIVIDUALES	€2.417,00		[Barra azul que cubre todos los meses]										
23	S0802. PROTECCIONES COLECTIVAS	€10.518,20		[Barra azul que cubre todos los meses]										
24	S0803. EXTINCIÓN DE INCENDIOS	€632,88		[Barra azul que cubre todos los meses]										
25	S0804. INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR	€1.181,20		[Barra azul que cubre todos los meses]										
26	S0805. MEDIDAS PREVENTIVAS Y PRIMEROS AUXILIOS	€484,16		[Barra azul que cubre todos los meses]										
27	S0806. FORMACIÓN Y REUNIONES DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO	€1.592,88		[Barra azul que cubre todos los meses]										

Fecha: Octubre de 2.023	Tarea	[Barra naranja]	Resumen inactivo	[Barra gris]	Tareas externas	[Barra gris]	Color3	[Barra amarilla]
	División	[Barra punteada]	Tarea manual	[Barra naranja]	Hito externo	[Diamante gris]	Color4	[Barra verde]
	Hito	[Diamante negro]	solo duración	[Barra amarilla]	Fecha límite	[Flecha verde]	Color5	[Barra magenta]
	Resumen	[Barra negra]	Informe de resumen manual	[Barra amarilla]	Progreso	[Barra naranja]	Color6	[Barra amarilla]
	Resumen del proyecto	[Barra negra]	Resumen manual	[Barra negra]	Progreso manual	[Barra naranja]	Color7	[Barra azul]
	Tarea inactiva	[Barra blanca]	solo el comienzo	[Cuerpo de corchete]	Color1	[Barra roja]	Color8	[Barra gris]
	Hito inactivo	[Diamante gris]	solo fin	[Cierre de corchete]	Color2	[Barra azul]		

ANEJO XII

**PLANES DE CONTROL**

**PROYECTO DE EJECUCIÓN DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA  
DE 2 MW PARA AUTOCONSUMO DE LOS SECTORES  
IV, V Y VI DE LA COMUNIDAD DE REGANTES  
“SANTA MARÍA MAGDALENA”**

TÉRMINO MUNICIPAL: MENGÍBAR (JAÉN)

PROMOTOR: COMUNIDAD DE REGANTES “SANTA MARÍA MAGDALENA”

## ANEJO XII. PLANES DE CONTROL

### ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.	3
2. PLAN DE CONTROL DE LA RECEPCIÓN DE LOS MATERIALES.	4
2.1. Objeto y ámbito de aplicación.	4
2.2. Definiciones.	5
2.3. Descripción del proceso.	7
2.3.1. Control de recepción de materiales.	7
2.3.2. Criterios de aceptación, rechazo, liberación de materiales.	10
2.4. No Conformidades en este proceso.	10
2.5. Responsabilidades.	11
2.6. Archivos y registros generados.	12
2.7. Formatos.	13
2.7.1. Formato de listado de materiales rechazados.	13
2.7.2. Formato de etiqueta identificativa.	14



<b>3. PLAN DE CONTROL DE CALIDAD DE LOS TRABAJOS EJECUTADOS.</b>	<b>14</b>
<b>3.1. Introducción.</b>	<b>14</b>
<b>3.2. Control de ejecución de obra y obra terminada.</b>	<b>17</b>
3.2.1. <i>Verificación de ejecución según planificación.</i>	17
3.2.2. <i>Obra civil.</i>	17
3.2.3. <i>Instalación fotovoltaica.</i>	19
3.2.4. <i>Seguridad y Salud.</i>	25
3.2.5. <i>Gestión de Residuos.</i>	25
<b>3.3. Protocolo de pruebas de aceptación.</b>	<b>26</b>
3.3.1. <i>Datos generales.</i>	26
3.3.2. <i>Componentes del sistema.</i>	27
3.3.3. <i>Inspección de la instalación.</i>	30
3.3.4. <i>Pruebas eléctricas en el generador FV.</i>	31
<b>3.4. Protocolo de prueba de inspección del sistema FV.</b>	<b>32</b>
<b>4. PRESUPUESTO DE ENSAYOS.</b>	<b>35</b>

***PROYECTO DE EJECUCIÓN DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA  
DE 2 MW PARA AUTOCONSUMO DE LOS SECTORES  
IV, V Y VI DE LA COMUNIDAD DE REGANTES  
“SANTA MARÍA MAGDALENA”***

TÉRMINO MUNICIPAL: MENGÍBAR (JAÉN)

PROMOTOR: COMUNIDAD DE REGANTES “SANTA MARÍA MAGDALENA”

## **ANEJO XII. PLANES DE CONTROL**

### **1. INTRODUCCIÓN.**

El presente anejo se redacta con el fin de especificar las actuaciones del Plan de Control de la Recepción de los Materiales y del Plan de Control de Calidad de los Trabajos Ejecutados, que se llevarán a cabo, como mínimo, durante la ejecución de las obras para garantizar que se cumplen todos los requisitos de calidad, incluidos en el Pliego de Prescripciones Técnicas del Proyecto.

La relación de ensayos a realizar es orientativa, y servirá de pauta formal a la cual se ajustarán las actuaciones de control de calidad en la que sus objetivos serán la realización de estudios, inspecciones, pruebas y ensayos en base a la cual la Dirección de Obra pueda basar sus decisiones de forma objetiva.

Con estas actuaciones se pretende cumplir con todos los controles establecidos y marca un seguimiento de los materiales, del montaje y del funcionamiento de todo lo representativo que compone la obra.

La Dirección de Obra podrá modificar tanto cualitativa como cuantitativamente los ensayos en él contemplados, en función de las necesidades que estime oportuno, con el fin de conseguir la calidad necesaria en la obra.

Así mismo, en todo sistema de control deberá quedar garantizada la fiabilidad e independencia de los resultados emitidos por una entidad o empresa acreditada.

También deberán quedar expresadas las modificaciones de las calidades respecto a las previstas en proyecto con su justificación.

Igualmente, se señalarán las modificaciones introducidas, si las hubiere, justificando su adopción con respecto al programa inicial establecido. De este certificado se deberá dar obligatoriamente una copia al propietario.

## **2. PLAN DE CONTROL DE LA RECEPCIÓN DE LOS MATERIALES.**

### **2.1. Objeto y ámbito de aplicación.**

El Plan de Control de la Recepción de los Materiales describe las fases de control e identificación por las que pasa el material adquirido para la obra, desde su recepción hasta su acopio y/o su respectivo montaje.

El control de calidad de recepción le corresponde a la dirección de obra, que lo desarrollará encuadrado en un Plan de Supervisión de la Calidad (PSC) redactado e implantado según la Norma UNE –EN ISO 9001. En cuanto al control de calidad de materiales y equipos (CCM), lo realizará la empresa especializada de control de calidad de materiales.

Se entiende por Control de Calidad de Recepción, los tres conceptos siguientes:

- a. Los ensayos de Control de Calidad de Materiales y Equipos (CCM) que servirán de base al Director de Obra para la aceptación inicial, rechazo o aceptación inicial con penalización de los materiales o de las unidades de obra, serán los que realice la Empresa especializada de Control de Calidad de Materiales.
- b. Los Controles de Calidad de la Ejecución (CCE), (procedimientos de inspección, tolerancias, tarados, de los medios de producción, etc.), que servirán de base al

Director de Obra para la aceptación inicial, rechazo o aceptación inicial con penalización de las unidades de obra implicadas, serán los que realice el Control de Calidad de Ejecución, que ejecutará directamente el equipo de Dirección de Obra.

- c. El Control de Calidad Geométrico (CCG) que servirán de base al Director de Obra para la aceptación inicial, rechazo o aceptación inicial con penalización de las unidades de obra implicadas, que realizará directamente el equipo de Dirección de Obra.

La Dirección de Obra comprobará mediante auditorías internas e inspecciones que el Plan de supervisión de la calidad sigue la **Norma ISO 9001: 2015** y se encuentra correctamente implantado en obra.

Los gastos adicionales de ensayos u otros controles y trabajos a realizar por la Empresa de Control de Calidad de Recepción o por la Dirección de Obra, o bien por terceros contratados al efecto por ésta, en razón de previsible defectos de calidad, detectados ya sea durante el periodo de construcción o de garantía, serán abonados por el Contratista en el caso de confirmación de la existencia de defecto. El Contratista será informado previamente por la Dirección de Obra de las razones por las que tales trabajos son requeridos. Los referidos defectos serán corregidos, a su cargo, por el Contratista.

El Contratista recibirá a diario puntual información de los resultados de todas las inspecciones, ensayos, controles, que realice el control de calidad de recepción y la dirección de obra, ya sea durante la realización de las obras o durante el periodo de garantía y recíprocamente, la Dirección de Obra recibirá puntualmente información a diario de todos los documentos generados en la aplicación del PAC por el contratista.

## **2.2. Definiciones.**

- **Conformidad/No Conformidad:** Cumplimiento/Incumplimiento de un requisito.
  
- **Defecto:** Carencia de las cualidades propias de una cosa.

- **Acción correctiva:** Acción tomada para eliminar la causa de una no conformidad detectada u otra situación indeseable.
- **Corrección:** Acción tomada para eliminar una no conformidad detectada.
- **Reproceso:** Acción tomada sobre un producto no conforme para que cumpla con los requisitos.
- **Reclasificación:** Variación de la clase de un producto no conforme, de tal forma que sea conforme con otros requisitos que difieren de los iniciales. Ejemplo, cuando un material de primera calidad no es apto como tal y se "reclasifica" pasándolo a una segunda calidad más baja, para la que sí es apto.
- **Reparación:** Acción tomada sobre un producto no conforme para convertirlo en aceptable para su utilización prevista. La reparación incluye las acciones reparadoras adoptadas sobre un producto previamente conforme para devolverle su aptitud al uso. Al contrario que el reproceso, la reparación puede afectar o cambiar partes de un producto no conforme.
- **Concesión:** Autorización para utilizar o liberar un producto que no es conforme con los requisitos especificados. Una concesión está generalmente limitada a la entrega de un producto que tiene características no conformes, dentro de límites definidos por un tiempo o una cantidad acordados.
- **Permiso de desviación:** Autorización para apartarse de los requisitos originalmente especificados de un producto antes de su realización. Un permiso de desviación se da generalmente para una cantidad limitada de producto o para un periodo de tiempo limitado y para un uso específico.
- **Liberación:** Autorización para proseguir con la siguiente etapa de un proceso.

### **2.3. Descripción del proceso.**

#### *2.3.1. Control de recepción de materiales.*

El control de recepción de materiales se realiza a aquellos materiales adquiridos y recibidos por el contratista o instalador para la ejecución de los trabajos.

1. En el momento de la recepción del material, el personal del contratista o instalador encargado de la recepción dispondrá de una copia de los pedidos realizados por el departamento de compras a los proveedores, los cuales habrán sido solicitados por el Jefe de Obra.
2. Ningún material recibido será rechazado con motivo de la falta de certificados de calidad, ya que éstos se podrán recibir por otros medios (fax, correo, etc.). Además, no todos los materiales adquiridos para la obra serán certificables.
3. A la llegada del material, los responsables de la recepción verificarán que se cumplen los siguientes puntos:
  - Coincidencia en cantidad y tipo del material recepcionado con la copia del pedido al proveedor, y con el albarán de entrega.
  - El estado superficial del material deberá ser satisfactorio, libre de óxidos, golpes, daños del embalaje o incluso de la mercancía, etc.
  - Si se reciben certificados del material con el albarán, se entregarán al departamento de Control de Calidad, a menos que dicho certificado sea a su vez albarán.
4. Tras la verificación anterior pueden producirse tres casos:
  - a. El material es aceptado. La persona que recepcione el material firmará el albarán y entregará la copia al Jefe de Obra.
  - b. El material no se acepta, pero se descarga. A pesar de que el material no sea aceptado, se podrá descargar en caso de que el transporte no tenga posibilidad de retirar el material, o si existiera la posibilidad de acuerdo con el proveedor. La persona encargada de la recepción escribirá en la posición del albarán

correspondiente "**MATERIAL RECHAZADO Y EN DEPOSITO**", firmará el original, indicando los motivos del rechazo y entregará copia del mismo al Jefe de Obra, que registrará y procederá a resolver la incidencia correspondiente.

c. El material no es aceptado y se devuelve con el transporte. En este caso la persona encargada de la recepción anotará en el albarán de entrega los motivos del rechazo, escribiendo "**RECHAZADO**" en la posición correspondiente del albarán, lo firmará y entregará la copia al Jefe de Obra, el cual registrará la incidencia correspondiente. Fin del Proceso.

5. Una vez aceptado el material, el encargado de la recepción procederá a su identificación mediante una etiqueta, completando los siguientes datos:

- **FORMATO:** tipo y dimensiones del material.
- **PAQUETE:** número de albarán + núm. Paquete (si hay varios iguales en el mismo albarán) + iniciales del proveedor.
- **CALIDAD:** dejar en blanco.
- **COLADA:** dejar en blanco.
- **INSPECCIÓN:** escribir "**CONFORME**".

La etiqueta deberá colocarse de modo que no se suelte del paquete, no siendo necesario quitar la etiqueta del proveedor, salvo que se comunique lo contrario.

6. El material rechazado y descargado quedará identificado de tal modo que se evite su uso accidental como material conforme. Para ello se utilizará la etiqueta de identificación, salvo que en este caso no son necesarios más que los siguientes datos:

- **FORMATO:** opcional.
- **PAQUETE:** número de albarán + iniciales del proveedor.
- **CALIDAD:** dejar en blanco.
- **COLADA:** dejar en blanco.
- **INSPECCIÓN:** escribir "**RECHAZADO**".

El material rechazado no tendrá permitido su uso bajo ningún concepto, a menos que el responsable de Control de Calidad lo autorice reclasificándolo previamente.

Tras rechazar un material procedente de un proveedor, se deberá de anotar el rechazo en el Listado de Materiales Rechazados, que servirá de documento de control de estos productos. Este registro se realizará por el responsable de Control de Calidad.

7. Al margen del control superficial y cuantitativo al que se someten todos los materiales recibidos comentado en el punto (3) y en función del histórico de incidencias del proveedor, de que posea certificados del material, del proceso y/o de su sistema de gestión de calidad, el responsable de Control de Calidad determinará si es necesario un examen más minucioso del pedido en cuestión.

Para ello, dispondrá de un listado donde mantendrá actualizada la clasificación de los proveedores respecto de estas inspecciones posteriores a la recepción.

8. Debido a que estas inspecciones pueden llevar un tiempo considerable, se realizarán tras la recepción del material.
9. En caso de que estas inspecciones resulten conformes, el responsable de Control de Calidad anotará "**COMPROBADO**" en la etiqueta del paquete, junto a la palabra "**CONFORME**".
10. Si se decide rechazarlo, el responsable de Control de Calidad escribirá "**RECHAZADO**" en su etiqueta e informará al Jefe de Obra si ha de realizar un nuevo pedido (ver punto (6)). Tras esto, anotará el rechazo en el Listado de Materiales Rechazados.
11. Tras las inspecciones detalladas en los puntos (3) y (7) y en función de los resultados, es posible que el responsable de Control de Calidad vea necesario variar el tipo de control a realizar al proveedor en cuestión, bien aumentando o bien disminuyendo la frecuencia y/o exhaustividad de las inspecciones.



12. Existen circunstancias en las que no es posible, no interesa o se ha llegado a un acuerdo con el proveedor para no devolver el material rechazado. En estos casos el responsable de Control de Calidad es la única persona que podrá liberar el material, previo pacto con el proveedor, reclasificación del material e identificación correspondiente del mismo. En estos casos anotará la decisión en el Listado de Materiales Rechazados.

Al final de todo este proceso, se conseguirá que todos los materiales conformes hayan sido comprobados en mayor o menor grado en función del histórico de incidencias, que posean la etiqueta identificativa correspondiente y que estén listos para ser almacenados o montados. Por otro lado, todos los materiales no conformes quedarán identificados como tales a la espera de ser devueltos o reclasificados, evitando así su uso accidental.

#### *2.3.2. Criterios de aceptación, rechazo, liberación de materiales.*

Al margen del aspecto superficial, los criterios de aceptación y rechazo de los materiales destinados a la obra están basados en las normas UNE de fabricación y de tolerancias correspondientes a cada una de las calidades a las que hace referencia cada material.

Los criterios establecidos por esta normativa se tendrán en cuenta siempre y cuando no se especifiquen otros criterios distintos por parte del responsable de Control de Calidad hacia los proveedores.

#### **2.4. No Conformidades en este proceso.**

Se consideran como No Conformidades de este proceso lo siguiente:

- Admitir un material procedente de un proveedor sin ejecutar las actividades de control de recepción acordadas en este procedimiento documentado.
- No identificar un paquete procedente de un proveedor con al menos el número de albarán.
- No identificar un material rechazado como tal.

- Utilizar un material identificado como "**RECHAZADO**" sin que sea liberado previamente por personal capacitado para ello.
- Rechazar o liberar un material sin anotarlo en el "Listado de Materiales Rechazados".
- No comunicar al Jefe de Obra cualquier anomalía en cuanto a la recepción de los materiales.

## 2.5. Responsabilidades.

El personal implicado y sus responsabilidades se detallan a continuación:

- **Responsable de Gestión de Calidad:** Verificará periódicamente que se cumplen los requisitos descritos en este documento, abriendo, registrando y realizando el seguimiento oportuno de las No Conformidades correspondientes en caso de observar cualquier anomalía al respecto.
- **Responsable de Control de Calidad:** Determinará y realizará los controles específicos indicados en el punto (7). Además, será el responsable de cumplimentar el Listado de Materiales Rechazados.
- **Responsable de Recepción:** Realizará el control cuantitativo (las cantidades pedidas han de corresponder a lo recibido) y el control superficial del material. Cumplimentarán los albaranes según lo expuesto. Etiquetarán el material para su correcta identificación. Entregarán las copias de los albaranes de entrega al departamento de Compras.
- **Personal de Compras:** Pasarán copia al Responsable de Recepción de los Pedidos realizados por el Jefe de Obra. Recibirán los albaranes conformados y registrarán las incidencias correspondientes si las hay.

Los responsables de cumplir directamente con este procedimiento, deberán asegurar en todo momento que los materiales que se reciben no se utilizan en la obra mientras no hayan sido aceptados e identificados según se indica en este documento.

El personal de recepción ha de cuidar que no se desprendan las etiquetas de los materiales durante su manipulación.

No utilizarán los materiales identificados como no conformes bajo ningún concepto.

### **2.6. Archivos y registros generados.**

Se generarán los siguientes archivos y registros:

- Albarán del Proveedor con anotaciones de recepción.
- Registro de Material Rechazado (distinto del registro de la incidencia).
- Archivo de Controles a Proveedores.



### 2.7.2. Formato de etiqueta identificativa.

<b>Contrata:</b>	<b>Dirección:</b>
	<b>Teléfono</b>
	<b>Email:</b>
<b>Formato:</b>	
<b>Paquete:</b>	
<b>Calidad:</b>	
<b>Colada:</b>	
<b>Inspección</b>	

## 3. PLAN DE CONTROL DE CALIDAD DE LOS TRABAJOS EJECUTADOS.

### 3.1. Introducción.

El Plan de Control de Calidad de la obra a la que corresponde el presente proyecto será revisado por el Jefe de Obra, el cual podrá modificarlo si lo considera oportuno atendiendo a las características del proyecto, a lo estipulado en el Pliego de Condiciones, a las indicaciones del Director de Obra, a las disposiciones establecidas en el Código Técnico de Edificación (CTE) y en las normas y reglamentos vigentes, y a las consideraciones que se estimen oportunas en función de las características específicas de la obra.

El documento ha sido elaborado basado en las instrucciones técnicas complementarias *ITC- BT-04. Documentación y puesta en servicio de las instalaciones* y *ITC-BT-05. Verificaciones e inspecciones*.

El Plan de Control de la obra se ajustará al esquema siguiente:

- Control de recepción de materiales (véase documento "Plan de control de la recepción de los materiales").
- Control de ejecución de la obra.
- Control de obra terminada.

Para ello:

- a. El Jefe de Obra recopilará la documentación del control realizado, verificando que es conforme con lo establecido en el proyecto, sus anejos y modificaciones.
- b. El contratista o instalador recabará de sus proveedores la documentación de los productos anteriormente señalada, así como sus instrucciones de uso y mantenimiento, y las garantías correspondientes cuando proceda.
- c. La documentación de calidad preparada por el contratista o instalador sobre cada una de las unidades de obra podrá servir, si así lo autorizara el Jefe de Obra, como parte del control de calidad de la obra.

Finalizada la obra se hará entrega a la Dirección de Obra de la siguiente documentación:

1. Certificado de dirección y fin de obra, suscrito por técnico competente.
2. Certificado de la instalación de baja tensión, suscrito por el instalador autorizado correspondiente.
3. La documentación necesaria para la puesta en marcha de las instalaciones auxiliares, sujetas a cumplimiento de normativas de seguridad industrial, de acuerdo con los Reglamentos que les sean de aplicación.
4. Declaración CE de conformidad de las placas fotovoltaicas e inversores (variadores de velocidad FV), así como de los equipos que lo requieran de acuerdo con su normativa específica, emitida por el fabricante de los mismos.

Se entiende también que los factores fundamentales para la producción con calidad, por parte del Contratista, de la obra objeto del presente Concurso, y no de cualquier obra, en abstracto, reside en la capacidad y calidad de los medios personales, materiales y garantías de calidad que se aporten. Entre ellos:

- a. Formación y experiencia de los medios personales de producción tales como Jefe de Obra, Jefe de Producción, Encargados, etc.

- b. Capacidad y calidad de los medios materiales de producción tales como maquinaria de movimiento y compactación de tierras, instalaciones de fabricación y colocación de materiales (hormigón, aglomerado, etc.).
- c. Personal y medios utilizados por el Contratista para el Control de Calidad de los Materiales y Equipos, básicamente en origen (productos prefabricados, manufacturados, préstamos, etc.).
- d. Análogamente, personal y medios utilizados por el Contratista para el Control de Calidad de la Ejecución (CCE), y Control de Calidad Geométrico (CCG), en la comprobación de la idoneidad de los procedimientos de construcción, de tolerancias, replanteo, etc.
- e. Redacción e implantación de un adecuado Plan de Aseguramiento de la Calidad (PAC).

El Plan de Aseguramiento de la Calidad del Contratista, será:

1. Considerado como un Control de Calidad de Producción, necesario para que el propio Contratista pueda disponer por un lado y a su juicio y riesgo, de la suficiente garantía de que serán aceptados, en principio, por la parte contratante, los materiales, unidades de obra, equipos, instalaciones de producción, procedimientos, tolerancias, etc., aportados o ejecutados por él o por terceros, subcontratados por él.
2. Valorado positivamente en función de los compromisos que contraiga el Contratista en la aportación de medios humanos, medios materiales y del autocontrol que establezca respecto a su capacidad de producir con calidad.
3. Excepto que el PPTP del presente Concurso pueda establecer otra cosa, las posibles pruebas o ensayos que incluya el Plan de Aseguramiento de la Calidad del Contratista, serán para su propia gestión de la calidad.

Las comprobaciones, ensayos, etc. para la aceptación inicial, rechazo o aceptación inicial con penalización de los materiales, unidades de obra, equipos, etc. por parte de la parte contratante, serán realizadas por la Dirección de Obra, para lo cual ésta

contará con los medios personales y materiales oportunos, independientes de los del Contratista.

El Contratista enviará a la Dirección de Obra durante la ejecución de la obra y periodo de garantía, puntualmente y a diario, la documentación generada por el PAC.

La Dirección de Obra comprobará que dicho Plan sigue la Norma ISO 9001 y se encuentra correctamente implantado en obra.

Dado que el PAC del contratista es un control de producción y va dirigido a producir con calidad, los costes derivados del mismo se considerarán incluidos en los precios unitarios de la oferta del Adjudicatario.

### **3.2. Control de ejecución de obra y obra terminada.**

#### *3.2.1. Verificación de ejecución según planificación.*

Se comprobarán todos los elementos de la instalación "*in situ*" y se verificará su conformidad con el proyecto, el cumplimiento de las especificaciones del fabricante, e la calidad de la construcción y su conformidad con las normas y los reglamentos pertinentes.

#### *3.2.2. Obra civil.*

##### *3.2.2.1. Excavación de zanjas.*

Las excavaciones con retroexcavadora de terrenos de consistencia floja, en apertura de zanjas, con extracción de tierras a los bordes, se ejecutarán con arreglo a los planos de zanja tipo y perfiles longitudinales aprobados y revisados por la Dirección de Obra.

##### *3.2.2.2. Cama de arena.*

En el caso de que el árido de cada una de las zonas de extracción, posea marcado CE conforme la Directiva 93/68/CE no será necesario controlar el árido, será suficiente con aportar documentación que lo acredite. En caso contrario el contratista o instalador realizará, en laboratorio debidamente acreditado, sobre una muestra representativa del árido suministrado de cada zona de extracción, un control granulométrico que garantice el cumplimiento Pliego de Prescripciones Técnicas.



### 3.2.2.3. *Material de relleno de zanjas.*

El material seleccionado no deberá contener partículas de tamaño superior a veinte milímetros (20mm), ni su contenido en finos (material que pasa por el tamiz nº 200 ASTM), será superior al 10 % en peso, y el 60 % en peso de las partículas será de tamaño inferior a 3/8" (d60 > 3/8"). El relleno seleccionado que se compacta al 95% del Próctor Modificado, deberá pasar los controles fijados en la UNE 103503 o ASTM D-2922.

### 3.2.2.4. *Acero en redondos para armados.*

Cada fabricante de barras y/o mallas poseerá el Certificado de Calidad Siderúrgica de AENOR conforme a las normas UNE 36065, UNE 36099, UNE 36731 y UNE 36092. Si no posee dicho certificado deberá aportar los Certificados de Calidad de Producto conforme a cada una de las normas anteriores y el Certificado de Homologación de Adherencia de barras y mallas conforme la norma UNE 36740 o conforme la norma UNE-EN 10080. En el caso de realizar soldadura resistente, se aportará los certificados de homologación de soldadores, según la norma UNE-EN 287-1 y del proceso de soldadura, según UNE-EN ISO 15614-1. Tanto las barras como las mallas deberán cumplir con las especificaciones de la EHE-08, así como las especificaciones que se recojan en el pliego de Prescripciones Técnicas.

### 3.2.2.5. *Hormigón.*

La planta de hormigón poseerá Certificado de Calidad de Producto del cemento, en vigor emitido por Organismo Autorizado, conforme la norma UNE-EN 197, Certificado de Calidad de Producto de los aditivos empleados conforme la norma UNE-EN 934 así como Marcado CE de los mismos, marcado CE de los áridos empleados y realizará como mínimo anualmente mediante una empresa autorizada la comprobación de todas las básculas y dosificadores de sus plantas de hormigón.

En el caso de no poseer Marcado CE de los aditivos, la planta de hormigón tendrá que aportar un certificado de ensayo, con antigüedad inferior a 6 meses, realizado por un laboratorio de control según la EHE-08, que demuestre la conformidad del aditivo con la EHE-08 con un nivel de garantía estadística equivalente al exigido para los aditivos con Marcado CE en la norma UNE-EN 934.

En el caso de no poseer Marcado CE de los áridos, la planta de hormigón tendrá que aportar un certificado de ensayo, con antigüedad inferior a 3 meses, realizado por un laboratorio de control según la EHE-08, que demuestre la conformidad de los áridos con la EHE-08 con un nivel de garantía estadística equivalente al exigido para los áridos con Marcado CE en la norma UNE-EN 12620.

En el caso de que el suministrador de hormigón posea Certificado de Calidad ISO 9001 en vigor emitido por Organismo Autorizado o Administración Competente, para la elaboración de hormigón y sus componentes cumplan lo especificado en el pliego de Prescripciones Técnicas, será suficiente con aportar la documentación que lo acredite. En caso contrario el laboratorio representante de la empresa ejecutora tomará las muestras que considere oportunas de las plantas de hormigón del adjudicatario para realizar dicho control.

#### 3.2.2.6. *Estructuras metálicas.*

En el caso de que el fabricante posea Certificado 3.1 conforme la norma UNE-EN 10204:2006 de todos los elementos metálicos conforme lo especificado en el pliego, no será necesario realizar el control de calidad de los materiales, será suficiente con aportar documentación que lo acredite. En caso contrario el fabricante poseerá el Certificado de Calidad de Empresa ISO 9001, y aportará en el primer envío 3 probetas de 15x15cm o 3 elementos completos de cada uno de los materiales de los que no posea Certificado 3.1, para que la empresa ejecutora pueda realizar los ensayos que considere necesarios para garantizar el cumplimiento del pliego.

#### 3.2.3. *Instalación fotovoltaica.*

##### 3.2.3.1. *Estructura.*

- Se llevará a cabo una inspección óptica y superficial.
- Se realizará una revisión al azar de las conexiones atornilladas.
- Se comprobará la colocación correcta de las grapas de los módulos y de los puntos de sujeción según las especificaciones del fabricante.

##### 3.2.3.2. *Cableado.*

- Se procurará que todos los conectores empleados procedan del mismo fabricante.

- Se comprobará la fijación correcta de los conductores, sobre todo en tendidos verticales, preferiblemente a través de abrazaderas, evitando bridas.
- Se evitarán roces y/o dobleces.

#### 3.2.3.3. *Inversores.*

Se verificará el montaje profesional con sombra y con una adecuada ventilación, evitando cortocircuito del aire ventilado.

#### 3.2.3.4. *Dispositivos de protección.*

- Se comprobará el uso de prensacables adecuados.
- Las conexiones realizadas se fijarán firmemente.
- Se comprobará el uso de terminales de cables adecuados (en concreto también en la transición de cables de aluminio a conexiones de cobre).
- Se verificarán todos los componentes y equipos relevantes de seguridad.
  - Equipotencial.
  - Puesta a tierra.
  - Protección contra-rayos.
  - Componentes de voltaje de sobretensión.
  - Protecciones de la red y de la instalación.

#### 3.2.3.5. *Módulos fotovoltaicos.*

Se realizará una inspección termográfica de todos los módulos de la planta fotovoltaica, que se completará con una inspección visual.

La inspección termográfica permite comprobar “*in situ*” el comportamiento de los módulos en operación normal, donde los módulos alcanzan temperaturas de equilibrio de unos 50°C. Esta inspección permite comprobar la existencia de algún tipo de fallo en soldaduras o en alguna célula cuya potencia generada sea inferior a la del resto. Los problemas de sobre-temperatura pueden ocasionar degradaciones de los módulos más rápidas de lo normal, comprometiendo así la operación de las series de módulos, y por tanto de la instalación en sí misma. La inspección termográfica se realiza con el fin de detectar los siguientes defectos:

- Puntos calientes en soldaduras.
- Puntos y áreas calientes en células.
- Puntos calientes en cajas de conexión de los módulos.
- Conexiones calientes entre módulos.
- Áreas calientes fuera del circuito eléctrico.

La inspección visual permitirá comprobar el aspecto de los módulos, verificando la suciedad acumulada, y, en su caso, la degradación que éstos hayan podido sufrir durante la exposición desde el momento de su colocación, y otros aspectos detectables visualmente que pudieran dar lugar a una reducción de la potencia suministrada por los mismos, tales como:

- Roturas y/o rasgaduras.
- Desalineaciones del marco.
- Burbujas y/o delaminaciones.

La inspección visual complementa la inspección termográfica porque permite encontrar posibles causas de los defectos detectados durante la inspección termográfica, así como de otros defectos potenciales.

La inspección visual se realizará conforme a los criterios marcados por la norma internacional UNE-EN 61215:2005.

Adicionalmente, se realizarán en laboratorio homologado ensayos a los módulos fotovoltaicos según la norma internacional UNE-EN 61215:2005. Los ensayos a realizar en laboratorio comprenden las siguientes etapas:

- **Análisis de la documentación de los módulos:** Se revisará la siguiente documentación:

- Hojas de especificaciones técnicas, diseños de construcción y eléctricos de los módulos.
- Características eléctricas de los módulos (flash report).
- **Inspección visual:** reconocimiento de defectos mayores en el módulo que pudieran evolucionar hacia fallos de funcionamiento, según la fase de ensayo 10.1 de la norma UNE-EN 61215:2005.
- **Determinación de la potencia máxima:** Medida de la potencia máxima del módulo en condiciones estándar de medida (CEM: 25°C, 1000W/m<sup>2</sup>, espectro AM1.5G), según fase de ensayo 10.2 de la norma UNE-EN 61215:2005. La medida se realizará en un simulador solar flash clase AAA, y en un laboratorio acondicionado para cumplir las condiciones de medida.
- **Inspección termográfica:** Mediante la conexión de los módulos a una fuente de alimentación se inspecciona la existencia de defectos termográficos con una cámara termográfica.
- **Ensayo de aislamiento:** Se realiza para comprobar que existe un aislamiento adecuado entre los elementos conductores y el marco, de modo que el módulo no presente un riesgo eléctrico en condiciones correctas de manejo. El ensayo se realiza conforme a la fase de ensayo 10.3 de la norma UNE-EN 61215:2005 (ensayo de rigidez dieléctrica no incluido).
- **Electroluminiscencia:** El módulo se conecta a una fuente de alimentación, y se hace circular una corriente igual a su  $I_{sc}$ . Con el módulo en estas condiciones de operación, y en total oscuridad, se toma una fotografía con la cámara de electroluminiscencia para detectar la presencia de posibles defectos, tales como áreas improductivas o micro-roturas en células.

Según nivel de inspección general I de la norma UNE-ISO 2859-1:2012, se ensayarán 50 módulos previo a su recepción en obra.

### 3.2.3.6. Medida de curvas I-V de los Strings.

En un campo fotovoltaico la conexión de los módulos en serie, así como de los Strings es fundamental y determinará cómo será el comportamiento final del campo fotovoltaico.

Bajo condiciones estables de irradiación y temperatura, se conecta en cada String una carga electrónica que la somete a un barrido de tensión, a la vez que registra los valores de corriente devuelta por la misma. De forma sincronizada con esta medida se recogen datos de irradiancia sobre la superficie de los módulos medidos y temperatura, de modo que los resultados obtenidos pueden corregirse a Condiciones Estándar de Medida (CEM, 1000 W/m<sup>2</sup> del espectro AM1.5G y temperatura de módulo de 25°C).

Este ensayo permite obtener un valor para la potencia pico de cada rama, que estadísticamente puede ser extrapolado al conjunto del campo fotovoltaico. También es posible detectar anomalías en interconexiones de módulos o fallos de los diodos de paso.

El tiempo de realización de medidas depende mucho de la apertura de cajas. El alcance de las medidas será para todos los Strings incluidos en la instalación.

### 3.2.3.7. Prueba de rendimiento.

Para analizar la producción de la planta fotovoltaica se utilizarán los datos de monitorización disponibles, correspondientes a medidas de irradiancia sobre la superficie del módulo y temperatura ambiente “*in situ*”.

Se analizarán los datos de monitorización durante tres días, comprobando el cumplimiento de los valores garantizados de:

- **Producción:** A partir de las lecturas de contadores. Con estos datos calculará la producción real de la planta, y se comparará con la producción teórica esperada, a partir de los datos de irradiación y temperatura.

- **Disponibilidad:** Revisión de los datos históricos de funcionamiento durante el período de análisis, así como las incidencias habidas y las soluciones planteadas a las mismas, y su aplicación.

#### 3.2.3.8. *Monitorización.*

- Verificación del correcto funcionamiento.
- Supervisión y verificación después de unos tres meses de funcionamiento, comparando los datos con los valores de rendimiento previstos para demostrar la funcionalidad y el rendimiento del sistema fotovoltaico.

#### 3.2.3.9. *Reconciliación con el informe de producción.*

- Comparación de la ejecución con el informe de rendimiento. Los datos utilizados en el informe se comparan con respecto a las distancias entre filas y alineaciones y orientación e inclinación de las filas.
- Verificación de las sombras de la instalación.

#### 3.2.3.10. *Documentación.*

- Comprobación de la integridad y conformidad de la documentación del sistema con el estado actual del sistema instalado:
  - Planos:
    - Plano de situación.
    - Plano de emplazamiento.
    - Layout general.
    - Esquema unifilar.
    - Detalle canalizaciones AC.
    - Detalle canalizaciones DC.
    - Detalle zanjas y arquetas.
    - Detalle estructura fija.
  - Detalle viales y accesos.
    - Hojas de datos de los componentes instalados.
    - Manuales.
- Verificación mediciones:
  - Corriente continúa

- Corriente alterna
- Tensión sin carga
- Corriente de cortocircuito
- Conexión equipotencial
- Resistencia de aislamiento.

#### *3.2.4. Seguridad y Salud.*

En lo referente a controles y ensayos de verificación en materia de Seguridad y Salud registrará lo expuesto en el correspondiente *Documento n° 5: Estudio de Seguridad y Salud.*

#### *3.2.5. Gestión de Residuos.*

En lo referente a controles y ensayos de verificación en materia de Gestión de residuos, registrará lo expuesto en el correspondiente *Anejo VIII. Estudio de Gestión de Residuos.*



### 3.3. Protocolo de pruebas de aceptación.

#### 3.3.1. Datos generales.

1.- Datos del Proyecto			
Nombre promotor:		Nombre proyecto:	
Tipo de proyecto:		Instalado por:	
Responsable instalación:		Fecha instalación:	

2.- Localización			
Municipio:		Comunidad:	
<u>Coordenadas Geográficas:</u>		Fecha instalación:	
Latitud:			
Longitud:			
Altitud:			

3.- Verificación Técnica			
Nombre del verificador:		Fecha verificación	
Satisface las especificaciones:		Firma del verificador:	

**3.3.2. Componentes del sistema.**

1.- ESTRUCTURA			
<b>Fija:</b>	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	<b>Con seguimiento:</b>	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
<b>Tipo:</b>		<b>Tipo:</b>	
Tipo "λ" en suelo:	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	Un eje	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
Tipo "λ" en techo:	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>		
Un poste sobre suelo:	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	Dos ejes	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
Dos postes en el suelo:	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>		
Sobre el techo:	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	En un poste	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
Otra:	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>		
<b>Orientación:</b>		<b>Inclinación</b>	
<b>Material:</b>		<b>Cimentación</b>	
Madera <input type="checkbox"/>	Acero Inox. <input type="checkbox"/>	Dado de concreto	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
Hierro <input type="checkbox"/>	Aluminio <input type="checkbox"/>	Dado armado	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
<b>Anclaje:</b>		<b>Tornillo de anclaje:</b>	
Tornillo con taquetes de expansión:	<input type="checkbox"/>	Acero al carbón:	<input type="checkbox"/>
Tornillo embebido en concreto:	<input type="checkbox"/>	Hierro galvanizado:	<input type="checkbox"/>
Poste embebido en concreto:	<input type="checkbox"/>	Acero inoxidable:	<input type="checkbox"/>
Poste hincado:	<input type="checkbox"/>		
<b>Tornillos de sujeción de módulos:</b>		<b>Protección anticorrosiva:</b>	
Acero al carbón:	<input type="checkbox"/>	Pintura:	<input type="checkbox"/>
Hierro galvanizado:	<input type="checkbox"/>	Galvanizado:	<input type="checkbox"/>
Acero inoxidable:	<input type="checkbox"/>		
Rondanas planas y de presión:	<input type="checkbox"/>		
<b>Observaciones:</b>			

2.- GENERADOR FOTOVOLTAICO	
<b>Marca módulo:</b>	<b>Modelo:</b>
<b>Certificación:</b> UL <input type="checkbox"/> TÜV <input type="checkbox"/> Otra <input type="checkbox"/> _____	Nº de celdas en serie: Nº de diodos de paso:
Características eléctricas del modulo (STC): Potencia pico P <sub>m</sub> : _____ V <sub>ca</sub> : _____                      I <sub>cc</sub> : _____ Punto de máxima potencia: V <sub>M</sub> : _____                      I <sub>M</sub> : _____	Características eléctricas del modulo NOTC a una temperatura: _____ °C V <sub>ca</sub> : _____                      I <sub>cc</sub> : _____ Punto de máxima potencia: V <sub>M</sub> : _____                      I <sub>M</sub> : _____
Generador Fotovoltaico: Voltaje nominal: _____ Nº de módulos en SERIE _____ Nº de módulos en PARALELO _____ Potencia Pico del Generador _____	Características eléctricas del Generador a STC: V <sub>ca</sub> : _____                      I <sub>M</sub> : _____ Punto de máxima potencia: V <sub>M</sub> : _____                      I <sub>M</sub> : _____

3.- INVERSOR (VARIADOR DE VELOCIDAD FV)	
<b>Marca:</b>	<b>Modelo:</b>
<b>Fabricación:</b> Nacional <input type="checkbox"/> Otra <input type="checkbox"/> _____	<b>Certificación:</b> UL <input type="checkbox"/> TÜV <input type="checkbox"/> Otra <input type="checkbox"/> _____
Tipo de aplicación: Características eléctricas Potencia nominal P <sub>N</sub> : _____ W Tensión de entrada V <sub>N</sub> (DC) _____ V Tensión de salida V <sub>N</sub> (AC) _____ V	Indicadores de operación Led's                                      Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Voltímetro                              Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Amperímetro                            Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Puerto de comunicaciones        Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
	Tipo de instalación: INTERIOR <input type="checkbox"/> EXTERIOR <input type="checkbox"/>  Envolvente tipo: Nema 1 ó 2 <input type="checkbox"/> Nema 3R <input type="checkbox"/>

4.- SISTEMA DE SEGURIDAD	
Caja de desconexión: <span style="float: right;">Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/></span> Fabricación: Nacional <input type="checkbox"/> Otra <input type="checkbox"/> _____	Tipo de caja: NEMA 1 ó 2 <input type="checkbox"/> NEMA 3R <input type="checkbox"/> Certificación: UL <input type="checkbox"/> ANSE <input type="checkbox"/> SECOFI <input type="checkbox"/> Otra <input type="checkbox"/> _____
Caja manual: <span style="float: right;">Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/></span> Fabricación: Nacional <input type="checkbox"/> Otra <input type="checkbox"/> _____	Características eléctricas: V <sub>N</sub> = <span style="float: right;">Amp.=</span>
Diodo de bloqueo: <span style="float: right;">Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/></span>	Características eléctricas: V <sub>N</sub> = <span style="float: right;">Amp.=</span>
Interruptor magnetotérmico: <span style="float: right;">Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/></span>	Características eléctricas: V <sub>N</sub> = <span style="float: right;">Amp.=</span>
Supresor de picos: <span style="float: right;">Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/></span>	Características eléctricas: V <sub>N</sub> = <span style="float: right;">Amp.=</span>
Electrodo de tierra: <span style="float: right;">Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/></span> Cable soldado a electrodo: <span style="float: right;">Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/></span>	Tipo: Varilla de cobre de 16mm de diámetro: <input type="checkbox"/> Electrodo de carbón: <input type="checkbox"/>

**3.3.3. Inspección de la instalación.**

INSTALACIÓN					
PARÁMETRO	APRECIACIÓN				OBSERVACIONES
	E	B	S	M	
Módulos sin sombras					
Apariencia general del sistema					
Cimentación de estructura (material, rigidez)					
Estructura de larga duración sin oxidarse					
Tornillería y herrajes					
Orientación del Generador FV					
Inclinación a la latitud del lugar					
Conexiones eléctricas entre módulos firmes					
Módulos sujetos con cuatro tornillos					
Cajas y envolventes satisfaciendo Noma					
Cajas de conexión tapadas					
Sistema de tierra					
Protección contra descargas atmosféricas					
Instalación del inversor (variador de velocidad FV)					
Otros aspectos:					

*3.3.4. Pruebas eléctricas en el generador FV.*

Hora	Irradiación	T. amb.	T. m.	V <sub>ca</sub>	I <sub>cc</sub>	V <sub>op</sub>	I <sub>op</sub>	P <sub>op</sub>	E (acumulada)

NOTA: Estas sólo deben hacerlas personal calificado con equipo certificado

### 3.4. Protocolo de prueba de inspección del sistema FV.

1.- DIAGRAMAS DE SITIO			
¿Se cuenta con un diagrama básico a bloques del sistema FV en el sitio de instalación?			
¿Se proporciona el plano de localización de los equipos en la edificación o inmueble correspondiente?			
¿Se proporciona un diagrama unifilar con la propuesta de instalación?			
¿Se muestra la configuración del Generador?	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	¿Se identifica el cableado del Generador?	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
¿Se identifican las cajas de conexiones?	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	¿Se puede identificar la canalización (conduit) del Generador a la fuente de desconexión del sistema FV?	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
¿Es posible identificar el equipo de puesta a tierra?	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	¿Se especifica el sistema de desconexión?	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
¿Se identifica la canalización del punto de desconexión al inversor (variador de velocidad FV)?	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	¿Se especifica el (variador de velocidad FV)?	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
¿Se puede identificar la canalización desde el inversor (variador de velocidad FV) al punto de desconexión?	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	¿Sistema de puesta a tierra identificado?	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
Punto de conexión método adjunto identificado	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>		

2.- INFORMACION DEL INVERSOR (VARIADOR DE VELOCIDAD FV)	
Marca:	Número y Modelo:
¿Se incluyen las hojas de especificaciones del inversor (variador de velocidad FV)?	Rango de voltaje del inversor (variador de velocidad FV)?:
Potencia máxima de salida continua AC:	

3.- INFORMACION DEL MÓDULO FV	
Marca: Número y Modelo:	Potencia Pico del módulo (STC): $P_p(m) =$
Número de módulos en serie:	Número de paneles en paralelo:
Número total de módulos:	¿Se requiere protección contra sobrecorriente en los paneles? <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
Corriente del AFV (STC): $I_{mp}(AFV) =$	Tensión del panel (STC): $V_{mp}(\text{panel}) =$ Tensión a circuito abierto: $V_{ca}(\text{panel}) =$
Corriente de corto circuito del AFV: $I_{cc}(AFV) =$	Potencia Pico del AFV (STC): $P_p(AFV) =$
Tensión máxima del sistema:	¿Los módulos están certificados? <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> ¿Los módulos son nuevos? <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
¿Los módulos presentan rasgaduras en el laminado o daños perceptibles a simple vista? <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	¿El marco de los módulos presenta daños o dobleces? <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>

4.- CABLEADO Y PROTECCIÓN DE SOBRECORRIENTE	
¿Cables a la intemperie? <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	¿Cable a la intemperie tipo solar? <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
¿Cableado debidamente sujetado? <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	¿Cajas de conexión debidamente selladas? <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
¿Cable clasificado para 90°C? <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	¿Capacidad de conductores suficiente? <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
Máxima corriente del circuito FV	Capacidad mínima de los conductores del Generador FV
Capacidad de salida mínima de los conductores del circuito FV:	Si el inversor (variador de velocidad FV) está certificado, la protección sobrecorriente no es necesaria si sólo dos circuitos en paralelo se conectan al inversor. <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
¿La protección de sobrecorriente en la salida del circuito del inversor (variador de velocidad FV) es suficiente? <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	



5.- ESTRUCTURA DE LOS SISTEMAS COLOCADOS EN EL SUELO	
Peso del sistema (kg/cm <sup>2</sup> )	¿Se especifican los detalles de los soportes del Generador, miembros de la estructura y puestos de cimentación y zapatas?
¿Se provee información sobre la estructura del soporte? (Si la estructura de montaje es desconocida para la jurisdicción local y es superior a seis metros sobre el grado, puede requerir cálculos de ingeniería)	¿Se proporciona el método de unión entre el módulo y la estructura de montaje?

#### 4. PRESUPUESTO DE ENSAYOS.

No obstante, para evaluar el control de calidad realizado por el Contratista sobre ciertos materiales, que a criterio de la Dirección Facultativa se consideran fundamentales, se presupuestan los siguientes ensayos de control de calidad:

UNIDADES	ENSAYO	P.E.M.
6	Ensayo Pull Out Test	7.482,36 €
3.432	Inspección módulos fotovoltaicos en campo	1.784,64 €
132	Medida curvas I-V	1.053,36 €
<b>TOTAL:</b>		<b>10.320,36 €</b>

De acuerdo con los ensayos descritos, el Presupuesto de Ejecución Material del Programa de Control de Calidad del presente Proyecto asciende a la cantidad de **DIEZ MIL TRESCIENTOS VEINTE EUROS CON TREINTA Y SEIS CÉNTIMOS (10.320,36 €)**.

Córdoba, octubre de 2023.

**EL INGENIERO AGRÓNOMO**

Fdo.:



**EL INGENIERO AGRÓNOMO**

Fdo.:



ANEJO XIII

**NORMATIVA APLICABLE**

**PROYECTO DE EJECUCIÓN DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA  
DE 2 MW PARA AUTOCONSUMO DE LOS SECTORES  
IV, V Y VI DE LA COMUNIDAD DE REGANTES  
“SANTA MARÍA MAGDALENA”**

TÉRMINO MUNICIPAL: MENGÍBAR (JAÉN)

PROMOTOR: COMUNIDAD DE REGANTES “SANTA MARÍA MAGDALENA”

## ANEJO XIII. NORMATIVA APLICABLE

### ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.	2
1.1. Normas oficiales de carácter general.	2
1.2. Obra Civil.	3
1.3. Instalaciones.	4
1.4. Obras hidráulicas.	4
1.5. Obras de carreteras.	5
1.6. Patrimonio histórico.	5
1.7. Control de calidad.	6
1.8. Legislación ambiental.	6
1.9. Electricidad.	6
1.10. Instalaciones Fotovoltaicas.	8

***PROYECTO DE EJECUCIÓN DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA  
DE 2 MW PARA AUTOCONSUMO DE LOS SECTORES  
IV, V Y VI DE LA COMUNIDAD DE REGANTES  
“SANTA MARÍA MAGDALENA”***

TÉRMINO MUNICIPAL: MENGÍBAR (JAÉN)

PROMOTOR: COMUNIDAD DE REGANTES “SANTA MARÍA MAGDALENA”

## **ANEJO XIII. NORMATIVA APLICABLE**

### **1. INTRODUCCIÓN.**

En todo cuanto no esté expresamente previsto en el Pliego de Prescripciones Técnicas de este Proyecto, serán de aplicación las prescripciones contenidas en los Reglamentos, Instrucciones, Pliegos y Normas reseñadas a continuación:

#### **1.1. Normas oficiales de carácter general.**

- 1) Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público, por la que se transponen al ordenamiento jurídico español las Directivas del Parlamento Europeo y del Consejo 2014/23/UE y 2014/24/UE, de 26 de febrero de 2014.
- 2) Real Decreto 773/2015, de 28 de agosto, por el que se modifican determinados preceptos del Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas, aprobado por el Real Decreto 1098/2001, de 12 de octubre.
- 3) Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas aprobado por Real Decreto 1098/2001, de 12 de octubre.
- 4) Decreto 3854/1970, de 31 de diciembre, por el que se aprueba el Pliego de Cláusulas Administrativas Generales para la Contratación de Obras del Estado.
- 5) Real Decreto Legislativo 7/2015, de 30 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Suelo y Rehabilitación Urbana.
- 6) Normas UNE de aplicación del Ministerio de Obras Públicas.
- 7) Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción (Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre).

- 8) Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales.
- 9) Ley 32/2006, de 18 de octubre de 2.006, reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción.
- 10) Disposiciones sobre Seguridad y Salud en el Trabajo. Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud Relativas a la Utilización por los Trabajadores de Equipos de Protección Individual.
- 11) Disposiciones sobre señalización de obras (Norma de Carreteras 8.3 I.C. aprobada por Orden Ministerial de 31 de agosto de 1987 y Adición según Real Decreto 818/2009, de 8 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento General de Conductores).

### **1.2. Obra Civil.**

- 1) Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- 2) Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.
- 3) Norma de Construcción Sismorresistente: Parte General y Edificación (NCSE-02), aprobada por el Real Decreto 997/2002, de 27 de septiembre.
- 4) Real Decreto 256/2016, de 10 de junio, por el que se aprueba la Instrucción para la recepción de cementos (RC-16).
- 5) Real Decreto 1339/2011, de 3 de octubre, por el que se deroga el Real Decreto 1630/1980, de 18 de julio, sobre fabricación y empleo de elementos resistentes para pisos y cubiertas.
- 6) Orden de 29 de noviembre de 1989 sobre modelos de fichas técnicas a que se refiere el Real Decreto 1630/1980 de 18 de julio sobre la fabricación y empleo de elementos resistentes para pisos y cubiertas.
- 7) Obligatoriedad de la homologación de los cementos para la fabricación de hormigones y morteros para todo tipo de obras y productos prefabricados, aprobado por Real Decreto 1313/1988.
- 8) Normas o Instrucciones del Instituto Eduardo Torroja sobre hormigones.
- 9) Real Decreto 1371/2007, de 19 de octubre, por el que se aprueba el documento básico «DB-HR Protección frente al ruido» del Código Técnico de la Edificación y

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

- 10) Pliego General de Condiciones para la Recepción de ladrillos cerámicos en las obras de construcción RL-88, Orden del 27 de Julio de 1988 del Ministerio de Relaciones con las Cortes y la Secretaría del Gobierno.
- 11) Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para la recepción de bloques de hormigón en las obras de construcción. Orden de 4 de julio de 1991 del MOPU.

### **1.3. Instalaciones.**

- 1) Real Decreto 513/2017, de 22 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios.
- 2) Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios.
- 3) Orden de 16 de abril de 1998, sobre normas de procedimiento y desarrollo del Real Decreto 1942/1993, de 5 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones de Protección contra Incendios.
- 4) Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales. (RD 2267/2004, de 3 de diciembre).
- 5) Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios.
- 6) Normas Tecnológicas de la Edificación.
- 7) Disposiciones NTE, Documentos Básicos de Edificación DB, y normativa de los Ayuntamientos de Santaella y Puente Genil.
- 8) Normas DIN, ASTM, ASME, CEI, a decidir por la Dirección Técnica a propuesta del Contratista en el Proyecto de Construcción. Si no existiera propuesta serán de aplicación las Normas ASTM.

### **1.4. Obras hidráulicas.**

- 1) Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para tuberías de Abastecimiento de Agua del Ministerio de Obras Públicas (Orden Ministerial de 28 de Julio de 1974) y Normas vigentes para la redacción de Proyectos de Abastecimiento de Agua y Saneamiento de poblaciones (M.O.P.T.) de diciembre de 1977.

- 2) Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Tuberías de Saneamiento de Poblaciones (septiembre 1986).
- 3) Las directrices del “Código de instalación y manejo de tubos de PVC para conducciones de agua a presión” (UNE 53.399).
- 4) Pliego de Condiciones para la fabricación, transporte y montaje de tuberías de hormigón, de la Asociación Técnica de Derivados del Cemento.
- 5) Recomendaciones para la fabricación, transporte y montaje de tuberías de hormigón en masa.
- 6) Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, por el que se aprueba el reglamento del dominio público hidráulico.
- 7) Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas.
- 8) Directiva 60/2000 de 23 de octubre de 2000 por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas (DOCE L 327 de 12/12/2000). Modificado por Decisión del Consejo 2455/2001/CE (DOCE L 331).
- 9) Ley 10/2001, de 5 de julio, del Plan Hidrológico Nacional. Modificada por Real Decreto Ley 2/2004 y por Ley 11/2005.

#### **1.5. Obras de carreteras.**

- 1) Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes (PG-4 del M.O.P.T., 21 de enero de 1988), su actualización (Orden FOM/2523/2014, de 12 de diciembre, B.O.E. del 3 de enero de 2015) e Instrucción de Carreteras.

#### **1.6. Patrimonio histórico.**

- 1) Ley 16/1985, de 25 de junio del Patrimonio Histórico Español, desarrollado parcialmente por el Real Decreto 111/1986, de 10 de enero.
- 2) Ley 14/2007, de 26 de noviembre, del Patrimonio Histórico de Andalucía. (BOE núm.38, de 13 de febrero)
- 3) Decreto 19/1995, de 7 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento de protección y fomento del patrimonio histórico de Andalucía. (BOJA núm.43, de 17 de marzo)
- 4) Decreto 379/2011, de 30 de diciembre, por el que se modifican el Reglamento de Creación de Museos y de Gestión de Fondos Museísticos de la Comunidad



Autónoma de Andalucía y el Reglamento de Actividades Arqueológicas.

### **1.7. Control de calidad.**

- 1) Normas y Ensayos del Laboratorio de Transporte y mecánica del suelo (M.O.P.T), cuando no existieran expresamente las del IRANOR y las de AENOR, que serán en todo caso de aplicación.
- 2) Método de ensayo de Laboratorio Central (M.O.P.T.).

### **1.8. Legislación ambiental.**

- 1) Directiva 2001/42/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 27 de junio de 2001, relativa a la evaluación de los efectos de determinados planes y programas en el medio ambiente.
- 2) Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental.
- 3) Ley 7/2007, de 9 de julio, de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental.
- 4) Ley 3/2014, de 1 de octubre, de medidas normativas para reducir las trabas administrativas para las empresas.
- 5) Real Decreto 975/2009, de 12 de junio, sobre gestión de los residuos de las industrias extractivas y de protección y rehabilitación del espacio afectado por actividades mineras.
- 6) Real Decreto Legislativo 2/2011, de 5 de septiembre, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley de Puertos del Estado y de la Marina Mercante.
- 7) Ley 37/2015, de 29 de septiembre, de carreteras. (BOE nº 234, de 30.09.2015).
- 8) Instrumento de Ratificación del Convenio sobre evaluación del impacto en el medio ambiente en un contexto transfronterizo, hecho en Espoo (Finlandia) el 25 de febrero de 1991.
- 9) Decreto 297/1995, de 19 de diciembre, Reglamento de Calificación Ambiental (BOJA nº 3, de 11 de enero de 1996).
- 10) Decreto 153/1996, de 30 de abril de 1996, por el que se aprueba el Reglamento de Informe Ambiental. Consejería de Medio Ambiente (BOJA nº 69 de 18/06/96).

### **1.9. Electricidad.**

- 1) Real Decreto 1183/2020, de 29 de diciembre, de acceso y conexión a redes de

transporte y distribución de energía eléctrica.

- 2) Real Decreto 1074/2015, de 27 de noviembre, por el que se modifican distintas disposiciones en el sector eléctrico.
- 3) Reglamento (UE) 548/2014 de la Comisión de 21 de mayo de 2014 por el que se desarrolla la Directiva 2.009/125/CE de ecodiseño para transformadores de potencia.
- 4) Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- 5) Decreto 9/2011, de 18 de enero, por el que se modifican diversas Normas Regulatoras de Procedimientos Administrativos de Industria y Energía.
- 6) Decreto 59/2005, de 1 de marzo, por el que se regula el procedimiento para la instalación, ampliación, traslado y puesta en funcionamiento de los establecimientos industriales, así como el control, responsabilidad y régimen sancionador de los mismos.
- 7) Reglamento y disposiciones de los Ministerios de Obras Públicas e Industria, que regulan las instalaciones eléctricas de baja y alta tensión, R.E.A.T, R.E.B.T. de Real Decreto 842/2002 e Instrucciones M.I.T.
- 8) Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09, aprobado por Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero.
- 9) Pliego de Condiciones Técnicas del Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE).
- 10) Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- 11) 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.
- 12) Norma UNE UNE-HD 60364-5-52:2022 (Instalaciones eléctricas de baja tensión. Parte 5-52: Selección e instalación de equipos eléctricos. Canalizaciones).
- 13) Normas Particulares y Condiciones Técnicas y de Seguridad de la empresa distribuidora de energía eléctrica, Endesa Distribución, SLU, en el ámbito de la Comunidad Autónoma de Andalucía. Resolución de 3 de junio de 2020, de la

Dirección General de Industria, Energía y Minas, por la que se deroga parcialmente la Resolución de 5 de mayo de 2005.

- 14) Instrucción de 14 de octubre de 2004 de la Dirección General de Industria, Energía y Minas, sobre previsión de cargas eléctricas y coeficientes de simultaneidad en áreas de uso residencial y áreas de uso industrial.
- 15) Normas de ventilación y acceso a centros de transformación. Resolución de la Dirección General de Energía BOE 26/06/1984.
- 16) Normas del Ayuntamiento, de la compañía de suministro de electricidad y de la compañía suministradora de telefonía en los ámbitos del Proyecto que corresponden a sus respectivas competencias.
- 17) NRZ 104 (1ª edición, 02-2018) “Instalaciones privadas conectadas a la red de distribución. Generadores en Alta y Media tensión.

#### **1.10. Instalaciones Fotovoltaicas.**

- 1) Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica.
- 2) Real Decreto-Ley 15/2018, de 5 de octubre, de medidas urgentes para la transición energética y la protección de los consumidores.
- 3) Resolución de 26 de marzo de 2018, de la Dirección General de Industria, Energía y Minas, por la que se modifica la Instrucción Técnica Componentes (ITC-FV-04) de la Orden de 26 de marzo de 2007, por la que se aprueban las especificaciones técnicas de las instalaciones fotovoltaicas andaluzas.
- 4) 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 autoconsumo y de producción con autoconsumo.
- 5) 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.
- 6) Decreto-ley 26/2021, de 14 de diciembre, por el que se adoptan medidas de simplificación administrativa y mejora de la calidad regulatoria para la reactivación económica en Andalucía.

- 7) Ley 661/2007, de 25 de mayo, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.
- 8) Ley 2/2007, de 27 de marzo, de fomento de las energías renovables y del ahorro y eficiencia energética de Andalucía.
- 9) Orden de 26 de marzo de 2007, por la que se aprueban las especificaciones técnicas de las instalaciones fotovoltaicas andaluzas.
- 10) Decreto 59/2005, de 1 de marzo, por el que se regula el procedimiento para la instalación, ampliación, traslado y puesta en funcionamiento de los establecimientos industriales, así como el control, responsabilidad y régimen sancionador de los mismos.
- 11) Pliego de Condiciones Técnicas del Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE).

Y en general cuantas Prescripciones figuran en los Reglamentos, Normas, Instrucciones y Pliegos Oficiales vigentes durante el período de ejecución de las obras que guarden relación con ellas.

De todas estas normas, en caso de dualidad, tendrá valor preferente, en cada caso, la más restrictiva o la que ordene el Ingeniero Director.

Así mismo y con carácter general, la entidad adjudicataria queda obligada a respetar y cumplir cuantas disposiciones vigentes guarden relación con las obras de Proyecto, con sus Instalaciones complementarias, o con los trabajos necesarios para realizarlas.

Si de la aplicación conjunta de los Pliegos y disposiciones anteriores surgiesen discrepancias para el cumplimiento de determinadas condiciones o conceptos inherentes a la ejecución de las obras, el Contratista se atenderá a las especificaciones del Pliego de Condiciones del Proyecto, y solo en el caso de que aun así existiesen contradicciones, aceptará la interpretación de la Dirección Técnica.

ANEJO XIV

**SERVICIOS AFECTADOS**

***PROYECTO DE EJECUCIÓN DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA  
DE 2 MW PARA AUTOCONSUMO DE LOS SECTORES  
IV, V Y VI DE LA COMUNIDAD DE REGANTES  
“SANTA MARÍA MAGDALENA”***

TÉRMINO MUNICIPAL: MENGÍBAR (JAÉN)

PROMOTOR: COMUNIDAD DE REGANTES “SANTA MARÍA MAGDALENA”

**ANEJO XIV. SERVICIOS AFECTADOS**

**ÍNDICE**

1. SERVICIOS AFECTADOS. \_\_\_\_\_ 2

***PROYECTO DE EJECUCIÓN DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA  
DE 2 MW PARA AUTOCONSUMO DE LOS SECTORES  
IV, V Y VI DE LA COMUNIDAD DE REGANTES  
“SANTA MARÍA MAGDALENA”***

TÉRMINO MUNICIPAL: MENGÍBAR (JAÉN)

PROMOTOR: COMUNIDAD DE REGANTES “SANTA MARÍA MAGDALENA”

## **ANEJO XIV. SERVICIOS AFECTADOS**

### **1. SERVICIOS AFECTADOS.**

Una vez realizadas las indagaciones relativas a los posibles servicios que puedan verse afectados por las obras contempladas en este Proyecto, se concluye que no se prevé la existencia de ningún servicio afectado.

No obstante, cercana a la zona de actuación, se encuentran las carreteras A-313 y JA-3410, por las cuales se accede a la zona de actuación, por lo que se debe tener especial precaución de no producir interferencias en las mismas.

Asimismo, en la zona regable de la Comunidad de Regantes existe una red de caminos que articulan el tránsito entre las parcelas de cultivo, pero tampoco se verán afectados más allá del correspondiente trasiego de maquinaria durante la fase de construcción de las obras.

ANEJO XV

**PERMISOS Y AUTORIZACIONES**



**PROYECTO DE EJECUCIÓN DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA  
DE 2 MW PARA AUTOCONSUMO DE LOS SECTORES  
IV, V Y VI DE LA COMUNIDAD DE REGANTES  
“SANTA MARÍA MAGDALENA”**

TÉRMINO MUNICIPAL: MENGÍBAR (JAÉN)

PROMOTOR: COMUNIDAD DE REGANTES “SANTA MARÍA MAGDALENA”

## ANEJO XV. PERMISOS Y AUTORIZACIONES

### ÍNDICE

<b>1. ORGANISMOS AFECTADOS.</b>	<b>2</b>
<b>1.1. Administración Local.</b>	<b>2</b>
1.1.1. <i>Informe de Compatibilidad Urbanística.</i>	2
1.1.2. <i>Licencia de obras.</i>	2
<b>1.2. Delegación Territorial de Economía, Hacienda, Fondos Europeos y de     Industria, Energía y Minas de la Junta de Andalucía en Jaén (Servicio de     Energía).</b>	<b>3</b>
<b>2. AUTORIZACIÓN AMBIENTAL.</b>	<b>3</b>
<b>ANEXO Nº 1</b>	<b>4</b>

**PROYECTO DE EJECUCIÓN DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA  
DE 2 MW PARA AUTOCONSUMO DE LOS SECTORES  
IV, V Y VI DE LA COMUNIDAD DE REGANTES  
“SANTA MARÍA MAGDALENA”**

TÉRMINO MUNICIPAL: MENGÍBAR (JAÉN)

PROMOTOR: COMUNIDAD DE REGANTES “SANTA MARÍA MAGDALENA”

## ANEJO XV. PERMISOS Y AUTORIZACIONES

### 1. ORGANISMOS AFECTADOS.

En el presente Anejo se detallará la relación de Organismos que se verán afectados por las obras contenidas en el presente Proyecto, indicando en cada caso la tramitación necesaria para obtener la correspondiente autorización, permiso o licencia.

#### 1.1. Administración Local.

La actuación proyectada se ubica en su totalidad en el Término Municipal de Mengíbar, provincia de Jaén. En base a ello, serán necesarias las siguientes tramitaciones con la administración local correspondiente:

##### 1.1.1. Informe de Compatibilidad Urbanística.

Con objeto de comprobar la compatibilidad urbanística de la actuación proyectada con el Plan General de Ordenación Urbana de Mengíbar, se solicitó al Excmo. Ayuntamiento de Mengíbar el correspondiente Informe de Compatibilidad Urbanística. Se acompaña este informe como **Anexo nº 1**.

##### 1.1.2. Licencia de obras.

Para llevar a cabo la ejecución de las obras, es necesario solicitar al Excmo. Ayuntamiento de Mengíbar la preceptiva Licencia de Obras, para lo cual se presentará el presente Proyecto.

Esta Licencias de Obra será resolverá cuando se obtengan todas las autorizaciones administrativas previas necesarias.

### **1.2. Delegación Territorial de Economía, Hacienda, Fondos Europeos y de Industria, Energía y Minas de la Junta de Andalucía en Jaén (Servicio de Energía).**

De acuerdo con los trámites reglamentarios establecidos en *Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica*, en desarrollo de la *Ley 24/2013, de 26 de octubre, del Sector Eléctrico*, así como en el *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*, la instalación proyectada necesita con carácter previo a su puesta en funcionamiento la **Autorización Administrativa Previa y de Construcción**.

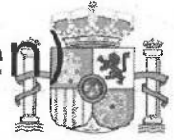
Por lo tanto, con el presente Proyecto y demás documentación complementaria, se solicitará la correspondiente Autorización Administrativa Previa y de Construcción al Servicio de Energía de esta Delegación Territorial.

## **2. AUTORIZACIÓN AMBIENTAL.**

Puesto que la actuación contemplada en este Proyecto consiste en una instalación fotovoltaica conectada a red, que se destinará exclusivamente al autoconsumo energético de las instalaciones de riego de esta Comunidad de Regantes, bajo la modalidad de autoconsumo sin excedentes, y la superficie ocupada por la misma es inferior a 10 Ha, no se puede encuadrar en ninguna de las categorías del Anexo I de la *Ley 7/2007, de 9 de julio, de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental*, por lo que la actuación proyectada no se encontraría sometida a ningún procedimiento de Prevención Ambiental de los establecidos en la citada ley.

Debido a ello no será necesario la tramitación de ningún procedimiento ambiental para la construcción y explotación de la instalación fotovoltaica proyectada.

## ANEXO N° 1



## FRANCISCO JAVIER AURENSANZ RIOS, ARQUITECTO TÉCNICO MUNICIPAL DEL AYUNTAMIENTO DE MENGÍBAR, (Jaén)

Realiza el siguiente Informe:

Vista la solicitud realizado por D. Eduardo Díaz Sánchez con DNI 25.943.900-S, en representación de Comunidad de Regantes "Santa María Magdalena" con CIF G-23.047.251 y con domicilio a efecto de notificaciones en C/ Doctor Navarro Funes Nº 3 Bajo de Mengibar, en la cual nos solicita informe de compatibilidad con el planeamiento urbanístico de la actividad de "Instalación fotovoltaica de 2 MWp, **para autoconsumo de los sectores IV, V y VI** de la comunidad de Regantes "Santa María Magdalena" sita en el paraje de Tejeras, en la parcela catastral 88 del polígono 5, con una superficie según catastro de 135.006 m<sup>2</sup>, siendo esta superficie sobre la que se va a actuar, el que suscribe tiene el deber de informar:

Consultadas las NN.SS de Mengibar, las cuales fueron aprobadas por la Comisión Provincial de Ordenación del Territorio y Urbanismo de Jaén el 9 de Noviembre de 1.995 y publicadas íntegramente el miércoles 5 de abril de 2.023, así como la adaptación a la LOUA aprobada en 2.012, según el planeamiento vigente la Planta Fovoltaica con seguimiento a 1 eje de 2 MWp de potencia se ubicará **en suelo no urbanizable**.

Comprobada la documentación presentada y en base al artículo 12 de la ley 2/2007 de 27 de marzo, de fomento de las energías renovables y del ahorro y eficiencia energética de Andalucía, este tipo de actuaciones no necesitan del correspondiente Proyecto de Actuación, ya que las actuaciones de construcción o instalación de infraestructuras, servicios, dotaciones o equipamientos vinculados a la generación mediante fuentes energéticas renovables, incluidos su transporte y distribución, que se ubiquen en Andalucía, sean de promoción pública o privada, serán consideradas como actuaciones **de Interés Público** a los efectos del capítulo V del título I de la Ley 7/2002, de 17 de diciembre, en el punto 5 del mismo artículo dice que para las actuaciones de interés público vinculadas a la generación y evacuación de energía eléctrica mediante energía renovable, la aprobación del proyecto de actuación o el plan especial, en su caso previstos en el apartado 3 del artículo 42 de la Ley 7/2002 de 17 de diciembre, será sustituida por la emisión de informe favorable por parte de la Consejería competente en materia de urbanismo.

Comprobadas las NN.SS del planeamiento de Mengibar, este tipo de actividad no forma núcleo de población, ya que son instalaciones de placas solares y casetas de transformadores que no pueden ser habitadas es decir no pueden adquirir vida social organizada, así como servicios comunitarios etc y por tanto no forman agrupación de edificaciones cumpliendo con el artículo 124 Concepto

FRANCISCO JAVIER AURENSANZ RIOS (1 de 1)  
Arquitecto Tec.  
Nº de Colección: 26304/023  
Nº de Matrícula: 1939-02-02-023  
Nº de Colección: 1939-02-02-023

**INFORME TECNICO**  
Número: 2023-0179 Fecha: 26/04/2023

Cód. Validación: 5YKX5NQYZ5ACAZ4MGK2M2ZNA5  
Verificación: <https://ay.mengibar.es/electronica/es/>  
Documento firmado electrónicamente desde la plataforma esPublico Gestiona | Página 1 de 2





# Ayuntamiento de Mengíbar (Jaén)

Plaza de la Constitución, 1



de Núcleo de población. También cumple con el artículo 125 punto 3, instalaciones de **utilidad pública o interés social**, la cual se ha argumentado según artículo 12 de la ley 2/2004 de 27 de marzo, permitiéndose este tipo de actividades e instalaciones, siendo compatible la actividad mencionada con el uso de este tipo de suelo.

En conclusión:

La actividad que pretende instalar Comunidad de Regantes "Santa María Magdalena", en la parcela sita en Polígono 5 parcela 88, con una superficie según catastro de todas las parcelas de 135.006 m2, siendo esta superficie sobre la que se va a actuar, **es compatible con el planeamiento urbanístico del municipio.**

**INFORME TECNICO**  
Número: 2023-0179 Fecha: 26/04/2023

Cod. Validación: 5YX5NQYZ5AG4Z4MGMK2M2NA5  
Verificación: <https://aytomengibar.sedelectronica.es/>  
Documento firmado electrónicamente desde la plataforma esPublico Gestiona | Página 2 de 2



ANEJO XVI

**ACREDITACIÓN DE COMPETENCIA PROFESIONAL**

***PROYECTO DE EJECUCIÓN DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA  
DE 2 MW PARA AUTOCONSUMO DE LOS SECTORES  
IV, V Y VI DE LA COMUNIDAD DE REGANTES  
“SANTA MARÍA MAGDALENA”***

TÉRMINO MUNICIPAL: MENGÍBAR (JAÉN)

PROMOTOR: COMUNIDAD DE REGANTES “SANTA MARÍA MAGDALENA”

**ANEJO XVI. ACREDITACIÓN DE COMPETENCIA PROFESIONAL**

**ÍNDICE**

1. TÍTULOS ACADÉMICOS DE LOS FIRMANTES DEL PROYECTO. \_\_\_\_\_ 2
2. DECLARACIONES RESPONSABLES DE NO ESTAR INHABILITADOS PARA  
EJERCER LA ACTIVIDAD PROFESIONAL. \_\_\_\_\_ 3



## 1. TÍTULOS ACADÉMICOS DE LOS FIRMANTES DEL PROYECTO.

**2. DECLARACIONES RESPONSABLES DE NO ESTAR INHABILITADOS  
PARA EJERCER LA ACTIVIDAD PROFESIONAL.**

ANEJO XVII

**INDICADORES DEL MARCO NACIONAL DE  
DESARROLLO RURAL**

***PROYECTO DE EJECUCIÓN DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA  
DE 2 MW PARA AUTOCONSUMO DE LOS SECTORES  
IV, V Y VI DE LA COMUNIDAD DE REGANTES  
“SANTA MARÍA MAGDALENA”***

TÉRMINO MUNICIPAL: MENGÍBAR (JAÉN)

PROMOTOR: COMUNIDAD DE REGANTES “SANTA MARÍA MAGDALENA”

**ANEJO XVII. INDICADORES DEL MARCO NACIONAL DE  
DESARROLLO RURAL**

**ÍNDICE**

1. INDICADORES DEL MARCO NACIONAL DE DESARROLLO RURAL. \_\_\_\_\_2

***PROYECTO DE EJECUCIÓN DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA  
DE 2 MW PARA AUTOCONSUMO DE LOS SECTORES  
IV, V Y VI DE LA COMUNIDAD DE REGANTES  
“SANTA MARÍA MAGDALENA”***

TÉRMINO MUNICIPAL: MENGÍBAR (JAÉN)

PROMOTOR: COMUNIDAD DE REGANTES “SANTA MARÍA MAGDALENA”

## **ANEJO XVII. INDICADORES DEL MARCO NACIONAL DE DESARROLLO RURAL**

### **1. INDICADORES DEL MARCO NACIONAL DE DESARROLLO RURAL.**

A continuación, se exponen los indicadores para el seguimiento y evaluación del PDR de Andalucía 2017-2020, conforme a los establecidos en el Marco Nacional de Desarrollo Rural.

## INDICADORES DEL MARCO NACIONAL DE DESARROLLO RURAL

<b>Superficie total de la explotación / Tamaño de explotación</b>	Superficie total de la comunidad de regantes solicitante de la ayuda. Esta información se deberá de recoger en dos momentos diferenciados. Uno antes de la ejecución del proyecto/actividad (previo) y otro una vez finalizado el proyecto/actividad (final)	Previo Proyecto	Final Proyecto	
		<b>6.000,00 Ha</b>	<b>6.000,00 Ha</b>	
<b>Superficie total subvencionada afectada por las inversiones</b>	Superficie afectada por la inversión	<b>2.903,21 Ha</b>		
<b>Red Natura 2000</b>	Indicar si la inversión se desarrolla dentro de algún espacio RN2000. Para ello se aplicará la regla del 50%: si el 50% o más de las actividades se desarrollan físicamente en RN2000, se considerará que sí.	<b>NO</b>		
<b>Afección RN2000</b>	La inversión subvencionada se considera que tiene afección sobre la RN2000 cuando, aunque no se desarrolle físicamente dentro de un espacio o superficie de RN2000, tiene afección o relación directa sobre ella	<b>NO</b>		
<b>Código del espacio RN2000</b>	Asociado al "Sí" del los campos/variables "RN2000" o "Afección RN2000". Indicar el código de los Espacios RN2000 afectados por las actuaciones	_____		
<b>Localización de la inversión</b>	Código postal donde se localiza la inversión	<b>23620</b>		
<b>Zonas con limitaciones naturales</b>	Se debe indicar si la inversión se desarrolla en una zona con limitaciones naturales. Para ello se aplicará la regla del 50%: si el 50% o más de las actividades se desarrollan físicamente dentro de una ZLN se considerará que sí.	<b>SI</b>		
<b>Tipo de zonas con limitaciones naturales</b>	Se indicará que tipo de limitaciones naturales existen. Solamente en el caso de que el campo/variable de Zonas con Limitaciones Naturales sea SI.	<b>Limitaciones específicas (L)</b>		
<b>Empleo mantenido: horas totales</b>	Indicar una aproximación del número de horas totales al año (base 100 con dos decimales) que suponen los empleos mantenidos gracias al proyecto considerando que un empleo a tiempo completo son 1800h laborables/año y desglosando la información por categorías de género y edad. El empleo mantenido se define como el nuevo número de puestos de trabajo que continúan como consecuencia de la puesta en marcha de la actividad/proyecto apoyado.	Nº Horas Totales		
		<b>0</b>		
		%	Mujeres	Hombres
		16-24 años	<b>30</b>	<b>70</b>
		25-40 años	<b>30</b>	<b>70</b>
		>41 años	<b>30</b>	<b>70</b>
<b>Empleo creado: horas totales</b>	Indicar una aproximación del número de horas totales que suponen los empleos creados gracias al proyecto, considerando que un empleo a tiempo completo son 1800h laborables/año y desglosando la información por categorías de género y edad. El empleo creado se define como el número de nuevos puestos de trabajo que se inician como consecuencia de la puesta en marcha de la proyecto subvencionado, es decir, aquellos que no se estaban desarrollando con anterioridad a la puesta en marcha del proyecto. No se considerará como empleo creado aquel relacionado con la fase de diseño/construcción del proyecto.	Nº Horas Totales		
		<b>34200</b>		
		%	Mujeres	Hombres
		16-24 años	<b>30</b>	<b>70</b>
		25-40 años	<b>30</b>	<b>70</b>
		>41 años	<b>30</b>	<b>70</b>
<b>Rama agraria: tipo</b>	Esta información se deberá de recoger en dos	Previo Proyecto	Final Proyecto	

## INDICADORES DEL MARCO NACIONAL DE DESARROLLO RURAL

	<p>momentos diferenciados. Uno antes de la ejecución del proyecto/actividad (previo) y otro una vez finalizado el proyecto/actividad (final) <u>Códigos Tipos:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Herbáceos</li> <li>2. Hortícolas</li> <li>3. Viñedo de vinificación</li> <li>4. Otros cultivos permanentes</li> </ol>	<b>1-4</b>	<b>1-4</b>
<b>Tipo de cultivo específico</b>	<p>Indicar el tipo de cultivo principal de la Comunidad de Regantes. Esta información se deberá recoger en dos momentos diferenciados: antes de la ejecución del proyecto/actividad (previo) y una vez finalizado el proyecto/actividad (final)</p>	Previo Proyecto	Final Proyecto
		<b>HERBACEOS- OLIVAR</b>	<b>HERBACEOS- OLIVAR</b>
<b>Producción de la rama agraria</b>	<p>1. Si se dispone de este dato --&gt; rellenar este campo/variable y dejar en blanco "Producción de las actividades agrarias", "Producción de las actividades agrarias" y "Subvenciones que recibe el agricultor" 2. Si no se dispone de este dato--&gt; dejar en blanco y rellenar "Producción de las actividades agrarias", "Producción de las actividades agrarias" y "Subvenciones que reciben los agricultores" Pago recibido por los productores, teniendo en cuenta las subvenciones percibidas y descontando exclusivamente los impuestos sobre los productos anualmente. Designa el conjunto de bienes y servicios producidos durante un año, valorados a precios básicos, es decir, agregando al valor de la producción de las actividades agrarias, las subvenciones a los productos y restando los impuestos en cada uno de sus componentes. Esta información se deberá recoger en dos momentos diferenciados: antes de la ejecución del proyecto/actividad (previo) y una vez finalizado el proyecto/actividad (final)</p>	Previo Proyecto	Final Proyecto
		<b>36.000.000,00 €/año</b>	<b>36.000.000,00 €/año</b>
<b>Producción de las actividades</b>	Sólo completar si no se dispone el campo/variable	Previo Proyecto	Final Proyecto

## INDICADORES DEL MARCO NACIONAL DE DESARROLLO RURAL

<b>agrarias</b>	<p>“Producción de la rama agraria”.</p> <p>Indicar la producción anual (€/año) derivada de las actividades agrarias, considerando los siguientes conceptos: -Bienes y servicios vendidos por las unidades agrarias a otras unidades (agrarias o de otras ramas). - Bienes producidos para su transformación por los productores agrarios.</p> <p>-El consumo final propio: se incluye el autoconsumo y el salario en especie.</p> <p>-Los bienes de capital fijo producidos por cuenta propia.</p> <p>-El aumento o disminución de los stocks de productos determinados</p> <p>-El reemplazo en la propia unidad productora de los productos vegetales utilizados en la alimentación animal (cereales, semillas oleaginosas, plantas forrajeras, etc.).</p> <p>Esta información se deberá recoger en dos momentos diferenciados: antes de la ejecución del proyecto/actividad (previo) y una vez finalizado el proyecto/actividad (final)</p>	_____	_____
<b>Impuestos sobre los productos</b>	<p>Sólo completar si no se dispone el campo/variable campo/variable “Producción de la rama agraria”. Indicar los impuestos anuales (€/año) considerando tanto el IVA como el resto de impuestos sobre los productos.</p> <p>Esta información se deberá recoger en dos momentos diferenciados: antes de la ejecución del proyecto/actividad (previo) y una vez finalizado el proyecto/actividad (final)</p>	Previo Proyecto _____	Final Proyecto _____
<b>Subvenciones que recibe el agricultor</b>	<p>Sólo completar si no se dispone el campo/variable “Producción de la rama agraria”.</p> <p>Indicar las subvenciones anuales recibidas por el agricultor (€/año).</p> <p>Esta información se deberá recoger en dos momentos diferenciados: antes de la ejecución del proyecto/actividad (previo) y una vez finalizado el proyecto/actividad (final)</p>	Previo Proyecto _____	Final Proyecto _____
<b>Gasto material vegetal</b>	<p>Indicar el gasto realizado en la compra de material vegetal: semillas y plantones.</p> <p>Esta información se deberá recoger en dos momentos diferenciados: antes de la ejecución del proyecto/actividad (previo) y una vez finalizado el proyecto/actividad (final)</p>	Previo Proyecto <b>300.000,00 €/año</b>	Final Proyecto <b>300.000,00 €/año</b>
<b>Gastos en energía y lubricantes</b>	<p>Indicar los gastos en energía y lubricantes consumidos en el proceso productivo.</p> <p>Esta información se deberá recoger en dos momentos diferenciados: antes de la ejecución del proyecto/actividad (previo) y una vez finalizado el proyecto/actividad (final)</p>	Previo Proyecto <b>8.546.835,75 €/año</b>	Final Proyecto <b>8.546.835,75 €/año</b>
<b>Otros gastos</b>	Indicar otros gastos: fertilizantes, enmiendas, productos	Previo Proyecto	Final Proyecto



## INDICADORES DEL MARCO NACIONAL DE DESARROLLO RURAL

	fitosanitarios, gastos veterinarios, piensos, mantenimiento de material, mantenimiento de edificios, servicios agrícolas y otros bienes y servicios. No se incluyen en este concepto los gastos en equipamiento y mejora de las explotaciones, que serán considerados como gastos de inversión. Esta información se deberá recoger en dos momentos diferenciados: antes de la ejecución del proyecto/actividad (previo) y una vez finalizado el proyecto/actividad (final)	<b>2.180.255,93 €/año</b>	<b>2.180.255,93 €/año</b>
<b>Producción agraria de la explotación</b>	Indicar la producción agraria de los cultivos (toneladas/año). Se refiere a los coeficientes europeos estándar de producción empleados en la explotación. Esta información se deberá recoger en dos momentos diferenciados: antes de la ejecución del proyecto/actividad (previo) y una vez finalizado el proyecto/actividad (final)	Previo Proyecto	Final Proyecto
		<b>39.000,00 ton/año</b>	<b>39.000,00 ton/año</b>
<b>Tipo de tecnología utilizada (agua)</b>	Señalar el/los tipos de tecnología de riego empleados en la Comunidad de Regantes. Códigos Tipo: 1. Riego en superficie 2. Riego por goteo 3. Riego por aspersión 4. Riego por microaspersión 5. Riego hidropónico 6. Riego por nebulización Esta información se deberá recoger en dos momentos diferenciados: antes de la ejecución del proyecto/actividad (previo) y una vez finalizado el proyecto/actividad (final)	Previo Proyecto	Final Proyecto
		<b>2</b>	<b>2</b>
<b>Código de la masa de agua afectada por el proyecto</b>	Código de la masa de agua (según Confederación Hidrográfica) afectada por el proyecto		
<b>Consumo de energía</b>	Indicar el consumo de energía (electricidad y combustible) de la infraestructura de transporte, distribución y gestión del agua. Debe aparecer en el proyecto para la dotación anual de la zona a modernizar. Esta información se deberá recoger en dos momentos diferenciados: antes de la ejecución del proyecto/actividad (previo) y una vez finalizado el proyecto (final)	Previo Proyecto	Final Proyecto
		<b>1.480,62 MWh/año</b>	<b>444,79 MWh/año</b>
<b>Tipo de energía usada</b>	Indicar el/los tipos de energía que se consumen. <u>Códigos Tipo:</u> 1. Solar fotovoltaica 2. Solar termoeléctrica 3. Eólica ubicada en tierra 4. Eólica ubicada en mar 5. Hidroeléctrica <10MW	Previo Proyecto	Final Proyecto

## INDICADORES DEL MARCO NACIONAL DE DESARROLLO RURAL

	<p>6. Hidroeléctrica &lt;50MW            7. Biomasa: Cultivos energéticos            8. Biomasa: Residuos agrícolas            9. Biomasa: residuos forestales            10. Biomasa II: Biogás de vertederos            11. Biomasa: Biogás generado en digestores            12. Biomasa: Estiércoles            13. Biomasa: Instalaciones industriales del sector agrícola            14. Biomasa: Instalaciones industriales del sector forestal            15. Biomasa: Licores negros de la industria papelera            16. No renovable</p> <p>Esta información se deberá recoger en dos momentos diferenciados: antes de la ejecución del proyecto/actividad (previo) y una vez finalizado el proyecto (final)</p>	<b>16</b>	<b>1</b>
<b>Energía renovable generada</b>	<p>Hace referencia exactamente a la energía renovable generada en la zona de riego por instalaciones construidas con la finalidad de autoabastecer la infraestructura</p> <p>Esta información se deberá recoger en dos momentos diferenciados: antes de la ejecución del proyecto/actividad (previo) y una vez finalizado el proyecto (final) Mwh/año (con dos decimales)</p>	Previo Proyecto	Final Proyecto
		<b>0,00 MWh/año</b>	<b>1.035,82 MWh/año</b>
<b>Capacidad de producción</b>	<p>Indicar la capacidad o potencial de producción de la instalación en unas condiciones determinadas. Esta producción no podrá superar el consumo medio anual de combustible o de energía de la explotación de que se trate</p> <p>Esta información se deberá recoger en dos momentos diferenciados: antes de la ejecución del proyecto/actividad (previo) y una vez finalizado el proyecto (final)</p>	Previo Proyecto	Final Proyecto
		<b>0,00 MWh/año</b>	<b>3.647,37 MWh/año</b>

**DOCUMENTO N° 2**  
**PLIEGO DE CONDICIONES**

**PROYECTO DE EJECUCIÓN DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA  
DE 2 MW PARA AUTOCONSUMO DE LOS SECTORES  
IV, V Y VI DE LA COMUNIDAD DE REGANTES  
“SANTA MARÍA MAGDALENA”**

TÉRMINO MUNICIPAL: MENGÍBAR (JAÉN)

PROMOTOR: COMUNIDAD DE REGANTES “SANTA MARÍA MAGDALENA”

## PLIEGO DE CONDICIONES

### ÍNDICE

<b>1. CONDICIONES GENERALES.</b>	<b>11</b>
<b>1.1. Objeto del Presente Pliego.</b>	<b>11</b>
<b>1.2. Prescripciones Complementarias.</b>	<b>11</b>
1.2.1. Normas oficiales de carácter general.	11
1.2.2. Obra Civil.	12
1.2.3. Instalaciones.	13
1.2.4. Obras hidráulicas.	13
1.2.5. Obras de carreteras.	14
1.2.6. Patrimonio histórico.	14
1.2.7. Control de calidad.	15
1.2.8. Legislación ambiental.	15
1.2.9. Electricidad.	16
1.2.10. Instalaciones Fotovoltaicas.	17
<b>1.3. Obligaciones laborales y sociales.</b>	<b>19</b>
<b>1.4. Permisos, licencias y responsabilidades con terceros.</b>	<b>19</b>

<b>1.5. Inspección de las Obras.</b>	<b>20</b>
<b>1.6. Relaciones legales y responsabilidad con el público.</b>	<b>21</b>
<b>1.7. Subcontratos o destajos.</b>	<b>22</b>
<b>1.8. Conservación del paisaje y limpieza final de obra.</b>	<b>22</b>
<b>1.9. Documentos que integran este Proyecto.</b>	<b>23</b>
<b>1.10. Contradicciones y omisiones del proyecto.</b>	<b>25</b>
<b>1.11. Prevalencia de documentos.</b>	<b>25</b>
<b>1.12. Principio de los trabajos.</b>	<b>26</b>
<b>1.13. Replanteo de las obras.</b>	<b>26</b>
<b>1.14. Gastos de carácter general a cargo del contratista.</b>	<b>26</b>
<b>1.15. Orden y plazo de ejecución de los trabajos.</b>	<b>27</b>
<b>1.16. Modificaciones del proyecto.</b>	<b>28</b>
<b>2. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN PROPUESTA.</b>	<b>29</b>
<b>3. CONDICIONES DE LOS MATERIALES.</b>	<b>30</b>
<b>3.1. Normas generales.</b>	<b>30</b>
3.1.1. <i>Procedencia de los materiales.</i>	30
3.1.2. <i>Ensayos de recepción.</i>	30
3.1.3. <i>Almacenamiento.</i>	31
3.1.4. <i>Gastos correspondientes a los ensayos.</i>	32
3.1.5. <i>Productos de excavación.</i>	32
3.1.6. <i>Materiales e instalaciones auxiliares.</i>	32
3.1.7. <i>Responsabilidad del contratista.</i>	32

<b>3.2. Movimiento de tierras.</b>	<b>32</b>
3.2.1. Rellenos localizados.	32
3.2.2. Rellenos en zanjas.	33
3.2.3. Material para terraplenes y pedraplenes.	34
3.2.4. Material para sub-bases granulares.	35
3.2.5. Material para bases de zahorra artificial.	35
3.2.6. Otros materiales para rellenos.	35
<b>3.3. Hormigones y morteros.</b>	<b>35</b>
3.3.1. Áridos para hormigón y asiento de tubería.	35
3.3.2. Productos de adición.	39
3.3.3. Agua.	40
3.3.4. Conglomerantes.	41
3.3.5. Hormigones prefabricados.	41
3.3.6. Bloques de hormigón para muros y cerramientos.	43
3.3.7. Recepción.	46
<b>3.4. Encofrados.</b>	<b>47</b>
3.4.1. De madera.	47
3.4.2. Metálicos.	48
<b>3.5. Aceros para armar.</b>	<b>48</b>
3.5.1. Calidad y almacenamiento.	48
3.5.2. Recepción de los aceros para armar.	49
<b>3.6. Materiales metálicos.</b>	<b>49</b>
3.6.1. Acero en perfiles laminados.	49
3.6.2. Aluminio.	50

3.6.3. Cobre.	50
<b>3.7. Materiales cerámicos.</b>	<b>51</b>
3.7.1. Ladrillos macizos.	51
3.7.2. Ladrillos huecos.	52
<b>3.8. Equipos y líneas eléctricas.</b>	<b>52</b>
3.8.1. Generalidades.	52
3.8.2. Cableado de Baja Tensión.	53
3.8.3. Línea subterránea de Media Tensión.	54
3.8.4. Centro de Baja Tensión.	64
3.8.5. Transformadores.	65
3.8.6. Centro de Media Tensión.	66
3.8.7. Centro de Seccionamiento.	67
<b>3.9. Módulos fotovoltaicos.</b>	<b>68</b>
<b>3.10. Estructura soporte.</b>	<b>69</b>
<b>3.11. Inversores.</b>	<b>69</b>
<b>3.12. Centro de Baja Tensión (CBT).</b>	<b>70</b>
3.12.1. Edificio.	70
3.12.2. Equipos.	72
<b>3.13. Transformadores.</b>	<b>72</b>
<b>3.14. Centro de Media Tensión (CMT).</b>	<b>74</b>
3.14.1. Edificio.	74
3.14.2. Equipos.	75
<b>3.15. Centro de Seccionamiento.</b>	<b>76</b>

<b>3.16. Sistema antivertido.</b>	<b>77</b>
<b>3.17. Sistema de monitorización.</b>	<b>79</b>
<b>3.18. Materiales no incluidos en el presente Pliego.</b>	<b>81</b>
<b>4. CONDICIONES GENERALES PARA LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS.</b>	<b>81</b>
<b>4.1. Condiciones generales.</b>	<b>81</b>
4.1.1. <i>Comprobación del replanteo general.</i>	82
4.1.2. <i>Programa de trabajo.</i>	83
4.1.3. <i>Aportación de equipo y maquinaria.</i>	83
4.1.4. <i>Iniciación de las obras.</i>	84
4.1.5. <i>Replanteo de detalle de las obras.</i>	84
4.1.6. <i>Acopios.</i>	84
4.1.7. <i>Señalización.</i>	85
4.1.8. <i>Vertederos y escombreras.</i>	85
4.1.9. <i>Acceso a las obras.</i>	86
4.1.10. <i>Métodos constructivos.</i>	86
4.1.11. <i>Ordenación de los trabajos.</i>	87
4.1.12. <i>Instalaciones, medios y obras auxiliares.</i>	87
4.1.13. <i>Evitación de contaminantes.</i>	88
<b>4.2. Inspección y vigilancia de las obras.</b>	<b>88</b>
<b>4.3. Movimientos de tierras.</b>	<b>88</b>
4.3.1. <i>Despeje y desbroce del terreno.</i>	88
4.3.2. <i>Demoliciones.</i>	89
4.3.3. <i>Terraplenes.</i>	90
4.3.4. <i>Excavación de la explanación y préstamos.</i>	91



4.3.5. Terminación y refino de la explanación.	93
<b>4.4. Excavaciones en zanjas.</b>	<b>93</b>
<b>4.5. Rellenos de tierras.</b>	<b>95</b>
4.5.1. Relleno para trasdosado.	95
4.5.2. Relleno y compactación de zanja.	96
<b>4.6. Hormigones armados o en masa.</b>	<b>97</b>
4.6.1. Fabricación.	97
4.6.2. Transporte.	98
4.6.3. Colocación.	99
4.6.4. Compactado de hormigón.	100
4.6.5. Consistencia del hormigón.	101
4.6.6. Limitaciones a la ejecución.	101
4.6.7. Curado.	102
4.6.8. Acabado de superficies.	103
4.6.9. Ensayos.	103
<b>4.7. Aditivos.</b>	<b>104</b>
<b>4.8. Cimbras y encofrados.</b>	<b>105</b>
4.8.1. Ejecución.	105
4.8.2. Desencofrado y descimbrado.	107
<b>4.9. Morteros y enlucidos.</b>	<b>107</b>
<b>4.10. Armaduras.</b>	<b>108</b>
<b>4.11. Zahorra artificial.</b>	<b>109</b>
<b>4.12. Fábrica de ladrillo cerámico.</b>	<b>110</b>

4.12.1. Ejecución.	110
4.12.2. Limitaciones de ejecución.	111
<b>4.13. Arquetas.</b>	<b>111</b>
<b>4.14. Instalaciones Eléctricas.</b>	<b>111</b>
4.14.1. Documentación técnica para el montaje.	111
4.14.2. Ensayos y pruebas.	112
4.14.3. Entrega de documentación.	114
4.14.4. Recepción y garantía.	115
4.14.5. Inversores.	115
<b>4.15. Montaje de elementos prefabricados.</b>	<b>115</b>
4.15.1. Definición.	115
4.15.2. Ejecución.	115
<b>5. CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES PARA LA INSTALACIÓN FOTVOLTAICA.</b>	<b>117</b>
<b>5.1. Objeto.</b>	<b>117</b>
<b>5.2. Generalidades.</b>	<b>117</b>
<b>5.3. Definiciones.</b>	<b>118</b>
5.3.1. Radiación solar.	118
5.3.2. Generadores fotovoltaicos.	118
5.3.3. Inversores.	119
<b>5.4. Diseño.</b>	<b>120</b>
5.4.1. Generalidades.	120
5.4.2. Orientación, inclinación y sombras.	121
5.4.3. Diseño del sistema de monitorización.	121

<b>5.5. Componentes y materiales.</b>	<b>122</b>
5.5.1. Generalidades.	122
5.5.2. Generadores fotovoltaicos.	123
5.5.3. Estructuras soporte.	125
5.5.4. Inversores.	127
5.5.5. Cableado.	131
5.5.6. Protecciones y puesta a tierra.	132
<b>5.6. Recepción y pruebas.</b>	<b>132</b>
<b>6. NORMAS PARA LA RECEPCIÓN DE LAS OBRAS.</b>	<b>134</b>
6.1. Condiciones Generales.	134
6.2. Ensayos.	134
6.3. Significación de los ensayos y reconocimiento durante la ejecución de las obras.	134
6.4. Materiales, elementos de instalaciones y aparatos que reúnan las condiciones necesarias.	135
6.5. Pruebas.	135
6.6. Recepción de las Obras.	136
6.7. Liquidación.	136
6.8. Rescisión.	137
<b>7. MEDICION DE LAS UNIDADES DE OBRA Y ABONO DE LAS MISMAS.</b>	<b>137</b>
7.1. Precios a que se abonarán las unidades de obra.	137
7.2. Gastos por cuenta del Contratista.	138

7.3. Despeje y desbroce del terreno. _____	139
7.4. Terminación y refino de la explanación. Refino de taludes. _____	139
7.5. Excavación en zanjas. _____	139
7.6. Refino de la zanja. _____	140
7.7. Relleno a máquina de la zanja. _____	140
7.8. Mezclas Hidráulicas. _____	140
7.9. Conductos y tuberías. _____	140
7.10. Equipos electromecánicos. _____	141
7.11. Obras de hormigón de cualquier tipo o dosificación. _____	141
7.12. Acero en armaduras. _____	141
7.13. Maquinaria. _____	142
7.14. Arquetas de fábrica. _____	142
7.15. Acopios. _____	143
7.16. Módulos fotovoltaicos y estructuras soporte. _____	143
7.17. Conducciones, canalizaciones y partidas eléctricas. _____	144
7.18. Obras Incompletas. _____	144
7.19. Trabajos defectuosos. _____	145
7.20. Unidades de obra defectuosas pero aceptables. _____	145
7.21. Precios Contradictorios. _____	145
7.22. Obras por Administración Delegada o Indirecta. _____	146
7.23. Obras no autorizadas. _____	148

<b>7.24. Construcciones auxiliares y provisionales.</b>	<b>149</b>
<b>7.25. Partidas alzadas.</b>	<b>150</b>
<b>7.26. Medios auxiliares.</b>	<b>150</b>

**PROYECTO DE EJECUCIÓN DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA  
DE 2 MW PARA AUTOCONSUMO DE LOS SECTORES  
IV, V Y VI DE LA COMUNIDAD DE REGANTES  
“SANTA MARÍA MAGDALENA”**

TÉRMINO MUNICIPAL: MENGÍBAR (JAÉN)

PROMOTOR: COMUNIDAD DE REGANTES “SANTA MARÍA MAGDALENA”

## PLIEGO DE CONDICIONES

### 1. CONDICIONES GENERALES.

#### 1.1. Objeto del Presente Pliego.

El presente Pliego de Condiciones es el encargado de la regulación para la contratación de la ejecución de las obras del *Proyecto de Ejecución de Instalación Fotovoltaica de 2 MW para Autoconsumo de los Sectores IV, V y VI de la Comunidad de Regantes “Santa María Magdalena”*, en el término municipal de Mengíbar, en la provincia de Jaén.

#### 1.2. Prescripciones Complementarias.

En todo cuanto no esté expresamente previsto en el presente Pliego, serán de aplicación las prescripciones contenidas en los Reglamentos, Instrucciones, Pliegos y Normas reseñadas a continuación:

##### 1.2.1. Normas oficiales de carácter general.

- 1) Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público, por la que se transponen al ordenamiento jurídico español las Directivas del Parlamento Europeo y del Consejo 2014/23/UE y 2014/24/UE, de 26 de febrero de 2014.
- 2) Real Decreto 773/2015, de 28 de agosto, por el que se modifican determinados preceptos del Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas, aprobado por el Real Decreto 1098/2001, de 12 de octubre.
- 3) Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas

aprobado por Real Decreto 1098/2001, de 12 de octubre.

- 4) Decreto 3854/1970, de 31 de diciembre, por el que se aprueba el Pliego de Cláusulas Administrativas Generales para la Contratación de Obras del Estado.
- 5) Real Decreto Legislativo 7/2015, de 30 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Suelo y Rehabilitación Urbana.
- 6) Normas UNE de aplicación del Ministerio de Obras Públicas.
- 7) Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción (Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre).
- 8) Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales.
- 9) Ley 32/2006, de 18 de octubre de 2.006, reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción.
- 10) Disposiciones sobre Seguridad y Salud en el Trabajo. Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud Relativas a la Utilización por los Trabajadores de Equipos de Protección Individual.
- 11) Disposiciones sobre señalización de obras (Norma de Carreteras 8.3 I.C. aprobada por Orden Ministerial de 31 de agosto de 1987 y Adición según Real Decreto 818/2009, de 8 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento General de Conductores).

#### *1.2.2. Obra Civil.*

- 1) Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- 2) Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.
- 3) Norma de Construcción Sismorresistente: Parte General y Edificación (NCSE-02), aprobada por el Real Decreto 997/2002, de 27 de septiembre.
- 4) Real Decreto 256/2016, de 10 de junio, por el que se aprueba la Instrucción para la recepción de cementos (RC-16).
- 5) Real Decreto 1339/2011, de 3 de octubre, por el que se deroga el Real Decreto 1630/1980, de 18 de julio, sobre fabricación y empleo de elementos resistentes para pisos y cubiertas.
- 6) Orden de 29 de noviembre de 1989 sobre modelos de fichas técnicas a que se refiere

el Real Decreto 1630/1980 de 18 de julio sobre la fabricación y empleo de elementos resistentes para pisos y cubiertas.

- 7) Obligatoriedad de la homologación de los cementos para la fabricación de hormigones y morteros para todo tipo de obras y productos prefabricados, aprobado por Real Decreto 1313/1988.
- 8) Normas o Instrucciones del Instituto Eduardo Torroja sobre hormigones.
- 9) Real Decreto 1371/2007, de 19 de octubre, por el que se aprueba el documento básico «DB-HR Protección frente al ruido» del Código Técnico de la Edificación y se modifica el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.

#### *1.2.3. Instalaciones.*

- 1) Real Decreto 513/2017, de 22 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios.
- 2) Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios.
- 3) Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales. (RD 2267/2004, de 3 de diciembre).
- 4) Normas Tecnológicas de la Edificación.
- 5) Disposiciones NTE, Documentos Básicos de Edificación DB, y normativa de los Ayuntamientos de Santaella y Puente Genil.
- 6) Normas DIN, ASTM, ASME, CEI, a decidir por la Dirección Técnica a propuesta del Contratista en el Proyecto de Construcción. Si no existiera propuesta serán de aplicación las Normas ASTM.

#### *1.2.4. Obras hidráulicas.*

- 1) Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para tuberías de Abastecimiento de Agua del Ministerio de Obras Públicas (Orden Ministerial de 28 de Julio de 1974) y Normas vigentes para la redacción de Proyectos de Abastecimiento de Agua y Saneamiento de poblaciones (M.O.P.T.) de diciembre de 1977.
- 2) Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Tuberías de Saneamiento de Poblaciones (septiembre 1986).



- 3) Las directrices del “Código de instalación y manejo de tubos de PVC para conducciones de agua a presión” (UNE 53.399).
- 4) Pliego de Condiciones para la fabricación, transporte y montaje de tuberías de hormigón, de la Asociación Técnica de Derivados del Cemento.
- 5) Recomendaciones para la fabricación, transporte y montaje de tuberías de hormigón en masa.
- 6) Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, por el que se aprueba el reglamento del dominio público hidráulico.
- 7) Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas.
- 8) Directiva 60/2000 de 23 de octubre de 2000 por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas (DOCE L 327 de 12/12/2000). Modificado por Decisión del Consejo 2455/2001/CE (DOCE L 331).
- 9) Ley 10/2001, de 5 de julio, del Plan Hidrológico Nacional. Modificada por Real Decreto Ley 2/2004 y por Ley 11/2005.

#### *1.2.5. Obras de carreteras.*

- 1) Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes (PG-4 del M.O.P.T., 21 de enero de 1988), su actualización (Orden FOM/2523/2014, de 12 de diciembre, B.O.E. del 3 de enero de 2015) e Instrucción de Carreteras.

#### *1.2.6. Patrimonio histórico.*

##### *1.2.6.1. Legislación estatal.*

- 1) Ley 16/1985 de 25 de junio de Patrimonio Histórico Español.
- 2) Ley 3/1995, de 23 de marzo, de Vías Pecuarias.
- 3) Real Decreto 111/1986, de 10 de enero, de desarrollo parcial de la Ley 16/1985, de 25 de junio, del Patrimonio Histórico Español.
- 4) Real Decreto 496/1987, de 18 de marzo, por el que se aprueba el Reglamento de la Ley 23/1982, reguladora del Patrimonio Nacional.
- 5) Real Decreto 1680/1991, de 15 de noviembre, por el que se desarrolla la disposición adicional novena de la Ley 16/1985, de 25 de junio, del Patrimonio Histórico Español, sobre garantía del Estado para obras de interés cultural.

- 6) Real Decreto 600/2011, de 29 de abril, por el que se modifica el Reglamento de la Ley 23/1982, de 16 de junio, reguladora del Patrimonio Nacional, aprobada por Real Decreto 496/1987, de 18 de marzo.
- 7) Real Decreto 214/2014, de 28 de marzo, por el que se modifica el Reglamento de la Ley 23/1982, de 16 de junio, reguladora del Patrimonio Nacional, aprobada por Real Decreto 496/1987, de 18 de marzo.

#### *1.2.6.2. Legislación autonómica.*

- 1) Ley 14/2007, de 26 noviembre. Ley de Patrimonio Histórico de Andalucía.
- 2) Ley 39/2015 de 01 de octubre del Procedimiento Administrativo Común de las Administraciones Públicas.
- 3) Decreto 19/1995, de 7 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento de protección y fomento del patrimonio histórico de Andalucía.
- 4) Decreto 168/2003, de 17 de junio, por el que se aprueba el Reglamento de Actividades Arqueológicas en Andalucía, la Ley 14/2007, de 26 de noviembre de Patrimonio Histórico de Andalucía.
- 5) Decreto 226/2020, de 29 de diciembre, por el que se regula la organización territorial provincial de la Administración de la Junta de Andalucía.
- 6) Decreto-ley 26/2021, de 14 de diciembre, por el cual se modifica artículo 32 de la Ley 14/2007, de 26 de noviembre, del Patrimonio Histórico de Andalucía.

#### *1.2.7. Control de calidad.*

- 1) Normas y Ensayos del Laboratorio de Transporte y mecánica del suelo (M.O.P.T), cuando no existieran expresamente las del IRANOR y las de AENOR, que serán en todo caso de aplicación.
- 2) Método de ensayo de Laboratorio Central (M.O.P.T.).

#### *1.2.8. Legislación ambiental.*

- 1) Directiva 2001/42/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 27 de junio de 2001, relativa a la evaluación de los efectos de determinados planes y programas en el medio ambiente.
- 2) Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental.
- 3) Ley 7/2007, de 9 de julio, de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental.

- 4) Ley 3/2014, de 1 de octubre, de medidas normativas para reducir las trabas administrativas para las empresas.
- 5) Real Decreto Legislativo 2/2011, de 5 de septiembre, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley de Puertos del Estado y de la Marina Mercante.
- 6) Ley 37/2015, de 29 de septiembre, de carreteras. (BOE nº 234, de 30.09.2015).
- 7) Decreto 297/1995, de 19 de diciembre, Reglamento de Calificación Ambiental (BOJA nº 3, de 11 de enero de 1996).

#### *1.2.9. Electricidad.*

- 1) Real Decreto 1074/2015, de 27 de noviembre, por el que se modifican distintas disposiciones en el sector eléctrico.
- 2) Reglamento (UE) 548/2014 de la Comisión de 21 de mayo de 2014 por el que se desarrolla la Directiva 2.009/125/CE de ecodiseño para transformadores de potencia.
- 3) Decreto 9/2011, de 18 de enero, por el que se modifican diversas Normas Regulatoras de Procedimientos Administrativos de Industria y Energía.
- 4) Decreto 59/2005, de 1 de marzo, por el que se regula el procedimiento para la instalación, ampliación, traslado y puesta en funcionamiento de los establecimientos industriales, así como el control, responsabilidad y régimen sancionador de los mismos.
- 5) Reglamento y disposiciones de los Ministerios de Obras Públicas e Industria, que regulan las instalaciones eléctricas de baja y alta tensión, R.E.A.T, R.E.B.T. de Real Decreto 842/2002 e Instrucciones M.I.T.
- 6) Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09, aprobado por Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero.
- 7) Pliego de Condiciones Técnicas del Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE).
- 8) Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- 9) 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.

- 10) Norma UNE UNE-HD 60364-5-52:2022 (Instalaciones eléctricas de baja tensión. Parte 5-52: Selección e instalación de equipos eléctricos. Canalizaciones).
- 11) Normas Particulares y Condiciones Técnicas y de Seguridad de la empresa distribuidora de energía eléctrica, Endesa Distribución, SLU, en el ámbito de la Comunidad Autónoma de Andalucía. Resolución de 3 de junio de 2020, de la Dirección General de Industria, Energía y Minas, por la que se deroga parcialmente la Resolución de 5 de mayo de 2005.
- 12) Instrucción de 14 de octubre de 2004 de la Dirección General de Industria, Energía y Minas, sobre previsión de cargas eléctricas y coeficientes de simultaneidad en áreas de uso residencial y áreas de uso industrial.
- 13) Normas de ventilación y acceso a centros de transformación. Resolución de la Dirección General de Energía BOE 26/06/1984.
- 14) Normas del Ayuntamiento, de la compañía de suministro de electricidad y de la compañía suministradora de telefonía en los ámbitos del Proyecto que corresponden a sus respectivas competencias.
- 15) NRZ 104 (1ª edición, 02-2018) “Instalaciones privadas conectadas a la red de distribución. Generadores en Alta y Media tensión.

#### *1.2.10. Instalaciones Fotovoltaicas.*

- 1) Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica.
- 2) Real Decreto-Ley 15/2018, de 5 de octubre, de medidas urgentes para la transición energética y la protección de los consumidores.
- 3) Resolución de 26 de marzo de 2018, de la Dirección General de Industria, Energía y Minas, por la que se modifica la Instrucción Técnica Componentes (ITC-FV-04) de la Orden de 26 de marzo de 2007, por la que se aprueban las especificaciones técnicas de las instalaciones fotovoltaicas andaluzas.
- 4) 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 autoconsumo y de producción con autoconsumo.
- 5) 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.
  - 6) Decreto-ley 26/2021, de 14 de diciembre, por el que se adoptan medidas de simplificación administrativa y mejora de la calidad regulatoria para la reactivación económica en Andalucía.
  - 7) Ley 661/2007, de 25 de mayo, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.
  - 8) Ley 2/2007, de 27 de marzo, de fomento de las energías renovables y del ahorro y eficiencia energética de Andalucía.
  - 9) Orden de 26 de marzo de 2007, por la que se aprueban las especificaciones técnicas de las instalaciones fotovoltaicas andaluzas.
  - 10) Decreto 59/2005, de 1 de marzo, por el que se regula el procedimiento para la instalación, ampliación, traslado y puesta en funcionamiento de los establecimientos industriales, así como el control, responsabilidad y régimen sancionador de los mismos.
  - 11) Pliego de Condiciones Técnicas del Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE).

Y en general cuantas Prescripciones figuran en los Reglamentos, Normas, Instrucciones y Pliegos Oficiales vigentes durante el período de ejecución de las obras que guarden relación con ellas.

De todas estas normas, en caso de dualidad, tendrá valor preferente, en cada caso, la más restrictiva o la que ordene el Ingeniero Director.

Así mismo y con carácter general, la entidad adjudicataria queda obligada a respetar y cumplir cuantas disposiciones vigentes guarden relación con las obras de Proyecto, con sus Instalaciones complementarias, o con los trabajos necesarios para realizarlas.

Si de la aplicación conjunta de los Pliegos y disposiciones anteriores surgiesen discrepancias para el cumplimiento de determinadas condiciones o conceptos inherentes a la ejecución de las obras, el Contratista se atenderá a las especificaciones del Pliego de Condiciones del Proyecto, y solo en el caso de que aun así existiesen contradicciones, aceptará la interpretación de la Dirección Técnica.

### **1.3. Obligaciones laborales y sociales.**

El adjudicatario está obligado al cumplimiento del Real Decreto 1627/97 por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, y disposiciones aclaratorias, así como las que en lo sucesivo se dicten sobre la materia, y muy especialmente lo que se determina en el Convenio de la Construcción y Obras Públicas que en el momento de la ejecución esté vigente.

Está igualmente obligado al cumplimiento de toda la legislación vigente sobre Accidentes de Trabajo, Retiro Obrero, Subsidio Familiar, Seguro de enfermedad, Seguridad en el Trabajo, Régimen General de la Seguridad Social, etc.

### **1.4. Permisos, licencias y responsabilidades con terceros.**

El Contratista deberá obtener todos los permisos y licencias que se precisen para la ejecución de las obras, exceptuando aquellas que por su naturaleza o rango (autorizaciones para disponer de los terrenos ocupados por las obras del proyecto; servidumbres permanentes, etc.) sean de competencia de la Propiedad, la cual facilitará al Contratista cuantos documentos acreditativos se precisen para que aquel gestione las autorizaciones que le corresponden.

La señalización de las obras durante su ejecución será de cuenta del Contratista, efectuándola de acuerdo con la Norma de Carreteras 8.3 I.C. aprobada por *Orden Ministerial de, 31 de agosto de 1987* y Adición según *Real Decreto 818/2009, de 8 de mayo* Asimismo, está obligado a balizar y señalar extremando la medida, incluso estableciendo vigilancia permanente, aquellas que por su peligrosidad puedan ser motivo de accidente, en especial las zanjas abiertas y obstáculos en carreteras o calles siendo también de cuenta del Contratista las indemnizaciones y responsabilidades que hubiera lugar por perjuicios

ocasionados a terceros como consecuencia de accidentes debidos a una señalización insuficiente o defectuosa. La señalización o balizamiento se iluminarán nocturnamente con alumbrado a tensión de seguridad.

El Contratista, bajo su responsabilidad y a sus expensas, asegurará el tráfico en todo momento durante la ejecución de las obras, por las carreteras y calles existentes o desviaciones que sean necesarias, atendiendo la conservación de las vías utilizadas en condiciones tales que el paso se efectúe dentro de las exigencias mínimas de seguridad y tránsito. Igual criterio seguirá con los accesos o caminos, fincas o edificios.

El Contratista, también asegurará los servicios públicos incluidos los riesgos por los canales que discurren por la zona.

Finalmente correrán a cargo del Contratista todos aquellos gastos que se deriven de daños o perjuicios ocasionados a terceras personas con motivo de las operaciones que requiera la ejecución de las obras (interrupciones de servicios, quebranto en sus bienes, habilitación de caminos provisionales; explotación de préstamos y canteras; establecimientos de almacenes, talleres, depósito de maquinaria y materiales, y en general cuantas operaciones que no hallándose comprendidas en el precio de la unidad de obra correspondiente, sean necesarias para la realización total de los trabajos, o que se deriven de una actuación culpable o negligente del mismo).

### **1.5. Inspección de las Obras.**

El Contratista proporcionará al Director de las obras, o sus subalternos o delegados, toda clase de facilidades para los replanteos, reconocimiento, mediciones y pruebas de materiales, así como para la inspección de la mano de obra en todos los trabajos, con objeto de comprobar el cumplimiento de las condiciones establecidas en este Pliego, permitiendo el acceso a todas las partes de la obra, incluso a los talleres y fábricas donde se produzcan los materiales, o se realicen trabajos para las obras.

### **1.6. Relaciones legales y responsabilidad con el público.**

El Contratista será responsable durante la ejecución de las obras de todos los daños o perjuicios, directos o indirectos, que se puedan ocasionar a cualquier persona, propiedad o servicio, públicos o privados, como consecuencia de los actos, omisiones o negligencias del personal a su cargo o de una insuficiente organización de las obras.

Los servicios públicos o privados que resulten dañados deberán ser reparados, a su costa, de manera inmediata.

Las personas físicas o jurídicas que resulten perjudicadas deberán ser recompensadas, a su costa, adecuadamente.

Las propiedades públicas o privadas que resulten dañadas deberán ser reparadas, a su costa, restableciendo sus condiciones primitivas o compensando los daños o perjuicios causados en cualquier otra forma aceptable.

El Contratista será responsable de todos los objetos o restos arqueológicos que se encuentren o descubran durante la ejecución de las obras, debiendo dar inmediata cuenta de los hallazgos al Ingeniero Director y a la Dirección General de Patrimonio de las mismas o al técnico arqueólogo de la obra, y colocarlos bajo custodia de un responsable. Especial cuidado se tendrá con las piezas que pudieran tener valor histórico o arqueológico.

Si durante la ejecución de las obras se documentasen niveles/estructuras arqueológicas (positivas o negativas), la zona donde se localicen los restos será paralizada, balizada y se notificará a las autoridades correspondientes (Ingeniero Director, Dirección General de Patrimonio o al arqueólogo de la obra).

Especialmente, adoptará las medidas necesarias para evitar la contaminación del subsuelo del agua, por efecto de los combustibles, aceites, ligantes o cualquier otro material que pueda ser perjudicial. Se extremará la precaución con respecto a las instalaciones enterradas que pudieran existir.



Será responsable igualmente de reponer a su estado natural las zonas empleadas como vertederos, para lo cual previamente al inicio de cualquier actividad se redactará el correspondiente Plan de Restauración Ambiental.

Cuidará especialmente el Contratista no impedir con acopios, edificaciones, etc., durante la ejecución de la obra, el paso de aguas que pueda producirse, ni realizar boquetes en actuales defensas o construcciones que puedan dar lugar a posibles problemas, siendo el responsable de los daños que por estas causas se pudieran producir.

### **1.7. Subcontratos o destajos.**

Ninguna parte de las obras podrá ser subcontratada sin consentimiento previo del Ingeniero Director de las mismas.

Las solicitudes para ceder cualquier parte del contrato, deberán formularse por escrito, con suficiente antelación, aportando los datos necesarios sobre este subcontrato así como sobre la organización que ha de realizarlo. La aceptación del subcontrato no relevará al Contratista de su responsabilidad contractual.

La Dirección de Obra está facultada para decidir la exclusión de un destajista por ser éste incompetente o no reunir las condiciones necesarias. Comunicada esta decisión al Contratista, éste deberá tomar las medidas precisas para la rescisión.

### **1.8. Conservación del paisaje y limpieza final de obra.**

El Contratista prestará atención al efecto que puedan tener las distintas operaciones e instalaciones que necesita realizar para la consecución del contrato sobre la estética y el paisaje de las zonas en que se hallen ubicadas las obras.

En tal sentido, cuidará de que los árboles, hitos, vallas, pretilos y demás elementos que puedan ser dañados durante las obras, sean debidamente protegidos en previsión de posibles destrozos, y de producirse serán restaurados a su cuenta.

Asimismo, cuidará el emplazamiento y sentido estético de sus instalaciones, construcciones y acopios, que, en todo caso, deberán ser previamente autorizados por el Director de las obras, y contar con la preceptiva licencia municipal.

Una vez que las obras se hayan terminado, todas las instalaciones, depósitos y edificios, construidos con carácter temporal para el servicio de la obra, deberán ser desalojados y los lugares de su emplazamiento restaurados a su forma original.

De análoga manera deberán tratarse los caminos provisionales, incluso los accesos a préstamos y canteras, los cuales se abandonarán tan pronto como no sea necesaria su utilización. Asimismo, se acondicionarán, dentro de lo posible, procurando que queden en condiciones aceptables. Se requerirá el cumplimiento de la legislación vigente para la apertura de cualquier cantera y especialmente el Plan de Restauración.

Todo ello se ejecutará de forma que las zonas afectadas queden completamente limpias y en condiciones estéticas acordes con el paisaje circundante.

Estos trabajos se considerarán incluidos en el contrato, y, por tanto, no serán objeto de abonos aparte por su realización.

### **1.9. Documentos que integran este Proyecto.**

Los documentos que integran este Proyecto son los siguientes:

#### **❖ DOCUMENTO N° 1: Memoria y Anejos.**

MEMORIA

ANEJO I: **FICHA TÉCNICA**

ANEJO II: **NORMATIVA APLICABLE**

ANEJO III: **ESTUDIO GEOTÉCNICO**

ANEJO IV: **ESTUDIO ARQUEOLÓGICO**

ANEJO V: **ACCIONES SÍSMICAS**

ANEJO VI: **INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA**

ANEJO VII: **INSTALACIONES ELÉCTRICAS**

ANEJO VIII:	<b>CALCULOS ESTRUCTURALES</b>
ANEJO IX:	<b>ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS</b>
ANEJO X:	<b>ESTUDIO MEDIO AMBIENTAL</b>
ANEJO XI:	<b>PROGRAMA DE OBRAS</b>
ANEJO XII:	<b>CONTROL DE CALIDAD</b>
ANEJO XIII:	<b>SERVICIOS AFECTADOS</b>
ANEJO XIV:	<b>REPORTAJE FOTOGRÁFICO</b>
ANEJO XV:	<b>PERMISOS Y AUTORIZACIONES</b>
ANEJO XVI:	<b>PUESTA EN MARCHA DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA</b>

**❖ DOCUMENTO N° 2: Planos.**

<b>PLANO N° 1:</b> .....	<b>Localización</b>
<b>PLANO N° 2:</b> .....	<b>Instalaciones Existentes</b>
<b>PLANO N° 3:</b> .....	<b>Instalaciones Proyectadas</b>
<b>PLANOS N° 4:</b> .....	<b>Instalación Fotovoltaica</b>
PLANO N° 4.1.:.....	Distribución General
PLANO N° 4.2.:.....	Agrupación Inversores
PLANO N° 4.3.:.....	Estructura
PLANO N° 4.4.:.....	Canalizaciones DC
PLANO N° 4.5.:.....	Canalizaciones AC
PLANO N° 4.6.:.....	Detalles
PLANO N° 4.7.:.....	Comunicaciones
<b>PLANOS N° 5:</b> .....	<b>Centros de Baja y Media Tensión</b>
PLANO N° 5.1.:.....	Centro de Baja Tensión (CBT)
PLANO N° 5.2.:.....	Transformadores
PLANO N° 5.3.:.....	Centro de Media Tensión (CMT)
PLANO N° 5.4.:.....	Centro de Seccionamiento
<b>PLANOS N° 6:</b> .....	<b>Línea de Evacuación</b>
PLANO N° 6.1.:.....	Canalizaciones
PLANO N° 6.2.:.....	Detalles

<b>PLANOS N° 7:</b> .....	<b>Esquema Unifilar</b>
<b>PLANOS N° 8:</b> .....	<b>Obra Civil</b>
<b>PLANO N° 8.1.:</b> .....	Planta General
<b>PLANO N° 8.2.:</b> .....	Sección Tipo
<b>PLANOS N° 9:</b> .....	<b>Gestión de Residuos</b>
<b>PLANO N° 10:</b> .....	<b>Características de los Materiales</b>

- ❖ **DOCUMENTO N° 3:** Pliego de Prescripciones Técnicas.
- ❖ **DOCUMENTO N° 4:** Presupuesto.
- ❖ **DOCUMENTO N° 5:** Seguridad y Salud.

#### **1.10. Contradicciones y omisiones del proyecto.**

Lo expuesto en el presente Pliego de Prescripciones prevalecerá siempre sobre las contraindicaciones u omisiones que con relación a él puedan existir en el resto de Documentos del Proyecto.

Las omisiones en Planos y Pliego de Prescripciones Técnicas, o las descripciones erróneas de los detalles de la obra, que sean manifiestamente indispensables para la terminación de los trabajos según la normativa de vigor o simplemente según el uso y costumbre de la buena práctica constructiva, no sólo no eximen al Contratista de la obligación de ejecutar estos detalles de obra omitidos o erróneamente descritos, sino que por el contrario, deberá realizarlos como si hubieran sido completa y correctamente especificados en dichos Documentos.

#### **1.11. Prevalencia de documentos.**

Para prevenir la posible existencia de contradicciones, dudas o discrepancias entre los diferentes documentos del presente Proyecto, se establece el siguiente orden de prelación entre ellos:

- 1°. Pliego de Prescripciones Técnicas.
- 2°. Presupuesto.
- 3°. Memoria y Anejos.

#### 4º. Planos.

Se deja expresa constancia de que tanto la Memoria como los Anejos de la misma son documentos contractuales.

#### **1.12. Principio de los trabajos.**

El acta de confrontación del replanteo deberá firmarse antes de los treinta (30) días naturales siguientes a la fecha de otorgamiento del contrato.

La ejecución de las obras deberá comenzar en un plazo inferior a treinta (30) días naturales contados a partir de la fecha del acta de replanteo.

#### **1.13. Replanteo de las obras.**

Competen al Contratista todos los replanteos necesarios para la ejecución de las obras. El Ingeniero Director suministrará al Contratista toda la información que precise para que estas tareas de replanteo puedan ser realizadas.

El Contratista deberá proveer, a su costa, todos los materiales, equipos y mano de obra necesarios para efectuar los citados replanteos y materializar los puntos de control o de referencia que se requieran. Esta materialización se efectuará de forma que se garantice su permanencia e inalterabilidad durante la ejecución de la obra, de la cual se responsabiliza el Contratista, quien deberá reponer a sus expensas aquellos que resultaran afectados.

#### **1.14. Gastos de carácter general a cargo del contratista.**

Serán de cuenta del Contratista los gastos que origine el replanteo general de las obras o su comprobación y los replanteos parciales de las mismas, incluyendo la materialización y fijación de los hitos y referencias, así como su mantenimiento en el plazo de duración de las obras, y eventualmente la reposición de los que pudieran resultar dañados. Igualmente los de construcción, desmontaje y retirada de toda clase de construcciones auxiliares: los de alquiler o adquisición de terrenos para depósitos de maquinaria y materiales, los de protección de acopios y de la propia obra contra todo deterioro, daño o incendio, cumpliendo los requisitos vigentes para el almacenamiento de explosivos o

carburantes, los de limpieza y evacuación de desperdicios y basuras, los de construcción y conservación durante el plazo de su utilización de pequeñas rampas provisionales de acceso a tramos parcial o totalmente terminados y los de conservación durante el mismo plazo de toda clase de desvíos que no se efectúen aprovechando vías públicas existentes.

#### **1.15. Orden y plazo de ejecución de los trabajos.**

El orden de ejecución de los trabajos y su distribución en parte y en el tiempo será el que oportunamente determine la Dirección de las Obras, a la vista de las necesidades y recursos disponibles.

El plazo de ejecución de la totalidad de la obra será el que se fije en las condiciones del Concurso o Subasta que se celebre para la contratación de las obras, o el que se fije en la escritura del contrato de aquellas.

El contratista presentará para cada una de las obras un plan completo, detallado y razonado, para el desarrollo de las mismas a partir de su replanteo. Este plan, que incluirá necesidades de materiales ha de estar de acuerdo con los plazos fijados en cada proyecto; una vez aprobado por la Comunidad de Regantes quedará vigente para el desarrollo de cada obra o grupos de obra, debiendo solicitarse expresamente toda modificación al plan previsto y aprobado.

En este plan indicará los medios auxiliares que ofrece emplear en el desarrollo de las obras. Estos medios quedarán afectos a ellas y en ningún caso podrá el Contratista retirarlos sin autorización escrita de la Dirección de las mismas.

El plan de construcción debe presentarse antes de transcurridos un (1) mes después de su replanteo, y los medios auxiliares relacionados con él han de ser como mínimo los ofrecidos en la propuesta inicial, salvo que la Dirección de la obra estime otra cosa a la vista del plan propuesto.

La aceptación del plan y relación de medios auxiliares propuestos por el Contratista no implica exención alguna de responsabilidad para el mismo, en caso de incumplimiento de los plazos parciales o totales convenidos.

El Contratista aumentará los medios e instalaciones auxiliares, almacenes y personal técnico siempre que la Dirección de la Obra compruebe que es necesario para el desarrollo de las obras en el plazo ofrecido por el Contratista. Estos aumentos no podrán ser retirados sin autorización escrita de la Dirección de la Obra.

Se levantará un acta en la que consten los medios auxiliares y técnicos que queden adscritos a la obra.

#### **1.16. Modificaciones del proyecto.**

El Director de Obra podrá introducir en el Proyecto, antes de empezar las obras o durante su ejecución, las modificaciones que sean precisas para la normal construcción de las obras aunque no se hayan previsto en el Proyecto y siempre que lo sean sin separarse de su espíritu y recta interpretación. También podrá introducir aquellas modificaciones que produzcan aumento o disminución y aún supresión de las cantidades de obras marcadas en el presupuesto, o sustitución de una clase de fábrica por otra, siempre que ésta sea de las comprendidas en el Contrato.

Todas estas modificaciones serán obligatorias para el contratista siempre que, a los precios del contrato, sin ulteriores revisiones, no alteren el presupuesto de adjudicación en más de lo que dispone el Reglamento de Contratos del Estado.

En todo caso, el Contratista no tendrá derecho a ninguna variación en los precios ni a indemnización de ningún género, por supuestos perjuicios que le pueda ocasionar la modificación en el número de unidades de obra o en el plazo de ejecución.

## 2. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN PROPUESTA.

La instalación que se proyecta se adecua a las necesidades y peculiaridades de la Comunidad de Regantes, contemplándose las siguientes actuaciones:

- Planta fotovoltaica de 2 MW para autoconsumo de la Estación de Bombeo de los Sectores IV, V y VI de la Comunidad de Regantes “Santa María Magdalena”, bajo la modalidad sin excedentes, consistente en instalación de módulos fotovoltaicos de silicio monocristalino sobre estructura metálica fija.
- Instalación de once (11) inversores tipo *string* de 175 kW, capaces de transformar la energía de corriente continua, generada por los módulos fotovoltaicos, en energía de corriente alterna.
- Instalación eléctrica en baja tensión, que incluye los conductores, canalizaciones y elementos de protección necesarios.
- Instalación de un Centro de Baja Tensión (CBT) en edificio prefabricado de hormigón armado que incluye, entre otros elementos, los fusibles de protección de los inversores.
- Instalación de dos transformadores, uno de ellos de reserva, de 2.500 KVA, 800V/25 kV tipo intemperie.
- Instalación de un Centro de Media Tensión (CMT) en edificio prefabricado de hormigón armado que incluye las celdas de media tensión necesarias.
- Instalación de una línea de evacuación subterránea de 25 kV constituida por conductor RH5Z-1 18/30 KV de 1x3x150 mm<sup>2</sup>.
- Instalación de un Centro de Seccionamiento (CS) en edificio prefabricado de hormigón armado, que incluye las celdas de media tensión necesarias.
- Instalación de un sistema de monitorización y de antivertido.
- Construcción de un camino de servicio en el recinto de la Planta Fotovoltaica y de una explanación para el CBT, transformadores y el CMT.