



PROYECTO EJECUTIVO

Instalación Solar Fotovoltaica con Conexión a la Red en Villa de Otura (Granada), España

PSFV Campos de Granada III

Potencia Instalada Total: 4,99 MWp

Peticionario: Arena Power Solar 8, S.L.

Ingeniería: Astrom Technical Advisors, S.L. (ATA)

Versión: v00

Fecha: abr.-21



Documentos del Proyecto

01_Memoria

02_Pliego de Condiciones

03_Presupuesto

04_Planos

Anexos

Anexo 01_Estudio de seguridad y salud

Anexo 02_Configuración eléctrica

Anexo 03_Estudio de Producción (PVSyst)

Anexo 04_Fichas Equipos Principales

Anexo 05_Cronograma

Anexo 06_Gestión de Residuos



DATOS GENERALES DEL PROYECTO

**Instalación Solar Fotovoltaica con Conexión a la
Red en Villa de Otura (Granada), España**

PSFV Campos de Granada III

Potencia Instalada Total: 4,99 MWp

Situación

(T.M. Villa de Otura - España)

441330.00 m E

4104004.00 m N

UTM Huso 30



Abril 2021

Índice

| | |
|---|----------|
| 1. DATOS GENERALES DEL PROYECTO..... | 3 |
| 1.1. OBJETO | 3 |
| 1.2. ANTECEDENTES..... | 4 |
| 1.3. DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD | 4 |
| 1.4. TITULAR - PROMOTOR | 5 |
| 1.5. AUTOR DEL PROYECTO..... | 5 |
| 1.6. LEGISLACIÓN APLICABLE..... | 5 |



1. DATOS GENERALES DEL PROYECTO

1.1. Objeto

El objeto del presente documento, que se redacta conforme a las Leyes vigentes, es la descripción de la **Planta Solar Fotovoltaica “Campos de Granada III”, de 4,99 MWp** de potencia instalada (en adelante la “Planta Solar”, la “Planta” o el “Proyecto”), y de sus infraestructuras de evacuación, con la siguiente finalidad:

- En el orden técnico, obtener la correspondiente Autorización Administrativa y Aprobación del Proyecto Ejecutivo de la Planta Solar, que ha sido redactado de acuerdo a lo preceptuado en el Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión, promulgado por el Real Decreto nº 337/2014 de 9 de mayo, publicado en BOE nº 139 de 9 de junio de 2014, así como sus Instrucciones Técnicas Complementarias promulgadas en el mismo Real Decreto.
- En el orden administrativo, obtener la Autorización Administrativa y Aprobación del Proyecto Ejecutivo a realizar, según lo establecido en la Ley 24/2013, de 26 de diciembre del Sector Eléctrico.
- Informar al Ayuntamiento de Villa de Otura, Granada, de la obra civil y electromecánica que se pretende realizar para llevar a cabo la implantación de la Planta Solar, así como solicitar la correspondiente licencia de obras.
- Servir de base para la contratación de las obras e instalaciones.

La Planta Solar FV se proyecta en dos parcelas diferentes de suelo rústico perteneciente al Municipio de Villa de Otura, Granada.

La energía generada por la Planta Solar se evacuará a través de línea subterránea de media tensión de 20 kV cuyo destino es el Centro de Seccionamiento de la Planta. Desde éste, y a través de una línea aérea de 20 kV, se transporta la energía hasta las barras de 20 kV de la Subestación Otura, designada como el punto de conexión.

Cabe mencionar que la línea aérea de 20 kV no es objeto del presente Proyecto.

El punto de medida principal de la energía generada por la Instalación se ubicará en las celdas de Media Tensión del Centro de Seccionamiento de la Planta, a un nivel de tensión de 20kV.

El diseño de la Planta se adaptará a la nueva normativa impuesta por la implementación del “REGLAMENTO (UE) 2016/631 DE LA COMISIÓN de 14 de abril de 2016 que establece un código de red sobre requisitos de



conexión de generadores a la red”, en adelante “RfG”, requisitos que están en proceso de implementación, fundamentalmente, a través de la actualización de los procedimientos operativos 12.1 y 12.2.

1.2. Antecedentes

La cada más extendida preocupación por la degradación medioambiental, así como la conveniencia de reducir la dependencia energética de fuentes de energía no renovables, han sido dos de los factores clave en la investigación y el desarrollo de fuentes de energía alternativas que puedan aportar mejores soluciones técnicas y económicas a ambas cuestiones.

Actualmente, el sector de las energías renovables se está desarrollando a un ritmo muy superior al que los expertos más optimistas habían estimado, jugando la energía solar fotovoltaica un papel fundamental gracias a su alto grado de desarrollo y su disminución progresiva de costes.

En este contexto, el promotor de la instalación solicitó a Endesa Distribución y REE acceso a la red de distribución en la subestación de Otura para la Instalación de Generación Renovable (IGRE). Con fecha de diciembre de 2019 se obtiene el Informe de Viabilidad de Acceso Favorable emitido por Red Eléctrica de España.

| IGRE | P.Ins/P.Nom [MW] | TECNOLOGÍA | TÉRMINOS MUNICIPALES | PROVINCIA | NUDO CONEX. RdD PREVISTO | PRODUCTOR |
|-------------------------|---------------------|--------------|-------------------------|-----------|-----------------------------|---------------------------|
| FV Campo de Granada III | 4,99 / 4,4 | Fotovoltaica | Dilar | Granada | Otura 20 kV | ARENA POWER SOLAR 8, S.L. |

Tabla 1. Instalación de generación con conexión a la red de distribución con afectación en Órgiva 220 kV para la que aplica la presente comunicación.

Figura 1: Instalaciones de Generación con permiso de acceso a la SET Otura 20 kV

1.3. Descripción de la Actividad

La actividad que se llevará a cabo en la zona es la producción de energía eléctrica a partir de la energía solar fotovoltaica, la cual se basa en la transformación directa de la luz solar incidente sobre los paneles solares en energía eléctrica.

No se producirán residuos durante el proceso productivo ni existe peligro de vertidos contaminantes ni emisiones.

La construcción de esta Planta se justifica por la necesidad de conseguir los objetivos y logros propios de una política energética medioambiental sostenible. Estos objetivos se apoyan en los siguientes principios fundamentales:



- Reducir la dependencia energética.
- Aprovechar los recursos en energías renovables.
- Diversificar las fuentes de suministro incorporando los menos contaminantes.
- Reducir las tasas de emisión de gases de efecto invernadero.
- Facilitar el cumplimiento del Plan de Acción Nacional de Energías Renovables 2011-2020 (PANER).

1.4. Titular - Promotor

El Titular y a la vez Promotor de la instalación objeto del presente Proyecto Ejecutivo, a efectos de notificación, se detallan a continuación:

- Nombre de la Planta: Campos de Granada III
- Nombre del titular: Arena Power Solar 8, S.L.
- Dirección del titular: Calle Américo Vespucio, nº5, Bloque 4, Escalera E, Planta 2, Puerta 2. 41092, Sevilla.
- NIF/CIF: B-90437302
- Persona/s de contacto: Cristóbal Alonso Martínez
- Correo electrónico de contacto: crislobal.alonso@arenapower.com
- Teléfono de Contacto: 663882656

1.5. Autor del Proyecto

El autor del Proyecto es D. Javier Martín Anarte, colegiado número 12161 por Colegio Oficial de Peritos e Ingenieros Técnicos Industriales de Sevilla.

1.6. Legislación Aplicable

Para la elaboración del presente Proyecto Ejecutivo se ha tenido en cuenta la siguiente normativa:

1.6.1. Normativa Local

- Normativa urbanística y ordenanzas municipales del Ayuntamiento de Villa de Otura, Provincia de Granada, Andalucía, España.



1.6.2. Producción Eléctrica

- Real Decreto 1183/2020, de 29 de diciembre, de acceso y conexión a las redes de transporte y distribución de energía eléctrica.
- Real Decreto 2019/1997, de 26 de diciembre, por el que se organiza y regula el mercado de producción de energía eléctrica.
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Real Decreto 2351/2004, de 23 de diciembre, por el que se modifica el procedimiento de resolución de restricciones técnicas y otras normas reglamentarias del mercado eléctrico.
- Real Decreto 1454/2005, de 2 de diciembre, por el que se modifican determinadas disposiciones relativas al sector eléctrico.
- Orden ITC/3860/2007, de 28 de diciembre, por la que se revisan las tarifas eléctricas a partir del 1 de enero de 2008.
- Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.
- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- Reglamento (UE) 2016/631 de la Comisión, de 14 de abril de 2016, que establece un código de red sobre requisitos de conexión de generadores a la red.
- Todas las instalaciones cumplirán la Normativa Europea EN, la Normativa CENELEC, las Normas UNE y las Recomendaciones de la Comisión Electrotécnica Internacional (CEI).
- Normas particulares de REE.

1.6.3. Instalaciones Fotovoltaicas

- 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.
- Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones de Energía Solar Fotovoltaica Conectadas a Red del IDEA.

1.6.4. Instalaciones de Baja Tensión

- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba Reglamento electrotécnico para baja tensión, y sus Instrucciones técnicas complementarias ITC-BT 01 a 52.
- Real Decreto 1053/2014, de 12 de diciembre, por el que se aprueba una nueva Instrucción Técnica Complementaria (ITC) BT 52 "Instalaciones con fines especiales. Infraestructura para la recarga



de vehículos eléctricos", del Reglamento electrotécnico para baja tensión, aprobado por Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, y se modifican otras instrucciones técnicas complementarias del mismo.

1.6.5. Instalaciones de Media Tensión

- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.
- Real Decreto 223/2008 de 15 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en las líneas eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- Normas particulares compañía eléctrica para instalaciones de alta tensión (hasta 30 kV) y baja tensión. CLM.

1.6.6. Estructuras y Obra Civil

- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- Documentos Básicos del CTE aplicables.
- Real Decreto 105/2008 de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición
- Real Decreto 1247/2008, de 18 de julio, por el que se aprueba la instrucción de hormigón estructural (EHE-08).
- Orden FOM/298/2016, de 15 de febrero, por la que se aprueba la norma 5.2 - IC drenaje superficial de la Instrucción de Carreteras.
- UNE-EN-1990/2019 Eurocódigos. Bases de cálculo de estructuras.

1.6.7. Seguridad y Salud

- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los servicios de prevención.
- Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción
- Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.



- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 487/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorso lumbar, para los trabajadores.
- 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.
- Real Decreto 780/1998, de 30 de abril, por el que se modifica el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los servicios de prevención.
- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales.
- Real Decreto 1311/2005, de 4 de noviembre, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas.
- Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.
- Real Decreto 604/2006, de 19 de mayo, por el que se modifican el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Real Decreto 330/2009, de 13 de marzo, por el que se modifica el Real Decreto 1311/2005, de 4 de noviembre, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas.

1.6.8. Medio Ambiente

- Real Decreto 9/2005, de 14 de enero, por el que se establece la relación de actividades potencialmente contaminantes del suelo y los criterios y estándares para la declaración de suelos contaminados.
- Ley 26/2007, de 23 de octubre, de Responsabilidad Medioambiental, que regula la responsabilidad de los operadores de prevenir, evitar y reparar los daños medioambientales.
- Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados.
- Directiva 2011/92/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 13 de diciembre de 2011, relativa a la evaluación de las repercusiones de determinados proyectos públicos y privados sobre el medio ambiente.
- Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de Evaluación Ambiental



- Ley 11/2014, de 3 de julio, por la que se modifica la ley 26/2007, de 23 de octubre, de Responsabilidad Medioambiental.
- Ley 2/2020, de 7 de febrero, de Evaluación Ambiental de Castilla-La Mancha.



MEMORIA DESCRIPTIVA

Instalación Solar Fotovoltaica con Conexión a la Red en Villa de Otura (Granada), España

PSFV Campos de Granada III

Potencia Instalada Total: 4,99 MWp

Situación

(T.M. Villa de Otura - España)

441330.00 m E

4104004.00 m N

UTM Huso 30



Índice

| | |
|--|-----------|
| 1. SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO | 4 |
| 1.1. LOCALIZACIÓN Y CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL SITE..... | 4 |
| 1.2. POLÍGONOS Y PARCELAS CATASTRALES AFECTADAS | 5 |
| 1.3. OROGRAFÍA DEL TERRENO..... | 6 |
| 1.4. ACCESOS A PLANTA..... | 6 |
| 1.5. AFECCIONES CONSIDERADAS..... | 8 |
| 1.6. CONDICIONES CLIMÁTICAS | 17 |
| 2. DESCRIPCIÓN TÉCNICA DE UNA INSTALACIÓN FV | 19 |
| 2.1. COMPONENTES DE UN SISTEMA FV CONECTADO A LA RED | 19 |
| 3. CRITERIOS DE DISEÑO | 21 |
| 3.1. CONSIDERACIONES DE PARTIDA..... | 21 |
| 3.2. DIMENSIONAMIENTO DE LA PLANTA..... | 22 |
| 3.3. DISEÑO ELÉCTRICO | 22 |
| 3.4. DISEÑO CIVIL..... | 23 |
| 4. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LA PLANTA SOLAR FV | 25 |
| 4.1. CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES..... | 25 |
| 4.2. CONFIGURACIÓN ELÉCTRICA | 25 |
| 4.3. LAYOUT PLANTA..... | 26 |
| 4.4. GENERADOR FOTOVOLTAICO | 27 |
| 4.5. ESTRUCTURA SOPORTE – SEGUIDOR SOLAR FOTOVOLTAICO..... | 29 |
| 4.6. INVERSOR FOTOVOLTAICO | 31 |
| 4.7. ESTACIONES DE POTENCIA (EP) O SKIDS DE MT | 33 |
| 4.8. INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN (BT)..... | 34 |
| 4.9. INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE MEDIA TENSIÓN (MT)..... | 36 |
| 4.10. PROTECCIONES | 37 |
| 4.11. PUESTA A TIERRA | 38 |
| 4.12. ARMÓNICOS Y COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÉTICA | 39 |
| 4.13. SISTEMA DE SEGURIDAD | 39 |
| 4.14. SISTEMA DE MONITORIZACIÓN Y CONTROL..... | 40 |
| 5. DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS | 44 |



| | | |
|-----------|---|-----------|
| 5.1. | TRABAJOS PREVIOS | 44 |
| 5.2. | TOPOGRAFÍA | 52 |
| 5.3. | OBRA CIVIL | 53 |
| 5.4. | SISTEMA DE DRENAJE | 58 |
| 5.5. | SUMINISTRO DE EQUIPOS | 59 |
| 5.6. | MONTAJE MECÁNICO | 59 |
| 5.7. | MONTAJE ELÉCTRICO | 60 |
| 6. | PLAN DE DESMANTELAMIENTO | 64 |
| 6.1. | DESCONEXIÓN DE LA RED ELÉCTRICA | 64 |
| 6.2. | DESMANTELAMIENTO | 65 |
| 6.3. | MEDIDAS CORRECTORAS Y RESTAURACIÓN PAISAJÍSTICA | 67 |
| 6.4. | GESTIÓN DE RESIDUOS | 68 |
| 6.5. | PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD | 68 |
| 6.6. | MEDICIONES Y PRESUPUESTO | 68 |
| 7. | RESUMEN DE PRESUPUESTO | 70 |



1. SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO

1.1. Localización y Características Generales del Site

La Planta Solar se proyecta en varias parcelas pertenecientes al Término Municipal de Villa de Otura, Granada.

Las coordenadas UTM (HUSO 30) de referencia del punto medio aproximado de la parcela sobre la que se proyecta la Planta Solar son las siguientes:

- Coordenada X: 441330.00 m E
- Coordenada Y: 4104004.00 m N



Figura 1: Localización del Proyecto



1.2. Polígonos y Parcelas Catastrales Afectadas

La Planta Solar se instalará en los siguientes polígonos y parcelas pertenecientes al Término Municipal de Villa de Otura:

| Polígono | Parcela | Provincia | Referencia Catastral | Superficie (m ²) |
|----------|---------|----------------------|----------------------|------------------------------|
| 7 | 44 | 18152A007000440000AW | Villa de Otura | 8,5231 |
| 7 | 69 | 18152A007000690000AS | Villa de Otura | 12,4489 |

Tabla 1: Parcelario del TM de Villa de Otura

La siguiente imagen muestra en color azul las parcelas catastrales listadas en la tabla anterior y en rosa el vallado de la Planta:

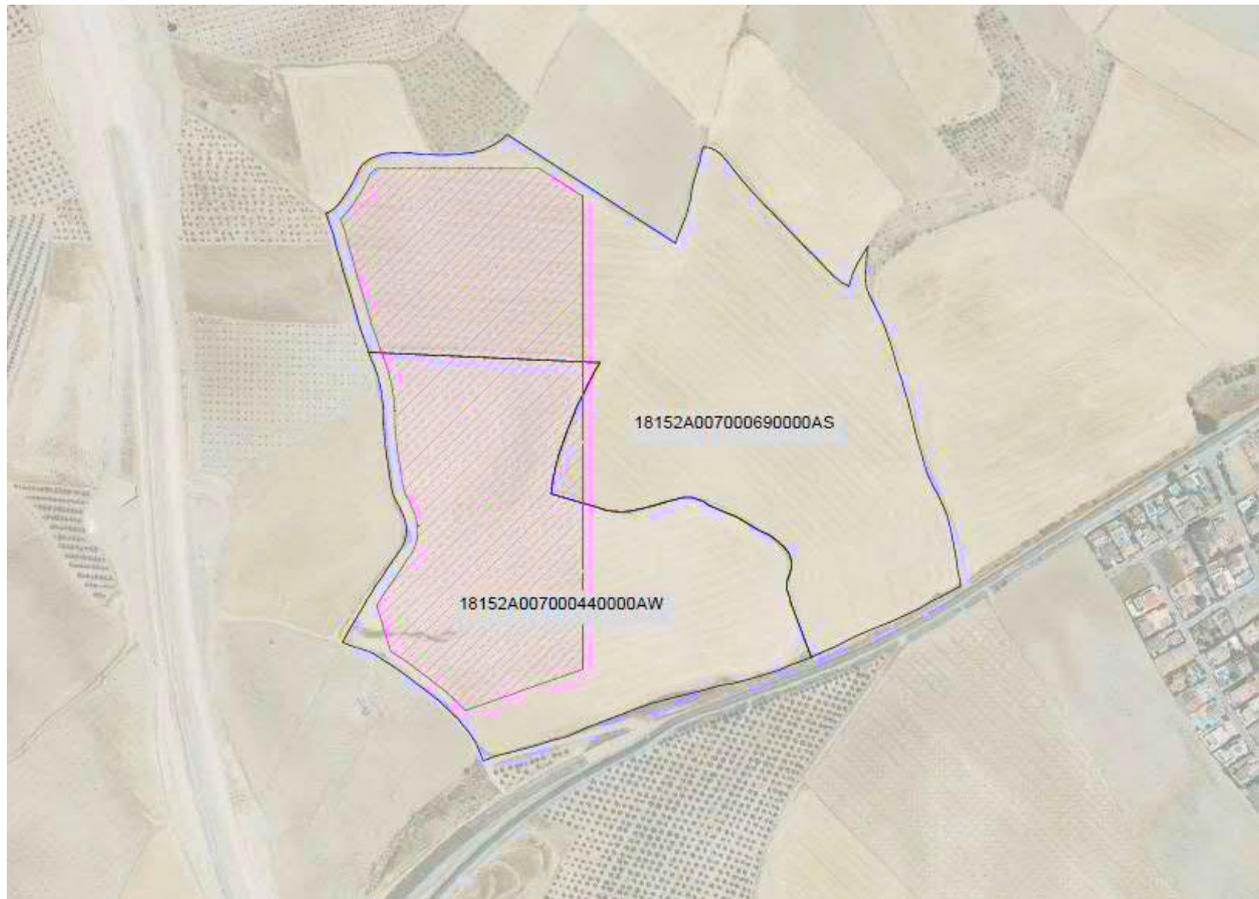


Figura 2: Área Disponible para la Implantación del Parque Solar

La superficie total disponible para la implantación de la Instalación Solar FV es de 20,97 ha, siendo el área de ocupación previsto de 7,93 ha, lo que implica un porcentaje de ocupación previsto del 37,81%.



Además de las parcelas ya mencionadas en las que se proyecta la instalación de la Planta, a continuación, se indican otras parcelas que se verán afectadas por otros motivos, como por el acceso a la Planta.

| Polígono | Parcela | Referencia Catastral | Término Municipal | Superficie (m ²) |
|----------|---------|----------------------|-------------------|------------------------------|
| 7 | 9008 | 18152A007090080000AG | Villa de Otura | 2.555 |
| 7 | 9024 | 18152A007090240000AD | Villa de Otura | 1.801 |
| 900 | 9002 | 18152A900090020000MJ | Villa de Otura | 101.718,00 |

Tabla 2: Polígonos y Parcelas afectadas por Accesos

1.3. Orografía del Terreno

El diseño de la implantación de la Instalación Fotovoltaica ha sido realizado teniendo en cuenta la orografía del terreno, para lo que se ha descargado el modelo digital del terreno de la base de datos del IGN y se han obtenido las curvas de nivel cada 0,5 metros.

Se han determinado las pendientes máximas de cara a identificar aquellas zonas que pudieran requerir movimientos de tierra para cumplir con las tolerancias máximas admisibles de instalación de los trackers en el eje Norte-Sur. Se ha considerado 17% como pendiente máxima.

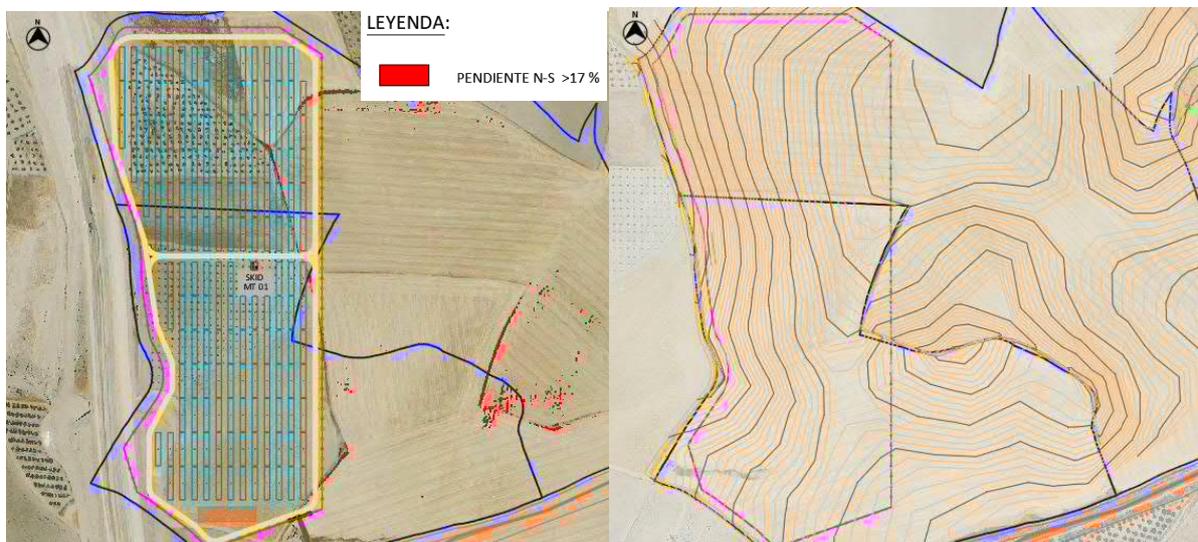


Figura 3: Mapa topográfico y de pendientes

1.4. Accesos a Planta

El acceso a la Planta Solar se proyecta a través de un camino que parte de la carretera A-385. Las coordenadas UTM (HUSO 30) de referencia del entronque del camino con la carretera son las siguientes:

- Coordenada X: 441.400

COGITISE
 Verificación de integridad: <https://www.cogitise.es/verifica>

VISADO Nº 1846/2021 - A00
 25/04/2021
 COLEGIADO 12.161 MARTÍN ANARTE, JAVIER
 C.S.V. *8345930235*



- Coordenada Y: 4.103.778

Dicho camino se verá acondicionado en todo su trazado para garantizar el acceso de vehículos durante la fase de obra y operación.

Las coordenadas UTM (HUSO 30) de referencia de la puerta de acceso de la Planta Solar FV son las siguientes:

- Coordenada X: 441.326
- Coordenada Y: 4.103.823

A continuación, se muestra un plano detalle de la localización del camino de acceso al Parque Solar y de la puerta de acceso:

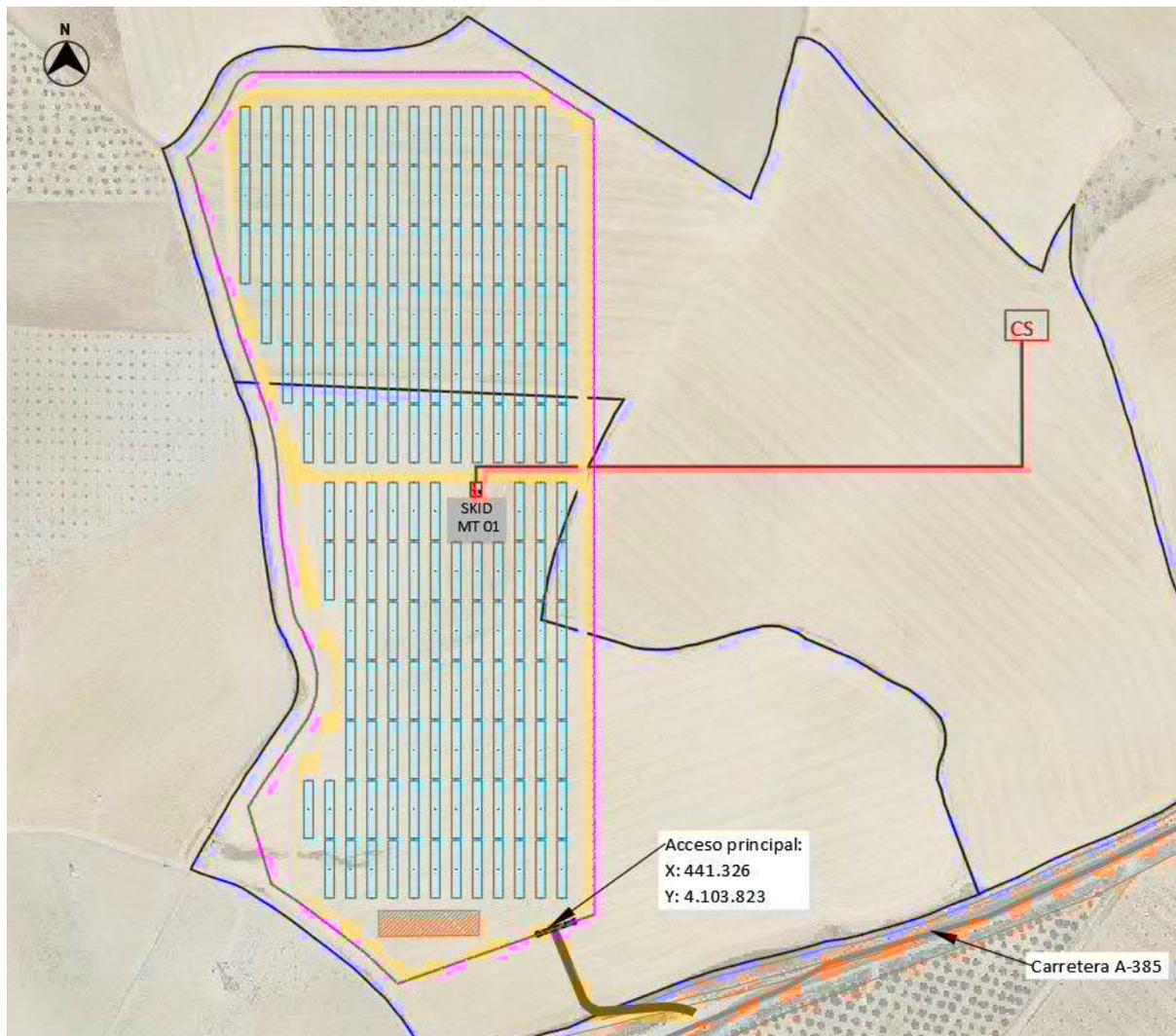


Figura 1: Accesos al Parque Solar FV



1.5. Afecciones Consideradas

Los organismos competentes que pudieran verse afectados por la implantación del Proyecto son los listados a continuación:

- Ayuntamiento de Villa Otura
- Consejería de Fomento, Infraestructuras y Ordenación del Territorio de la Junta de Andalucía
- Confederación Hidrográfica del Guadalquivir (CHG)
- Endesa Distribución
- Red Eléctrica de España
- Ecologistas en Acción

- Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico

Para determinar la relación de posibles afecciones al Proyecto, se han analizado los siguientes aspectos:

1.5.1. Hábitat de Interés Comunitario (Directiva 92/43/CEE)

No hay Hábitats o Lugares de Interés Comunitario en el área colindante.

1.5.2. Vías Pecuarias

Como se puede apreciar en la siguiente imagen, la construcción de la Instalación Fotovoltaica objeto del presente proyecto no tendría afección alguna sobre ninguna de las dos Vías pecuarias identificadas en el Término Municipal de Villa de Otura. La más cercana al emplazamiento del Proyecto es la “Colada del Barranco Hoarranco Hondo”, y se sitúa a una distancia aproximada de 1,07 km.



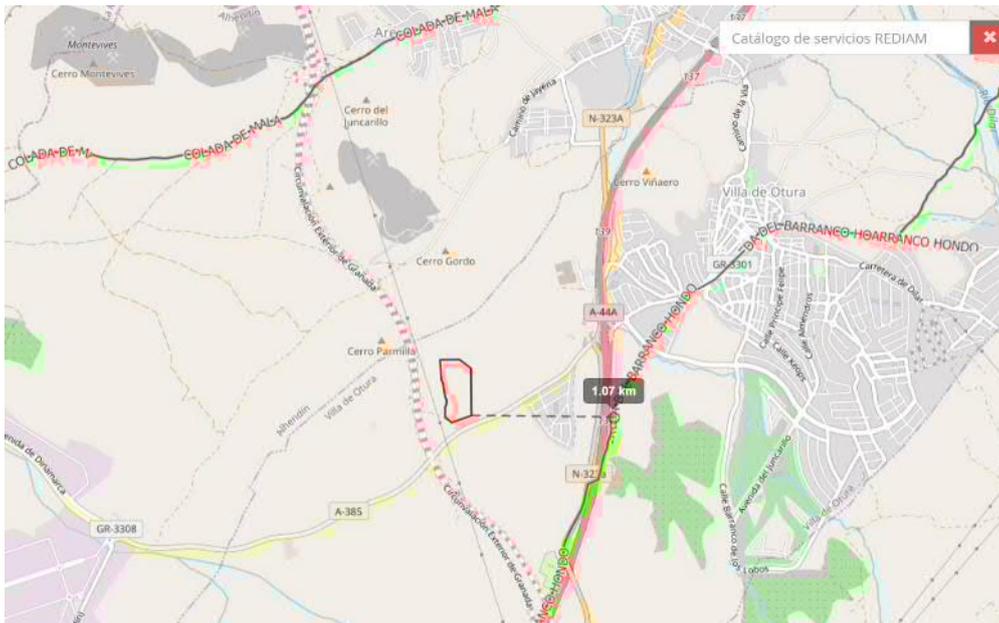


Figura 2: Vías Pecuarias

1.5.3. Montes de Utilidad Pública (Ley 43/2003)

No hay afección alguna a Montes de Utilidad Pública.

1.5.4. Riesgo Sísmico

La figura a continuación ilustra la evaluación de los riesgos sísmicos y volcánicos en la zona de actuación del Proyecto, que como se puede observar, están clasificados en un rango alto, por lo que ha de considerarse en el diseño el valor de la aceleración sísmica (mayor que 0.16g) y coeficiente de contribución K del término municipal del emplazamiento.

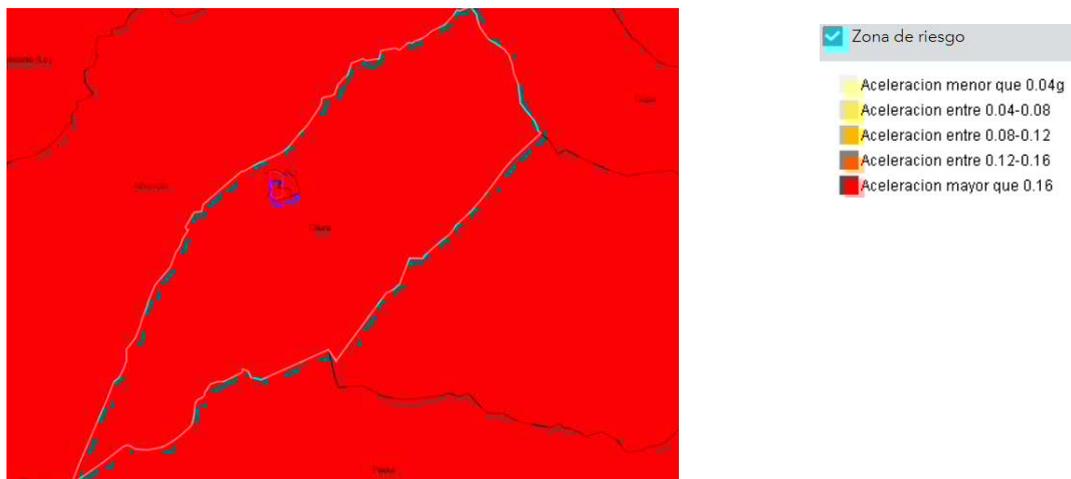


Figura 6: Riesgo Sísmico en la Zona de Actuación

COGITISE

VISADO Nº 1846/2021 - A00
25/04/2021
COLEGIADO 12.161 MARTÍN ANARTE, JAVIER
C.S.V. *8345930235*

Verificación de integridad: <https://www.cogitise.es/verifica>

1.5.5.Linderos y Caminos Públicos

No se han identificado caminos dentro de la poligonal de la Planta Fotovoltaica. En cualquier caso, a la hora de realizar la implantación de la Planta Fotovoltaica, se ha considerado una distancia mínima de 10 m desde la linde de las parcelas hasta el vallado perimetral de la Instalación, independientemente de que el lindero sea una parcela privada o un camino público.

1.5.6.Carreteras

Dos carreteras se ven afectadas por la implantación de la Planta Solar; la Carretera A-385 y la futura Ronda de Circulación Exterior de Granada, ambas de carácter autonómico.

Por ello, a la hora de establecer las distancias mínimas a partir de las cuales se podría edificar, sería de aplicación el *Artículo 56. Zona de no edificación, de la Ley 8/2001, de 12 de julio, de Carreteras de Andalucía,*

- *La zona de no edificación de las carreteras consiste en dos franjas de terreno, una a cada lado de las mismas, delimitadas interiormente por las aristas exteriores de la calzada y exteriormente por dos líneas paralelas a las citadas aristas y a una distancia de cien metros en las vías de gran capacidad, de cincuenta metros en las vías convencionales de la red principal y de veinticinco metros en el resto de las carreteras, medidos en horizontal y perpendicularmente desde las citadas aristas.*

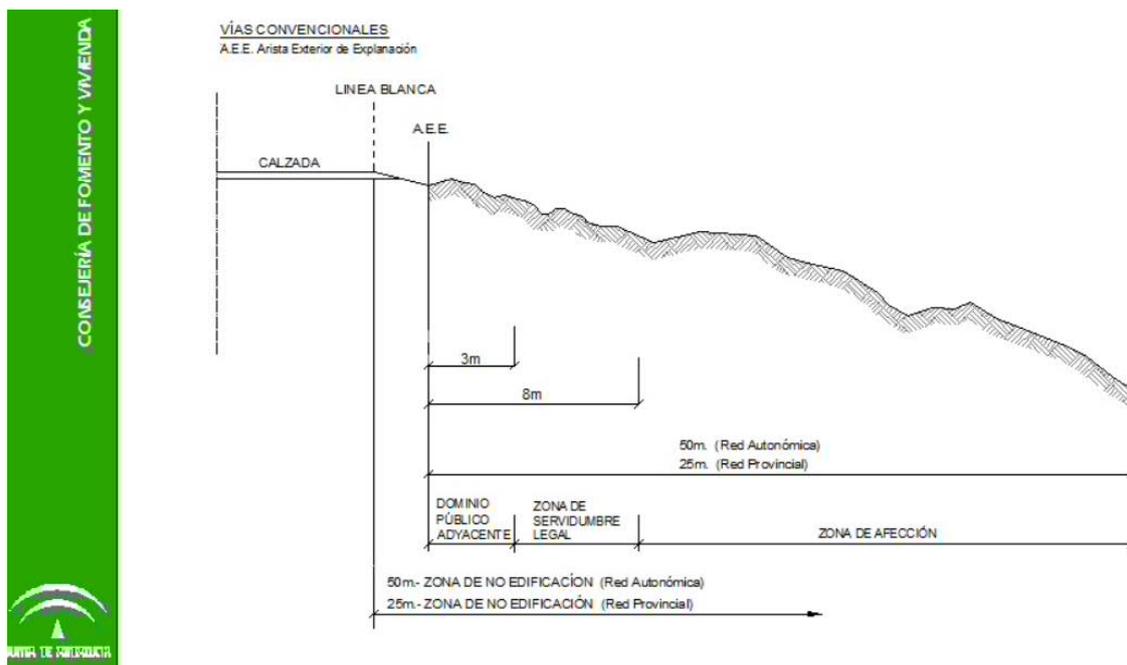


Figura 7: Esquema Zona de No Edificación



Como se puede apreciar en la imagen a continuación, la implantación de la Planta Fotovoltaica se ha proyectado considerando una distancia de separación a la carretera autonómica A-385 ligeramente superior a los 50 m, y para el caso de la futura Ronda de Circulación Exterior de Granada, la distancia alcanza los 180 m, por lo que se consideran que las afecciones serán inexistentes.

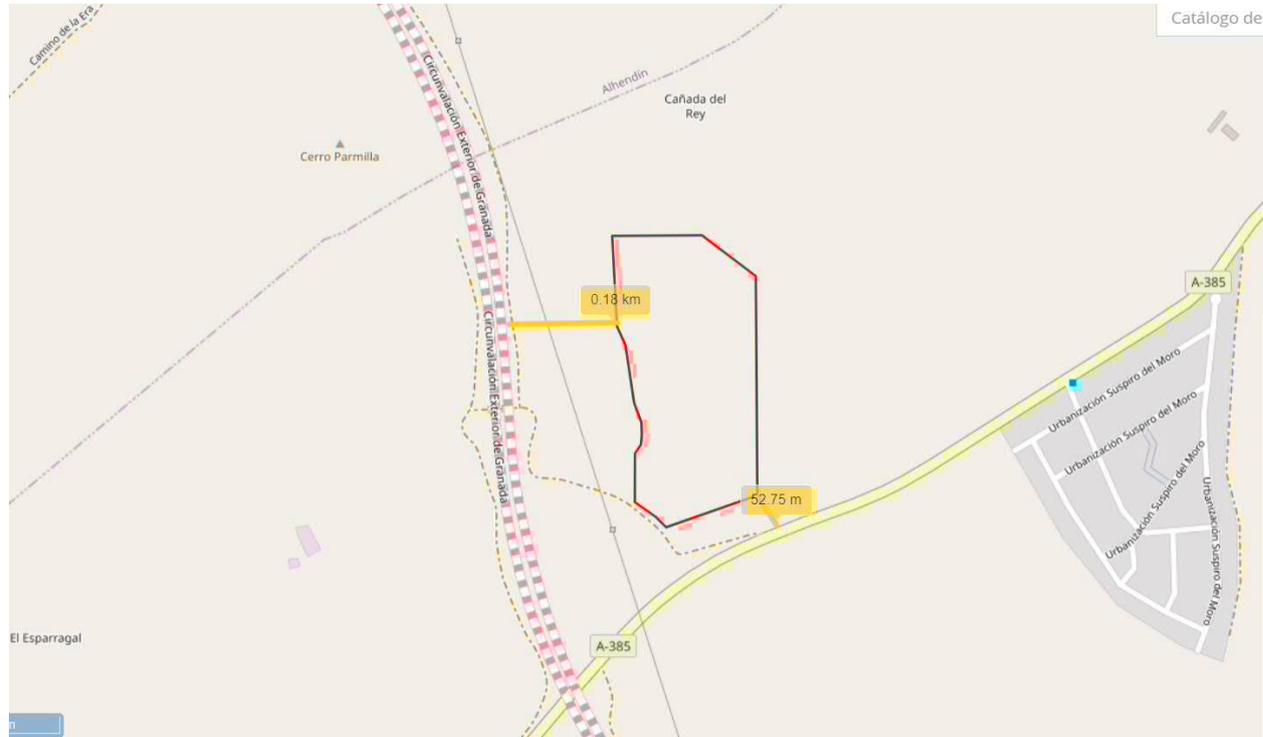


Figura 8: Carreteras

1.5.7. Líneas Férreas

De acuerdo a la Ley 38/2015, de 29 de septiembre, del sector ferroviario, se establecen las siguientes restricciones:

- **Zona de Dominio Público:** Comprende la zona de dominio público los terrenos ocupados por las líneas ferroviarias que formen parte de la Red Ferroviaria de Interés General y una franja de terreno de ocho metros a cada lado de la plataforma, medida en horizontal y perpendicularmente al eje de la misma, desde la arista exterior de la explanación.
- **Zona de Protección:** La zona de protección de las líneas ferroviarias consiste en una franja de terreno a cada lado de las mismas delimitada, interiormente, por la zona de dominio público definida en el artículo anterior y, exteriormente, por dos líneas paralelas situadas a 70 metros de las aristas exteriores de la explanación.
- **Límite de Edificación:** ambos lados de las líneas ferroviarias que formen parte de la Red Ferroviaria de Interés General se establece la línea límite de edificación, desde la cual hasta la línea ferroviaria



queda prohibido cualquier tipo de obra de construcción, reconstrucción o ampliación, a excepción de las que resultaren imprescindibles para la conservación y mantenimiento de las edificaciones existentes.

La línea límite de edificación se sitúa a cincuenta metros de la arista exterior más próxima de la plataforma, medidos horizontalmente a partir de la mencionada arista.

No hay líneas férreas próximas al emplazamiento del Proyecto.

1.5.8. Líneas Eléctricas

En el emplazamiento donde se pretende construir la Planta Fotovoltaica destaca la presencia de una línea eléctrica aérea de 220 kV que discurre de norte a sur por el lindero oeste de la Planta (línea verde en la imagen a continuación).

De cara a la implantación de la Planta Solar, se ha respetado una servidumbre superior a los 35m desde el eje del trazado de la línea aérea hasta el vallado de la Planta, y algo más de 60 m hasta el tracker más cercano, por lo que se considera que la afección a la misma sería inexistente.



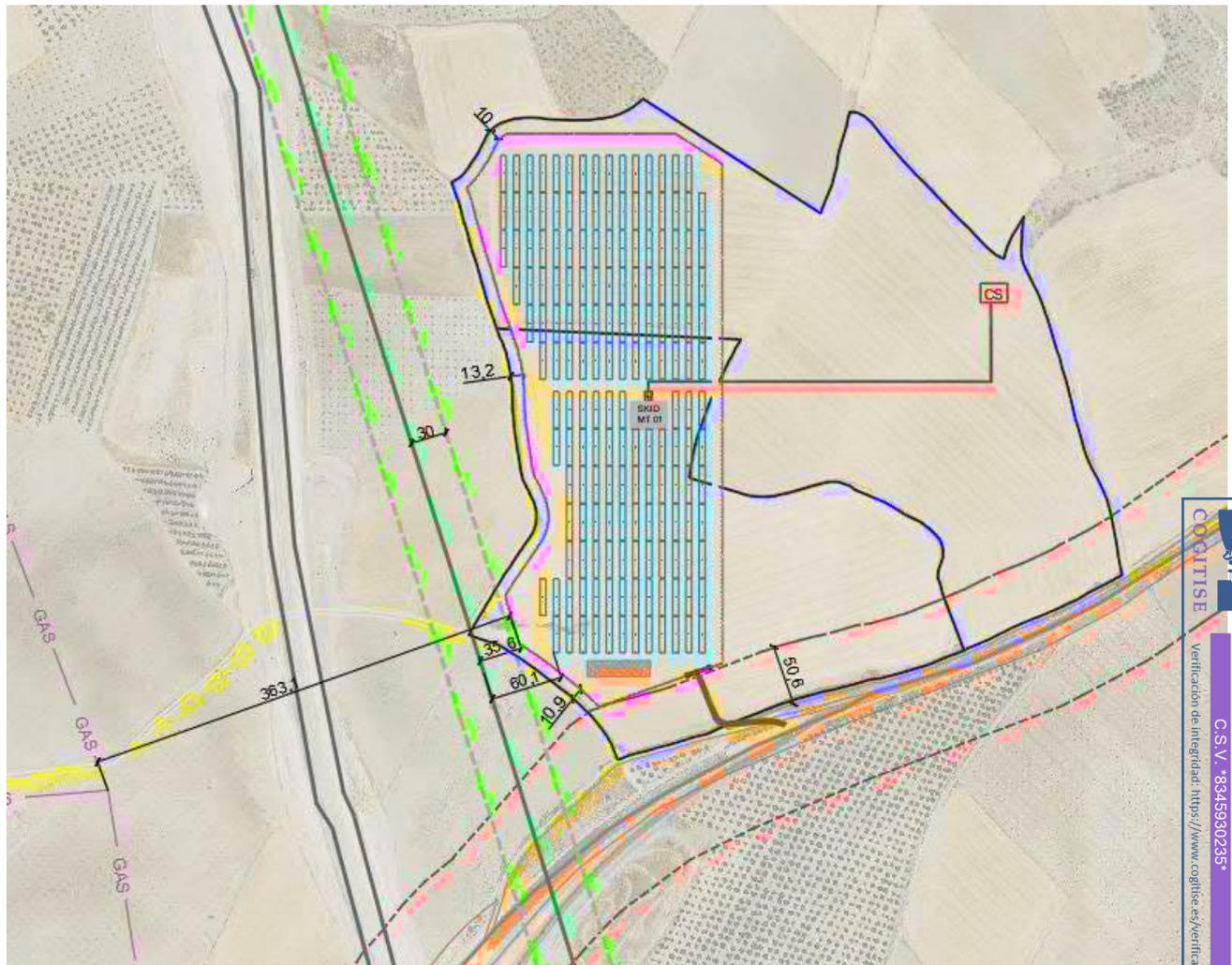


Figura 9: Líneas eléctricas en la Zona de Actuación

1.5.9. Hidrología

El cauce hidrológico de mayor entidad y más cercano al emplazamiento del Proyecto es el Río Dílar, perteneciente a la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir y situado a más de 4,5 km en línea recta, por ello, no habría afecciones a considerar.

En cualquier caso, destacar el Arroyo de las Andés, situado a 1,1 km al Este del emplazamiento de la Planta, y que debido a su distancia tampoco tendría afección sobre la Instalación.

Recordar que, según el Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas, se dejará una distancia de servidumbre de 5 metros desde el Dominio Público Hidráulico (DPH) y una zona de policía de 100 metros desde la misma zona.

Por último, en cuanto a posibles afecciones derivadas de los riesgos de inundación, a continuación, se presenta una figura con los más significativos.

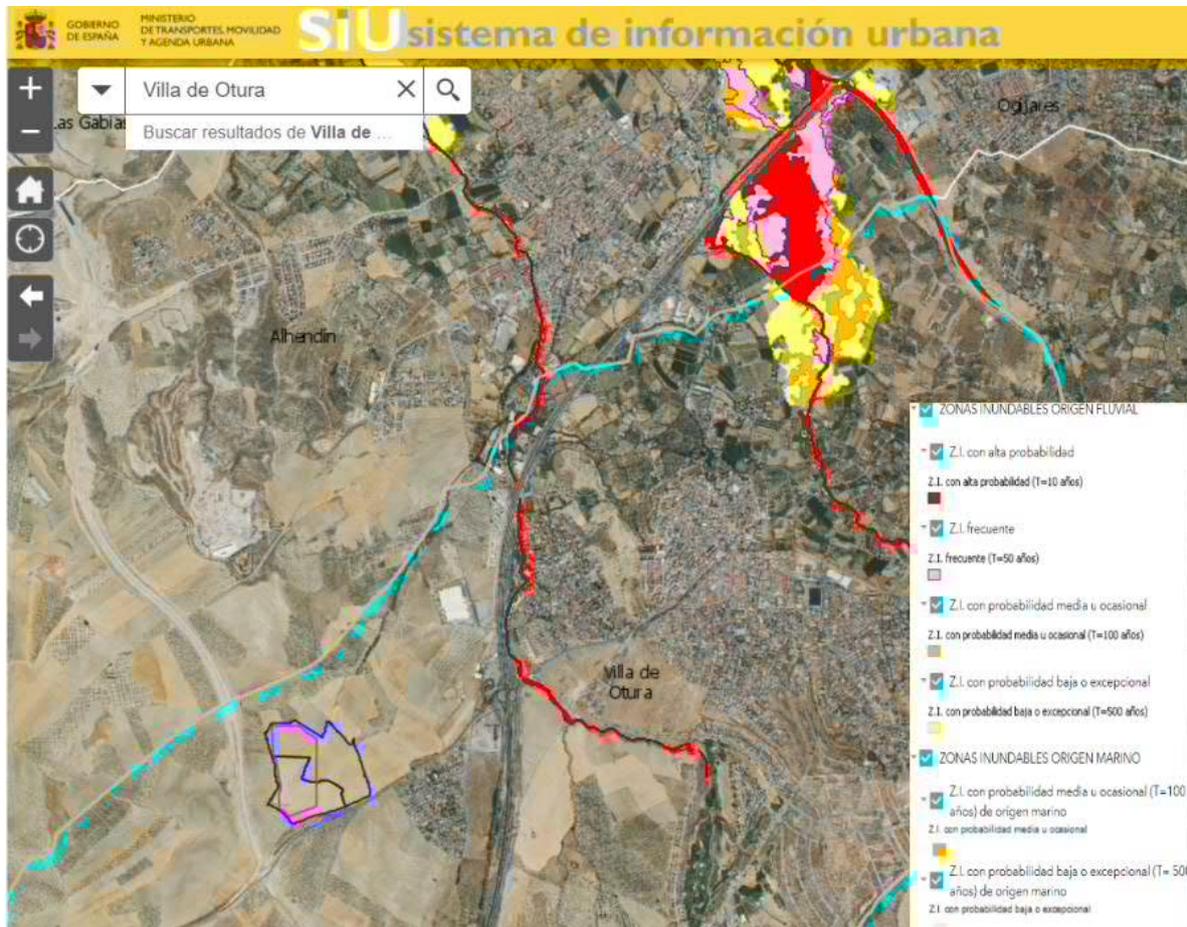


Figura 30: Áreas de Inundabilidad

Según el Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas, se dejará una distancia de servidumbre de 5 metros desde el Dominio Público Hidráulico (DPH) y una zona de policía de 100 metros desde la misma zona.

- **Zona de Servidumbre:** corresponde a la franja de cinco metros que linda con el cauce, dentro de la zona de policía, y que se reserva para usos de vigilancia, pesca y salvamento.
- **Zona de Policía:** es la constituida por una franja lateral de 100 m de anchura a cada lado, contados a partir de la línea que delimita el cauce, en la que se condiciona el uso del suelo y las actividades que en él se desarrollen. Su tamaño se puede ampliar hasta recoger la zona de flujo preferente, la cual es la zona constituida por la unión de la zona donde se concentra preferentemente el flujo durante las avenidas y de la zona donde, para la avenida de 100 años de periodo de retorno, se puedan producir graves daños sobre las personas y los bienes, quedando delimitado su límite exterior mediante la envolvente de ambas zonas.

COGITISE
Verificación de integridad: <https://www.cogitise.es/verifica>

VISADO Nº 1846/2021 - A00
25/04/2021
COLEGIADO 12.161 MARTÍN ANARTE, JAVIER
C.S.V. *8345930235*

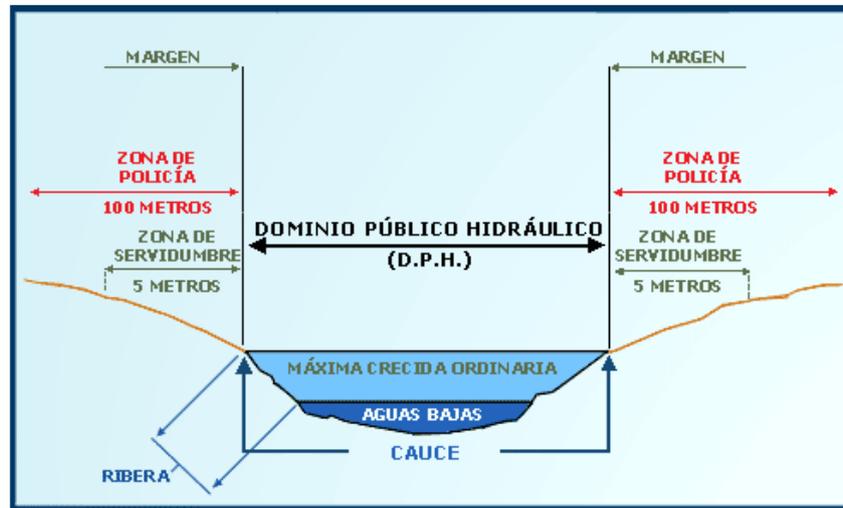


Figura 11: Zonificación del espacio fluvial (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico)

1.5.10. Espacios Protegidos (Red Natura 2000)

Como se puede apreciar en la imagen a continuación, los elementos pertenecientes a la Red Natura 2000 más cercanos al emplazamiento del Proyecto (Sierra Nevada; ZEPA y LIC) se sitúan a aproximadamente 3 km en línea recta, siendo por tanto descartable cualquier tipo de afección a los mismos.



Figura 42: Red Natura 2000

COGITISE
 Verificación de integridad: <https://www.cogitise.es/verifica>

VISADO Nº 1846/2021 - A00
 25/04/2021
 COLEGIADO 12.161 MARTÍN ANARTE, JAVIER
 C.S.V. *8345930235*

1.5.11. Aeropuertos, Aeródromos y Helipuertos

En la siguiente figura se aprecian las servidumbres aeronáuticas civiles delimitan las zonas donde se requiere, de forma previa a la ejecución de construcciones, instalaciones o plantaciones, acuerdo previo favorable de AESA, de acuerdo a lo establecido en el Decreto 584/1972, de Servidumbres Aeronáuticas.

Cualquier obstáculo situado fuera de dichos contornos no requiere acuerdo previo favorable de AESA salvo que tenga una altura superior a 100 m sobre el nivel del terreno o agua circundante. Por tanto, no hay afección para el caso de la Instalación FV objeto del presente Proyecto.



Figura 5: Afecciones Aeroportuarias

1.5.12. Concesiones Mineras

En las parcelas de la imagen no hay concesiones mineras.

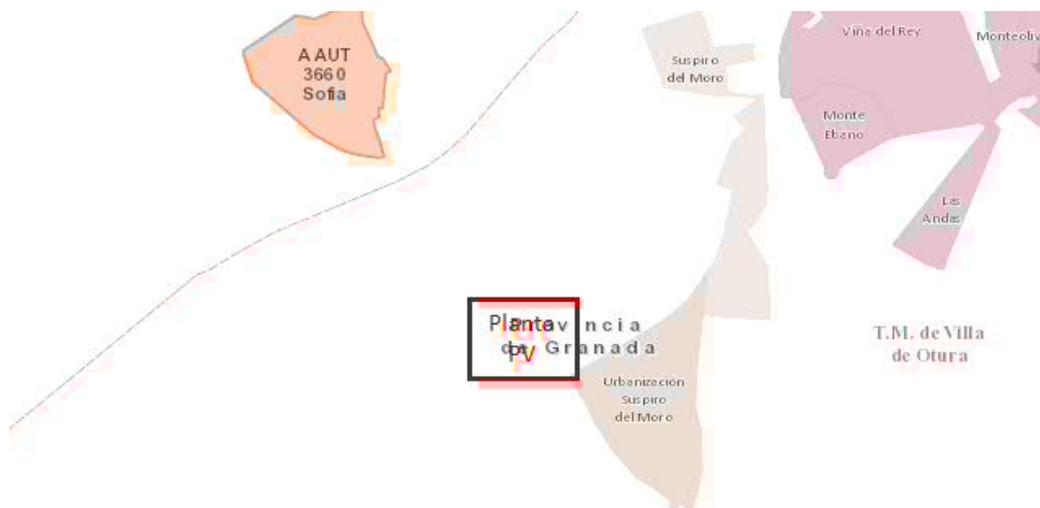


Figura 6: Afecciones Mineras

VISADO Nº 1846/2021 - A00
25/04/2021
COLEGIADO 12.161 MARTÍN ANARTE, JAVIER
C.S.V. *8345930235*
Verificación de integridad: <https://www.cogitise.es/verifica>

1.5.13. Gaseoductos

El gaseoducto más cercano a la zona de implantación de la Planta Solar es el Gaseoducto Granada-Motril, que se sitúa a una distancia aproximada de más de 360 m, por lo que se considera que no habría afectación alguna.

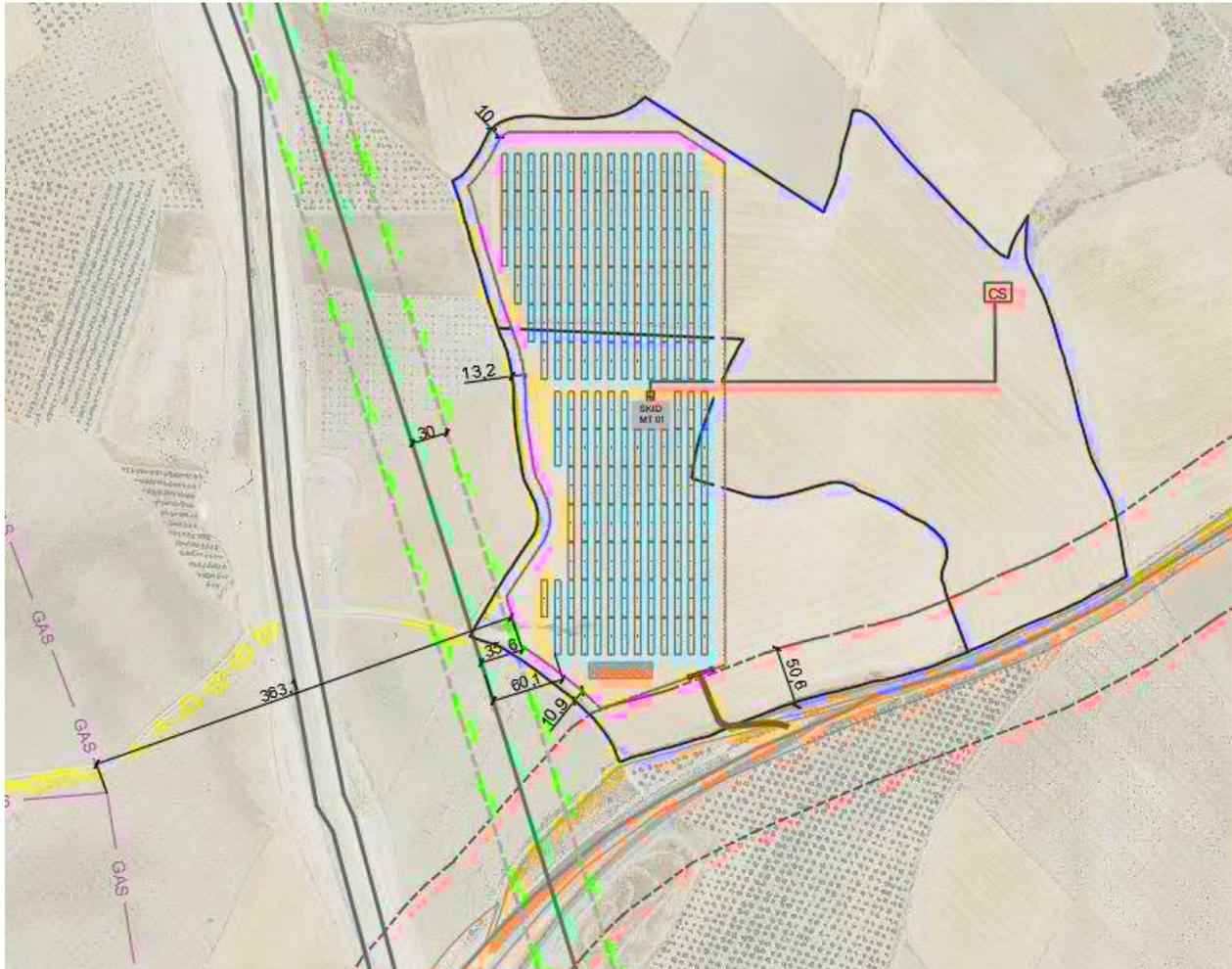


Figura 15: Gaseoductos en la Zona de Actuación

1.6. Condiciones Climáticas

En la siguiente tabla, se muestran las condiciones ambientales y meteorológicas del lugar donde está ubicada la Planta Fotovoltaica de acuerdo a los datos obtenidos tras la consulta de la base de datos SOLARGIS.

COGITISE
Verificación de integridad: <https://www.cogitise.es/verifica>

VISADO Nº 1846/2021 - A00
25/04/2021
COLEGIADO 12.161 MARTÍN ANARTE, JAVIER
C.S.V. *8345930235*



| Meses | Temperatura Media (°C) | Radiación global horizontal (kWh/m ²) | Radiación difusa (kWh/m ²) | Velocidad del viento (m/s) | Precipitación (mm) |
|------------|------------------------|---|--|----------------------------|--------------------|
| Enero | 7,8 | 83 | 28 | 3,4 | 54 |
| Febrero | 9,0 | 100 | 32 | 3,4 | 48 |
| Marzo | 11,7 | 151 | 48 | 3,3 | 47 |
| Abril | 14,1 | 180 | 58 | 3,3 | 44 |
| Mayo | 17,9 | 212 | 69 | 2,9 | 33 |
| Junio | 23,0 | 239 | 67 | 2,8 | 15 |
| Julio | 26,1 | 250 | 65 | 2,7 | 2 |
| Agosto | 25,9 | 221 | 60 | 2,6 | 3 |
| Septiembre | 21,5 | 166 | 51 | 2,6 | 23 |
| Octubre | 17,2 | 125 | 43 | 2,8 | 46 |
| Noviembre | 11,5 | 87 | 29 | 3,2 | 57 |
| Diciembre | 8,5 | 75 | 24 | 3,3 | 65 |
| Año | 16,2 | 1.888 | 573 | 3,0 | 437 |

Tabla 3: Condiciones Climáticas del Emplazamiento

El estudio de producción energética PVSyst de la Planta Solar (Anexo 03 del presente Proyecto Ejecutivo) se ha realizado considerando los datos climáticos anteriores.



2. DESCRIPCIÓN TÉCNICA DE UNA INSTALACIÓN FV

2.1. Componentes de un Sistema FV Conectado a la Red

Los sistemas fotovoltaicos conectados a red son soluciones alternativas reales a la diversificación de producción de electricidad, y se caracterizan por ser sistemas no contaminantes que contribuyen a reducir las emisiones de gases nocivos (CO₂, SO_x, NO_x) a la atmósfera, utilizar recursos locales de energía y evitar la dependencia del mercado exterior del petróleo.

Una instalación fotovoltaica de conexión a red presenta tres subsistemas perfectamente diferenciados:

- Generador fotovoltaico: El generador fotovoltaico está formado por la interconexión en serie y paralelo de un determinado número de módulos fotovoltaicos. Los módulos fotovoltaicos son los encargados de transformar la energía del Sol en energía eléctrica, generando una corriente continua proporcional a la irradiancia solar recibida.
- Sistema de acondicionamiento de potencia: Para poder inyectar la corriente continua generada por los módulos a la red eléctrica, es necesario transformarla en corriente alterna de similares condiciones a la de la red. Esta función es realizada por unos equipos denominados inversores que, basándose en tecnología de potencia, transforman la corriente continua procedente de los módulos en corriente alterna de la misma tensión y frecuencia que la de la red pudiendo, de esta forma, operar la instalación fotovoltaica en paralelo con ella.
- Interfaz de conexión a red. Para poder conectar la instalación fotovoltaica a la red en condiciones adecuadas de seguridad tanto para personas como para los distintos componentes que la configuran, ésta ha de dotarse de las protecciones y elementos de facturación y medida necesarios.

Como principales ventajas de los sistemas fotovoltaicos de conexión a red se pueden mencionar las siguientes:

- Presentan una gran simplicidad.
- La energía se genera en el propio lugar en que se consume.
- Montaje sencillo y reducido mantenimiento.
- Alta calidad energética con elevada fiabilidad.
- Características modulares que hacen sencillas posteriores ampliaciones.
- No producen ruidos ni emisiones de ningún tipo por lo que no alteran el medio ambiente.



A continuación, se muestra un esquema del principio de funcionamiento de una Instalación Solar Fotovoltaica.

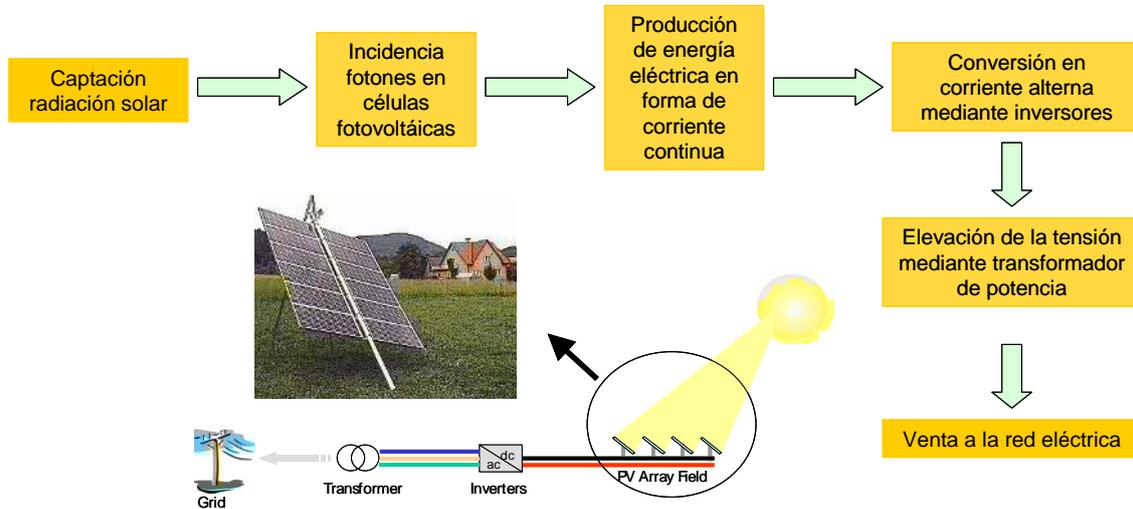


Figura 16: Principio de Funcionamiento Instalación FV

COGITISE
VERIFICACIÓN DE INTEGRIDAD: <https://www.cogitise.es/verifica>

VISADO Nº 1846/2021 - A00
25/04/2021
COLEGIADO 12.161 MARTÍN ANARTE, JAVIER
C.S.V. *8345930235*

3. CRITERIOS DE DISEÑO

3.1. Consideraciones de Partida

Para el diseño de la Planta Fotovoltaica, se ha considerado una vida útil de 30 años y se han tenido en cuenta las siguientes consideraciones de partida:

| Elemento | Parámetro | Unidad | |
|-----------------------------|-------------------------------------|--------|----------------------------------|
| Módulo FV | Fabricante y modelo | - | JINKO JKM570M-7RL4-V |
| | Tecnología | - | Monofacial |
| | Potencia | Wp | 570 |
| Estructura Soporte | Tipo | - | Seguidor horizontal de 1 eje N-S |
| | Fabricante y modelo | - | Soltec 2Vx26 |
| | Configuración | - | 2V |
| | Pendiente N-S tolerada | % | 17 |
| | Nº de strings / estructura | Qty. | 2 |
| | Nº de módulos / estructura | Qty. | 52 |
| Inversor | Tipo | - | Central |
| | Fabricante y modelo | - | Ingeteam 1690TL B650 |
| | Potencia AC a 30°C | kVA | 1.689 |
| | Potencia AC a 40°C | kVA | 1.605 |
| | Potencia AC a 50°C | kVA | 1.520 |
| Parámetros de Diseño | Tª de diseño | °C | 40 |
| | Nº de módulos / string | Qty. | 26 |
| | Pitch | m | 11,00 |
| | Potencia AC | MWn | 4,40 |
| | Potencia AC (fdp 0,95) | MVA | 4,63 |
| | Potencia Pico | MWp | 4,99 |
| Otros | Conexión de String | - | Cajas de Strings |
| | Radio de giro caminos | m | 12,00 |
| | Ancho de caminos internos | m | 4 |
| | Distancia entre trackers y vallado | m | 9,00 |
| | Separación N-S entre estructuras | m | 0,50 |
| | Distancia entre seguidores + camino | m | 5,00 |

Tabla 4: Consideraciones de Partida



3.2. Dimensionamiento de la Planta

Teniendo en cuenta las consideraciones de partida, se ha realizado el dimensionado de la Planta Fotovoltaica con los siguientes criterios:

- Maximizar el área ocupada, respetando las servidumbres y distancias mínimas exigidas.
- Maximizar la generación anual de energía.
- Optimización de longitudes de cableado.
- Optimización de movimientos de tierra y canalizaciones subterráneas que afectan directamente al terreno.

3.3. Diseño Eléctrico

- La pérdida de potencia máxima BT-DC de los tramos de cable en condiciones nominales.
- La pérdida de potencia máxima BT-AC de los tramos de cable en condiciones nominales.
- La pérdida de potencia en BT, compuesta por las dos componentes anteriores, será, en todas las tiradas, inferior al 1,5%.
- Los componentes eléctricos de BT deberán ser capaces de soportar la tensión máxima de funcionamiento del inversor solar y del equipo de CC (1500 Vcc).
- La red de media tensión que conecta la estación de potencia con el centro de seccionamiento se realizará con cableado de aluminio, teniendo en cuenta los criterios de intensidad nominal y cortocircuito; y en ningún caso sobrepasando una pérdida de potencia del 0,5%.
- El nivel de tensión considerado para la red de media tensión interna de la Planta es de 20 kV.
- El cableado de aluminio seleccionado para la red de media tensión serán conductores unipolares que irán directamente enterrados en zanjas y bajo tubo cuando se ejecute un cruzamiento con caminos o carreteras existentes.
- Los consumos asociados a inversores y al sistema de seguridad serán alimentados desde el transformador de la estación de potencia de la Planta, mientras que el resto de los consumos (almacenes, edificio de control...) serán alimentados desde el Centro de Seccionamiento.
- Instalación de elementos de protección tales como el interruptor automático de la interconexión o interruptor general manual que permita aislar eléctricamente la Instalación Fotovoltaica del resto de la red eléctrica.
- Se asegurará un grado de aislamiento eléctrico como mínimo de tipo básico Clase II en lo que afecta a equipos (módulos e inversores) y al resto de materiales (conductores, cajas, armarios de conexión...).



- Se dispondrá de los equipos de medida de energía necesarios con el fin de medir, tanto mediante visualización directa, como a través de la conexión vía módem que se habilite, la energía generada y consumida por la Planta Solar.

3.4. Diseño Civil

- La planta debe considerar la limpieza de todo el recinto de la parcela.
- La planta debe considerar el despeje y desbroce de todas las áreas donde se instalen los paneles.
- Los viales internos se han diseñado de 4 metros, si bien se ha dejado espacio suficiente en la estación de potencia para el paso de una grúa. Se ha tenido en cuenta que den acceso a la estación de potencia, así como al Centro de Seccionamiento.
- La estructura de los seguidores se instalará por medio de hincado directo al terreno siempre que sea posible, a una profundidad de hincado mínima según se determine en el Pull-Out Test que deberá realizarse previo a la construcción de acuerdo al estudio geotécnico. En aquellos casos en los que el hincado directo no sea posible, se utilizará el método de pre-drilling para la instalación de las hincas de los seguidores, y si tampoco fuera posible, se utilizarán micropilotes o zapatas de hormigón aisladas.
- La Planta dispondrá de un sistema de drenaje tal que permita drenar el agua en el interior de la Planta sin afectar al periodo de vida útil de la misma, así como a las labores de operación y mantenimiento. El sistema de drenaje consistirá en una red de drenaje perimetral y otra red de drenaje interior en forma de cuneta en el lado de los viales internos donde se recoja el agua de escorrentía.
- El cable de string BT-CC irá en aéreo correctamente embreado a la estructura soporte o enterrado en zanjas de baja tensión (BT) mediante tubo (de paso entre estructuras) hasta la entrada de sus correspondientes String Combiner Boxes (SCB). Los cables serán resistentes a la absorción de agua, el frío, la radiación UV, agentes químicos, grasas o aceites, abrasión e impactos.
- Los cables de BT-CC desde las SCB a los inversores en la estación de potencia serán enterrados directamente en las zanjas de baja tensión (BT).
- El cableado de MT entre la estación de potencia y el Centro de Seccionamiento, así como la línea de evacuación desde el Centro de Seccionamiento hasta la SET, será llevado enterrado directamente en zanja de acuerdo con la normativa y estándares de aplicación.
- El cableado perimetral del sistema de seguridad será diseñado enterrado bajo tubo en zanja de acuerdo con la normativa y estándares de aplicación.
- El sistema de puesta a tierra de la Planta conectará los elementos metálicos a tierra de: estructuras fotovoltaicas, inversores, estación de potencia, sistema de seguridad, vallado perimetral, etc. llevando el cable directamente enterrado en las zanjas de baja y media tensión.



Además, indicar que el diseño del Parque seguirá las siguientes normas relacionadas con el diseño civil:

- Pliego de prescripciones técnicas para obras de carreteras y puentes, PG-3.
- Código Técnico de la Edificación, aprobado por RD (1371/2007)
- Instrucción de hormigón estructural EHE-08 RD (1247/2008)
- LEY 21/2013, de 9 de diciembre, de Evaluación Ambiental
- Orden FOM/273/2016, de 19 de febrero, por la que se aprueba la Norma 3.1- IC Trazado, de la Instrucción de Carreteras.
- Norma 5.2-IC. Drenaje Superficial (Orden FOM/298/2016 de 15 de febrero)
- Norma 6.1-IC. Secciones de firme (Orden FOM/3460/2003 de 28 de noviembre)
- Normas UNE



4. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LA PLANTA SOLAR FV

4.1. Características Principales

Tomando como base las consideraciones de partida que se mencionaban en el apartado 3.1 de este documento, el diseño final de la Planta obedece a las siguientes características principales:

| Elemento | Parámetro | Unidad | |
|----------------------------|------------------------------------|--------|-------------|
| Configuración Planta FV | Potencia Pico | kWp | 4.979,52 |
| | Potencia Nominal Instalada a 40°C | kVAn | 4.815 |
| | Potencia Limitada | kWn | 4.400 |
| | Ratio CC/AC (Sin / Con Limitación) | - | 1,13 / 1,03 |
| | Nº de inversores | Qty. | 3 |
| | Nº de módulos | Qty. | 8.736 |
| | Nº de strings | Qty. | 336 |
| | Nº de seguidores 2Vx26 | Qty. | 168 |
| | Nº de módulos por string | Qty. | 26 |
| | Pitch | m | 11,00 |

Tabla 5: Configuración General de la Planta

Nota: la potencia entregada en el punto de conexión nunca será superior a la indicada en el Informe de Viabilidad de Acceso.

4.2. Configuración Eléctrica

La Planta Solar Fotovoltaica producirá energía eléctrica a partir de la radiación solar incidente sobre los paneles fotovoltaicos colocados sobre estructuras con seguimiento al sol a un eje horizontal, lo cual favorecerá en gran medida la energía generada por la Planta. Posteriormente, gracias a los inversores fotovoltaicos, se transformará la corriente continua en corriente alterna y los transformadores (ubicados en la estación de potencia) elevarán la tensión de Baja Tensión (BT) a Media Tensión (MT).

Así, la energía generada será conducida por medio de una línea de media tensión (MT) de 20 kV hasta el Centro de Seccionamiento de la Planta que será compartido con otra planta que se desarrollará en las inmediaciones. Posteriormente, la energía generada por ambas Plantas Solares en su conjunto se evacuará a través de una LAMT de 20 kV y 4,87 km de longitud que finalizará en la "Subestación Otura".

Dicha línea de evacuación será compartida con otra planta de energía solar fotovoltaica que se desarrollará en las inmediaciones y que será objeto de otro Proyecto de Ejecución independiente.



El punto de medida principal de la energía generada por la Instalación se ubicará en las celdas de Media Tensión a un nivel de tensión de 20kV en dicho Centro de Seccionamiento.

La configuración eléctrica de la Instalación Fotovoltaica se resume en las siguientes tablas:

| # Estación de Potencia / Skid | # Inversores | Tipo de Inversor | Potencia Inversor @30/40/50 °C (kW) | Tipo de Estación de Potencia | Potencia Transformador @30/50 °C (kVA) |
|-------------------------------|--------------|------------------|-------------------------------------|--------------------------------|--|
| 1 | 3 | 1690TL B650 | 1689/ /1605/ /1520 | MSK19 - Single + Dual Inverter | 5.067 / 4.560 |

Tabla 6: Configuración Eléctrica (1/2)

En total, se instalarán 8.736 módulos de 570 W para producir una potencia pico total de 4,979 MWp, los cuales se distribuirán entre los 168 trackers que se instalarán en la Planta Fotovoltaica agrupados en 336 strings de 26 módulos conectados en serie cada uno.

La potencia nominal a nivel de inversores a 40°C será de 4,815 MVA, por lo que el ratio CC/CA a 40°C es de 1,13.

La potencia del conjunto de los inversores de la Planta estará limitada a 4,40 MW, que es la potencia máxima admisible en el punto de conexión, por lo que el ratio CC/CA considerando la potencia limitada es de 1,03.

De esta forma, las potencias nominales y pico de la Estación de Potencia (EP) es la siguiente:

| # Estación de Potencia / Skid | Nº Strings | Potencia Pico (kWp) | kWac (40°C) | Ratio CC/CA |
|-------------------------------|------------|---------------------|-------------|-------------|
| 1 | 336 | 4.979,52 | 4.815 | 1,03 |

Tabla 7: Configuración Eléctrica (2/2)

4.3. Layout Planta

La siguiente imagen muestra la implantación propuesta para la Planta Solar Fotovoltaica de acuerdo a las consideraciones técnicas indicadas anteriormente:



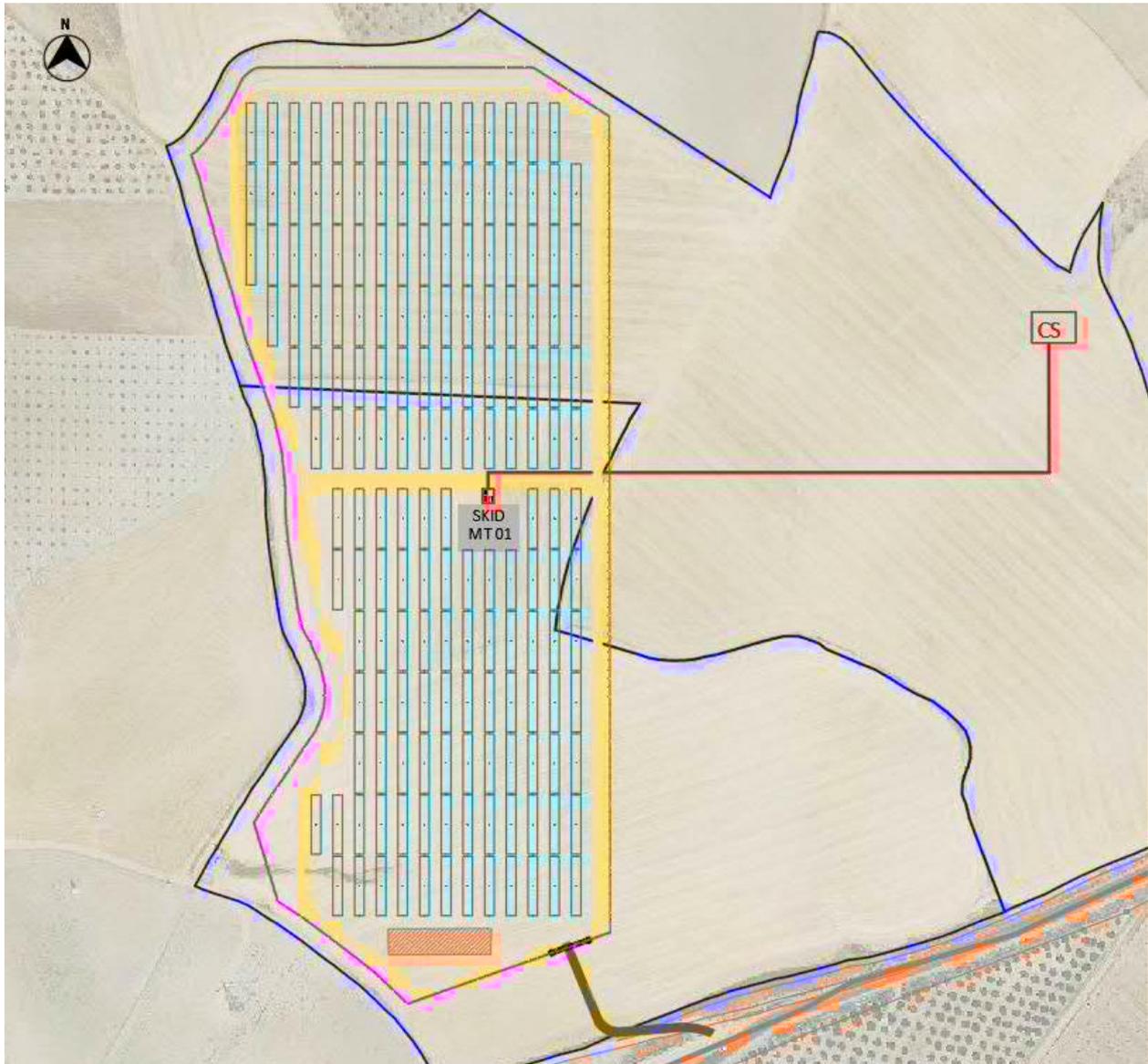


Figura 17: Layout de la Planta Solar

4.4. Generador Fotovoltaico

Los módulos fotovoltaicos son los dispositivos físicos encargados de transformar la energía que les llega en forma de radiación electromagnética, en electricidad por medio del efecto fotoeléctrico.

Se componen de unidades independientes denominadas células fotovoltaicas, agrupadas convenientemente en arrays "serie-paralelo" de forma que ofrezcan las características tensión–intensidad requeridas por la aplicación para la que se dimensionan.

Una célula FV típica de silicio cristalino genera un voltaje de circuito abierto entorno a los 0,6 V y una corriente de cortocircuito que depende del área de célula (≈ 3 A para un área de 100 cm²). Debido a su pequeña potencia, las células se asocian en serie y en paralelo en módulos FV, que además aportan un soporte rígido y una protección contra los efectos ambientales. Si la potencia suministrada por un módulo FV no es suficiente para una aplicación determinada se realizan asociaciones serie y paralelo de módulos para formar un generador FV.

Para este Proyecto, se han seleccionado módulos fotovoltaicos monofaciales basados en la tecnología Half-Cut de silicio monocristalino, ampliamente probada en numerosas instalaciones a lo largo del mundo. Sus características principales se resumen a continuación:

| Características del Módulo Fotovoltaico | |
|---|-----------------------|
| Fabricante | Jinko Solar o similar |
| Modelo | JKM570M-7RL4-V |
| Potencia (Wp) | 570 W |
| Tolerancia de Potencia (%) | 0~+3% |
| Tensión en el Punto de Máxima Potencia (V_{MPP}) | 43,89 V |
| Intensidad en el Punto de máxima Potencia (I_{MPP}) | 12,99 A |
| Tensión de Circuito Abierto (V_{OC}) | 53,09 V |
| Intensidad de Cortocircuito (I_{SC}) | 13,67 A |
| Eficiencia, η (%) | 20,85 % |
| Dimensiones (mm) | 2411x1134x35 |

Tabla 8: Características del Módulo Fotovoltaico en STC

Los módulos seleccionados para este proyecto tendrán unas dimensiones de 2094 x 1038 x 35 mm, capaces de entregar una potencia de 430 W en condiciones estándar STC.

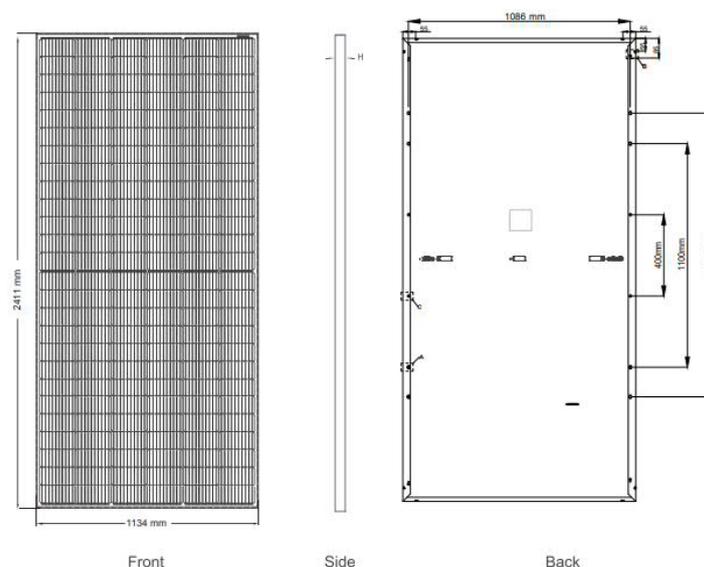


Figura 18: Dimensiones del Módulo

COGITISE
 Verificación de integridad: <https://www.cogitise.es/verifica>



VISADO Nº 1846/2021 - A00
 25/04/2021
 COLEGIADO 12.161 MARTÍN ANARTE, JAVIER
 C.S.V. *8345930235*



De acuerdo con la información incluida en la hoja de especificaciones técnicas, los módulos están certificados conforme a los estándares IEC61215 / IEC61730 / UL61730.

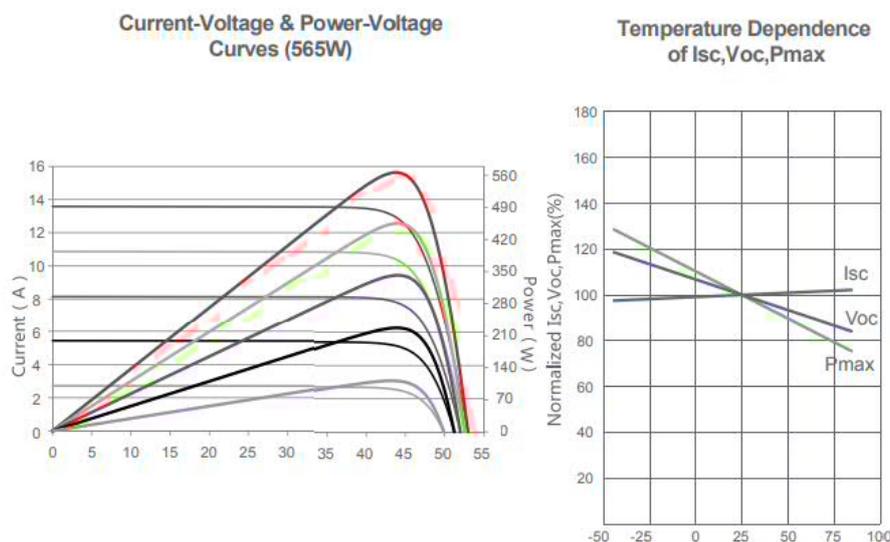


Figura 9: Curvas Características JKM575M-7RL4-V

4.5. Estructura Soporte – Seguidor Solar Fotovoltaico

Los módulos FV se instalarán sobre estructuras denominadas seguidores, que se mueven sobre un eje horizontal orientado de Norte a Sur y realizan un seguimiento automático de la posición del Sol en sentido Este-Oeste a lo largo del día, maximizando así la producción de los módulos en cada momento.

La estructura donde se sitúan los módulos está fijada al terreno y constituida por diferentes perfiles y soportes, con un sistema de accionamiento para el seguimiento solar y un autómata que permita optimizar el seguimiento del sol todos los días del año. Además, disponen de un sistema de control frente a fuertes ráfagas de viento que coloca los paneles fotovoltaicos en posición horizontal en menos de 5 min para minimizar los esfuerzos debidos al viento excesivo sobre la estructura.

Los principales elementos de los que se compone el seguidor son los siguientes:

- Cimentaciones: perfiles hincados con o sin perforación previa.
- Estructura de sustentación: formada por diferentes tipos de perfiles de acero galvanizado y aluminio.
- Elementos de sujeción y tornillería.
- Elementos de refuerzo.
- Equipo de accionamiento para el seguimiento solar el cual contará con un cuadro de Baja Tensión.



- Autómata astronómico de seguimiento con sistema de retroseguimiento integrado.
- Sistema de comunicación interna

Con el fin de optimizar la superficie disponible, se ha adoptado como solución la implantación de una estructura tipo seguidor monofila. Las ventajas de este sistema en comparación con un seguidor monofila son un menor mantenimiento de la Planta y una mayor flexibilidad de implantación.

Los seguidores proyectados para la Planta son del fabricante PV Hardware. En total se instalarán 168 seguidores 2Vx26 (2 strings). Las principales características de la estructura solar son las indicadas a continuación:

| Características del Seguidor | |
|-------------------------------------|---|
| Fabricante | Soltec o similar |
| Seguimiento | Horizontal 1 eje N-S |
| Ángulo de Seguimiento (°) | ±60° |
| Disposición de los módulos | 2V |
| Configuración | 2Vx26 (52 módulos) |
| Filas por seguidor | Monofila |
| Pendiente Admisible N-S (%) | Al menos 17% |
| Pendiente Admisible E-O (%) | Ilimitada |
| Carga de Viento Admisible | Según códigos locales |
| Opciones Cimentación | Hincado directo / Pre-drilling + hincado / Micropilote/ Predrilling + compactado + hincado |
| Algoritmo de Seguimiento | Astronómico |
| Back-tracking | Sí |
| Comunicación | Cableado RS485 ó Sistema híbrido Radio+RS485 |
| Garantías Estándar | Estructura 10 años Componentes Electromecánicos 5 años |

Tabla 9: Características del Seguidor Solar

La tornillería de la estructura podrá ser de acero galvanizado o inoxidable.

Las piezas de fijación de módulos serán siempre de acero inoxidable. El elemento de fijación garantizará las dilataciones térmicas necesarias, sin transmitir cargas que puedan afectar a la integridad de los módulos. Como elementos de unión entre paneles se emplearán unas pletinas/grapas de fijación metálicas.

La fijación al terreno se realizará siguiendo las recomendaciones establecidas en el estudio geotécnico. Para un terreno medio, la estructura irá fijada mediante el hincado de perfiles directamente al terreno o con alguna perforación previa en el caso específico en el que aplique. La cimentación de la estructura ha de resistir los esfuerzos derivados de:



- Sobrecargas del viento en cualquier dirección.
- Peso propio de la estructura y módulos soportados.
- Sobrecargas de nieve sobre la superficie de los módulos (en el caso que aplique).
- Solicitaciones por sismo según la normativa de aplicación.

La instalación de los seguidores se adaptará, en la medida de lo posible, a la orografía del terreno para reducir al máximo la necesidad de realizar movimientos de tierra. De acuerdo con lo indicado en su hoja de características técnicas, estos seguidores admiten una adaptación a desniveles del terreno de hasta 17% (N-S).

4.6. Inversor Fotovoltaico

El inversor es un dispositivo de electrónica de potencia que permite transformar la energía eléctrica generada en forma de corriente continua por los módulos fotovoltaicos, en corriente alterna, para poder ser elevada posteriormente de tensión y vertida a la red eléctrica.

La operación de los inversores será totalmente automatizada. Una vez que el generador fotovoltaico genera la potencia suficiente para excitar al inversor, arranca y la electrónica de control comienza con la conversión DC/AC. Por el contrario, cuando la potencia de entrada baja por debajo del punto de excitación del inversor para la conexión dejará de trabajar. La energía que consume la electrónica procederá del generador fotovoltaico, y por la noche el equipo sólo consumirá una pequeña cantidad de energía procedente de la red eléctrica.

Las características del inversor que se deben considerar para el dimensionamiento de la Instalación de Baja Tensión se indican en la siguiente tabla:

| Características DC del Inversor | |
|--|---|
| Rango de tensión MPP | 937 - 1.300 V |
| Tensión Máxima | 1.500 V |
| MPPT Independientes | 1 |
| Nº de Entradas DC | De 6 a 15 (hasta 12 con la caja de agrupamiento) |
| Máxima corriente de entrada (I_{bc}) | 1.850 A |
| Eficiencia Máx / Euro | 98,9% / 98.5% |
| Rango de Temperatura Ambiente de Operación | -20°C a 60f°C |
| Características AC del Inversor | |
| Potencia nominal (kVA) | 1.689 kVA @30°C / 1.520 kVA @50°C |
| Intensidad máxima (A) | 1.500 A @30°C / 1.350 A @50°C |
| Tensión nominal (V) | 650 V |
| Frecuencia (Hz) | 50 Hz / 60 Hz |
| THD (%) | < 3% |



| Características DC del Inversor | |
|-------------------------------------|--|
| Factor de potencia | 0-1 (leading / lagging) |
| Emisión acústica (100% / 50% carga) | <66 dB(A) a 10 m / < 54.5 dB(A) a 10 m |

Tabla 10: Características del Inversor 1690TL B650

El inversor cumple con lo dispuesto en los estándares EN 61000-6-1, EN 61000-6-2, EN 61000-6-4, EN 61000-3-11, EN 61000-3-12, EN 62109-1, EN 62109-2, IEC62103, EN 50178, FCC Part 15, AS3100, así como con el P.O.12.3 de conexión a red.

Con el fin de evitar el efecto (PID), degradación inducida por potencial eléctrico de los módulos fotovoltaicos, el polo negativo CC del inversor se conectará a la red de tierras.

Los inversores de conexión a red disponen de un sistema de control que permite un funcionamiento completamente automatizado y presentan las siguientes características de funcionamiento:

- Seguimiento del punto de máxima potencia (MPP).

Debido a las especiales características de producción de energía de los módulos fotovoltaicos, estos varían su punto de máxima potencia según la irradiación y la temperatura de funcionamiento de la célula. Por este motivo el inversor debe ser capaz de hacer trabajar al campo solar en el punto de máxima potencia, y contar con un rango de tensiones de entrada bastante amplio.

- Características de la señal generada

La señal generada por el inversor está perfectamente sincronizada con la red respecto a frecuencia, tensión y fase a la que se encuentra conectado. Reducción de armónicos de señal de intensidad y tensión.

- Protecciones

- Protección para la interconexión de máxima y mínima frecuencia: Si la frecuencia de la red está fuera de los límites de trabajo (49Hz-51Hz), el inversor interrumpe inmediatamente su funcionamiento pues esto indicaría que la red es inestable, o procede a operar en modo isla hasta que dicha frecuencia se encuentre dentro del rango admisible.
- Protección para la interconexión de máxima o mínima tensión: Si la tensión de red se encuentra fuera de los límites de trabajo, el inversor interrumpe su funcionamiento, hasta que dicha tensión se encuentre dentro del rango admisible, siendo el proceso de conexión-desconexión de rearme automático (artículo 11.4, artículo 11.3 y artículo 11.7 a), RD1699/2011).
- Fallo en la red eléctrica o desconexión por la empresa distribuidora: En el caso de que se interrumpa el suministro en la red eléctrica, el inversor se encuentra en situación de cortocircuito, en este caso, el inversor se desconecta por completo y espera a que se



restablezca la tensión en la red para reiniciar de nuevo su funcionamiento (artículo 8.2 y 11.6, RD1699/2011).

- Tensión del generador fotovoltaico baja: Es la situación en la que se encuentra durante la noche, o si se desconecta el generador solar. Por tanto, el inversor no puede funcionar.
- Intensidad del generador fotovoltaico insuficiente: El inversor detecta la tensión mínima de trabajo de los generadores fotovoltaicos a partir de un valor de radiación solar muy bajo, dando así la orden de funcionamiento o parada para el valor de intensidad mínimo de funcionamiento.
- El inversor incluye interruptor automático en la salida CA.
- Los inversores estarán conectados a tierra tal y como se exige en el reglamento de baja tensión. La toma de tierra es única y común para todos los elementos.

Los inversores serán provistos del software de aplicación para la configuración de los equipos y extracción de datos, otorgando plenos derechos al administrador e incluyendo el acceso a sus parámetros funcionales.

Además, los inversores deben ir acompañados de planos de cableado, manuales de instalación, operación y mantenimiento, incluyendo lista de parámetros, valores, tolerancias de alarma / advertencia y funcionamiento, en español.

4.7. Estaciones de Potencia (EP) o Skids de MT

La Estación de Potencia (Skid MT) está compuesta por los inversores, encargados de transformar en corriente alterna la corriente continua que generan los módulos fotovoltaicos, así como de adecuarla a las características demandadas por la Red, y la estación transformadora, encargada de elevar a tensión de salida de los inversores (650 V) hasta los 20 kV de la red de Media Tensión de la Instalación.

Para el presente Proyecto se ha elegido la Estación de potencia “MSK – Single + Dual Inverter”.

Las EP integran todos los componentes necesarios para el conexionado a la red de media tensión en un conjunto compacto que integra un transformador con doble devanado secundario, con una relación de transformación 20/0,65 kV, y las celdas de MT.

Cada Estación de Potencia contará también con un cuadro y un transformador destinado a Servicios Auxiliares (SSAA) además de una UPS.

A continuación, se muestra una imagen de la EP así como de su esquema unifilar.



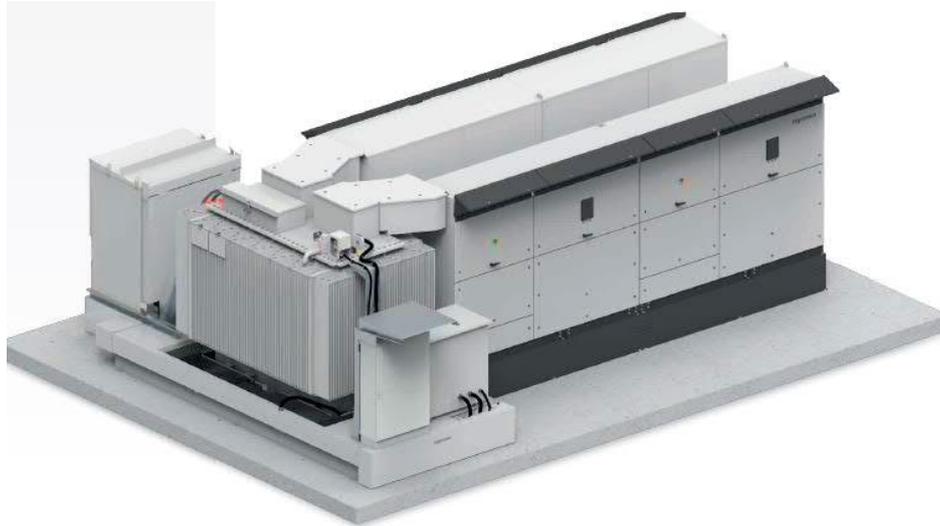


Figura 20. Imagen de la Estación de Potencia MSK – Double Dual Inverter

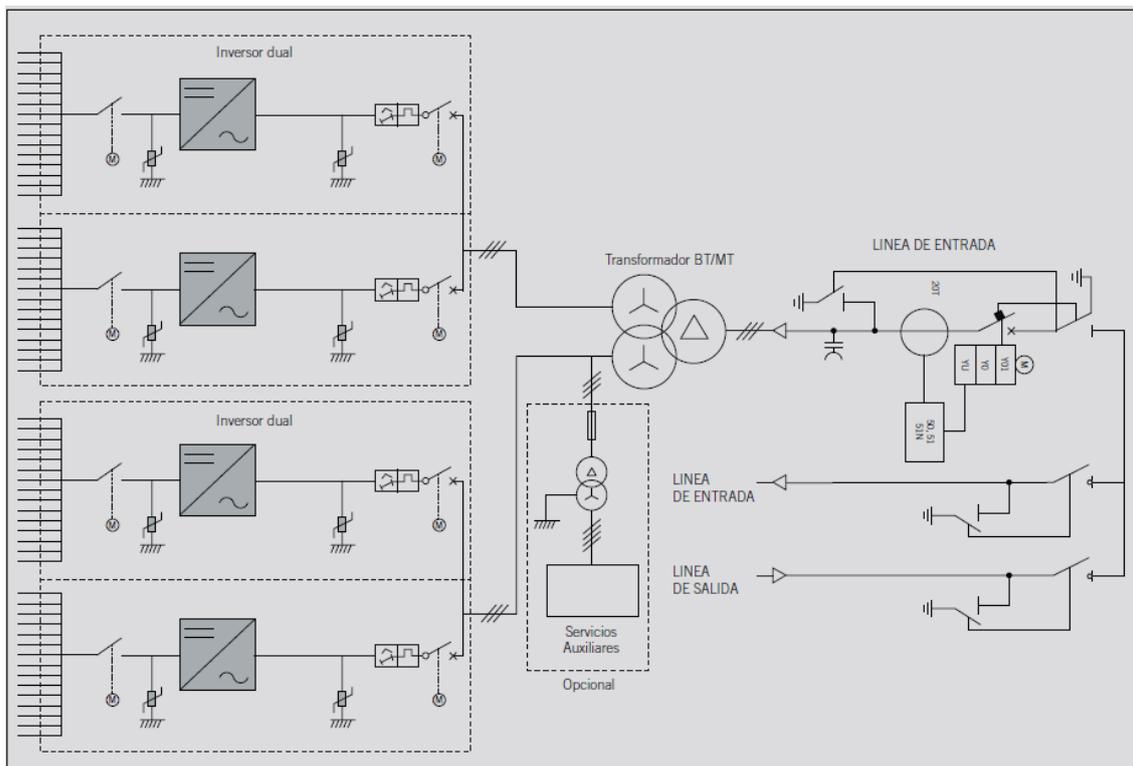


Figura 21. Esquema unifilar de la Estación de Potencia

4.8. Instalación Eléctrica de Baja Tensión (BT)

Se considera la Instalación Eléctrica de Baja tensión a la referente a aguas abajo de los transformadores de BT/MT situados en cada uno de las Estaciones de Potencia de la Planta Solar.

COGITISE



VISADO Nº 1846/2021 - A00
 25/04/2021
 COLEGIADO 12.161 MARTÍN ANARTE, JAVIER
 C.S.V. *8345930235*

Verificación de integridad: <https://www.cogitise.es/verifica>



Las instalaciones que comprenden esta parte de la instalación son las que se describen a continuación:

- Conexión entre el campo fotovoltaico y los inversores (CC).
- Conexión de los inversores y la CGP.
- Conexión de la CGP con el transformador.

El Campo Fotovoltaico constará de 336 strings de 26 módulos en serie cada uno (168 seguidores) que se agruparán en Cajas de Nivel (CN1) o Cajas de String para su posterior conexión a los inversores.

La instalación está diseñada para que el nivel de tensión sea hasta 1.500 V.

La evacuación de la energía generada en el campo fotovoltaico se efectuará en 650 Vac (salida de los inversores) y se conectará al lado de baja tensión del transformador instalado a tal efecto la Estación de Potencia.

Se utilizarán cables unipolares con aislamiento dieléctrico seco, con las siguientes características:

| Características de los cables de CC | | |
|-------------------------------------|-------------------|---------------------------|
| Tipo | PV ZZ-F | XZ1-AL |
| Tensión DC | 1,5 kV | 1,5 kV |
| Conductor | Cobre | Aluminio |
| Secciones | 6 mm ² | 185 - 300 mm ² |

Tabla 21: Características del de los cables de CC

Conductores

Para el cálculo de la sección de los conductores empleados en las diferentes partes de la instalación se ha tenido en cuenta, además de lo establecido por el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y sus ITC complementarias (REBT), los criterios de intensidad máxima admisible por el cable y la caída de tensión (1,5%), además de la adecuada protección de los cables contra sobrecargas y cortocircuitos mediante fusibles clase gPV o interruptores magnetotérmicos.

Posteriormente se ha establecido que la pérdida de potencia máxima en la parte BT de la Instalación Fotovoltaica, es decir, desde los módulos hasta los inversores, no deberá ser superior a 1,50%.

En la Memoria de Cálculo se detalla el dimensionado del cableado de la Instalación de Baja Tensión (BT).

Los cables irán en canalizaciones subterráneas directamente enterrados desde las cajas de agrupación de string hasta los inversores. Los cables de string entre seguidores irán enterrados bajo tubo, mientras que los cables string que discurran por los seguidores irán apropiadamente atados a la estructura o bien en bandejas.



Todos los conductos colocados para protección de los cables que llegan a las cajas de string (y viceversa) deben estar protegidos mecánicamente por una malla metálica colocada a al menos a 5cm del conducto. Esto es para garantizar que no se produzcan daños en el conducto durante las actividades de corte de césped.

Los conductores de la instalación serán fácilmente identificables. Esta identificación se realizará por los colores que presenten sus aislamientos. El conductor neutro se identificará por el color azul claro. Al conductor de protección se le identificará por el color verde-amarillo. A efectos de identificación los cables serán marcados con su designación correspondiente mediante etiquetas inertes fijadas a los cables con fijadores de plástico. Se dispondrá una etiqueta cada 10 m en cables enterrados y cada 20 m en instalación aérea.

En ningún caso se permitirá la unión de conductores mediante conexiones y/o derivaciones por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí de los conductores, sino que deberá realizarse siempre utilizando bornes de conexión montados individualmente o constituyendo bloques o regletas de conexión. Siempre deberá realizarse en el interior de cajas de empalme y/o de derivación. Los conductores deberán conectarse por medio de terminales adecuados, de forma que las conexiones no queden sometidas a esfuerzos mecánicos.

El acoplamiento y sellado entre cables y equipos se efectuará por medio de prensaestopas. Estas serán las adecuadas en tipo y diámetro con objeto de asegurar una sujeción mecánica y estanqueidad adecuada.

Los cables serán manejados cuidadosamente para evitar erosiones y deterioro en sus aislamientos. Los radios de curvatura nunca serán menores de los recomendados por el fabricante.

4.9. Instalación Eléctrica de Media Tensión (MT)

La instalación eléctrica de Media tensión (MT) tiene el fin de evacuar la energía generada en la instalación desde la estación de potencia hasta las celdas de MT situadas en el Centro de Seccionamiento de la Planta.

El nivel de tensión de la red interna de MT será de 20 kV, y consistirá en una (1) línea subterránea constituida por una terna de cables unipolares. La configuración de la red interna de media tensión se resume en la siguiente tabla:

| Línea | Inicio | Fin | Longitud (m) | Estaciones de potencia implicadas | Potencia Transformador @30/50 °C (kVA) |
|-------|-----------|----------------|--------------|-----------------------------------|--|
| 1 | Skid MT 1 | Celdas MT – CS | 360,00 | Skid MT 1 | 5.067 / 4.560 |

Tabla 32: Distribución Líneas de MT



Todo el cableado de MT será AI RHZ1-OL 18/30 kV 1xZZ mm², siendo ZZ 240 mm², con aislamiento dieléctrico seco directamente enterrado, depositado en el fondo de zanjas tipo, sobre lecho de arena, a una profundidad mínima de 0,8 m. Las zanjas se repondrán compactando el terreno de manera apropiada.

El dimensionado de la instalación será tal que la pérdida de potencia máxima en la parte de la instalación de MT no supere 0,50%, es decir, desde la salida de las Estaciones de Potencia hasta su conexión en las celdas de MT del Centro de Seccionamiento.

En la Memoria de Cálculo se detalla el dimensionado del cableado de la Instalación de Media Tensión (MT).

4.10. Protecciones

Las protecciones eléctricas en la interconexión entre el sistema fotovoltaico y la red eléctrica aseguran una operación segura, tanto para las personas como para los equipos que participan en todo el sistema.

La Planta Fotovoltaica deberá cumplir los requisitos establecidos por la normativa nacional en materia de protecciones eléctricas y la normativa internacional en el caso de que no existieran normas nacionales relacionadas.

De esta manera, todos los equipos de la Planta estarán provistos de elementos de protección, algunos de los cuales se exponen a continuación:

- Los conductores de CC del campo fotovoltaico estarán dimensionados para soportar, como mínimo el 125% de la corriente de máxima potencia en condiciones STC sin necesidad de protección.
- Los conductores de corriente alterna estarán protegidos mediante fusibles e interruptores magnetotérmicos para proteger el sistema contra sobreintensidades.
- Los inversores dispondrán de un sistema de aislamiento galvánico o similar que evite el paso de corriente continua al lado de corriente alterna de manera efectiva. Asimismo, los inversores incorporarán al menos las siguientes protecciones: frente a cortocircuitos, contra tensiones y frecuencia de red fuera de rango e inversión de polaridad.
- La conexión a tierra ofrece una buena protección contra sobrecargas atmosféricas, además de garantizar una superficie equipotencial que previene contactos indirectos.
- Los equipos accionados eléctricamente estarán provistos de protecciones a tierra e interruptores diferenciales.



4.11. Puesta a Tierra

El objetivo de las puestas a tierra (p.a.t.) es limitar la tensión respecto a tierra que puedan presentar las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en los materiales eléctricos utilizados, disminuyendo lo máximo posible el riesgo de accidentes para personas y el deterioro de la propia instalación.

La p.a.t. es la unión directa de una parte del circuito eléctrico o de una parte conductora no perteneciente al mismo mediante una toma de tierra con un electrodo o grupos de electrodos enterrados en el suelo.

Mediante la instalación de p.a.t. se deberá conseguir que en el conjunto de la instalación no aparezcan diferencias de potencial peligrosas y que, al mismo tiempo, permita el paso a tierra de las corrientes de defecto o las de descarga de origen atmosférico.

La instalación de puesta tierra cumplirá con lo dispuesto en el artículo 15 del R.D. 1699/2011 sobre las condiciones de puesta a tierra en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

Por otro lado, el dimensionado de la red de tierras de la Instalación se rige, fundamentalmente, por la siguiente normativa:

- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión, y sus Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC). ITC-BT-18.
- 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. ITC-RAT-13.
- IEEE-80: Guía de seguridad en la puesta a tierra de CA de subestaciones.
- IEC 60909-3 ed3.0: Short-circuit currents in three-phase AC systems – Part 3: Currents during two separate simultaneous line-to-earth short circuits and partial short-circuit currents flowing through earth.

En ella se define, entre otras cosas, la formulación para calcular las tensiones de paso y contacto máximas admisibles, tensiones que nunca deben ser alcanzadas en la instalación.

4.11.1. Puesta a Tierra de Protección

La puesta a tierra de protección une con tierra los elementos metálicos de la instalación accesibles al contacto de personas que normalmente están sin tensión pero que pueden estarlo debido a averías, descargas atmosféricas o sobretensiones. Ejemplos de estos elementos serían: módulos fotovoltaicos,



estructura del seguidor, la envolvente de la celdas y cuadros de BT, rejillas de protección, carcasas de los transformadores o armaduras de los edificios.

Se dispondrán las siguientes puestas a tierra de protección interconectadas:

- Red General de Puesta a Tierra: Estará formada por un mallado de conductor de cobre desnudo de 35 mm² que discurrirá enterrado por el fondo de las canalizaciones de BT y MT de la Instalación, a una profundidad no menor de 0,6 m.
- Puesta a tierra del generador fotovoltaico, mediante contacto directo de los marcos de los paneles a la estructura del seguidor a través de la tornillería.
- Puesta a tierra de la estructura del seguidor a través de la conexión de los pilares extremos de cada seguidor a la red de tierras general usando latiguillos de cobre desnudo de 35 mm². Además, todos los seguidores de una misma fila irán interconectados entre sí usando latiguillos de cobre aislado de 16 mm².
- Puesta a tierra de las cajas de agrupación usando latiguillos de cobre aislado de 16 mm².
- Puesta a tierra de la Estacione de Potencia, compuesta de un anillo a lo largo del perímetro de la base de la estación de potencia de un conductor de cobre desnudo de 35 mm² enterrado a una profundidad mínima de 0,6 m, que estará unido a la Red General de Puesta a Tierra del Parque Fotovoltaico.

4.12. Armónicos y Compatibilidad Electromagnética

Las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el artículo 16 del R.D. 1699/2011 sobre armónicos y compatibilidad electromagnética en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

4.13. Sistema de Seguridad

La Instalación contará con un sistema de seguridad perimetral cuya función principal será proteger el interior de la Planta Fotovoltaica de cualquier intrusión no deseada, y estará compuesto por los siguientes elementos:

- Sistema de control de acceso: En cada una de las dos puertas de acceso al Parque Fotovoltaico se instalará un sistema de control de acceso compuesto por dos lectores de proximidad, uno exterior (de entrada) y otro interior (de salida) que indicarán al sistema respectivamente la entrada y salida de personas del recinto de la Instalación.
- Sistema de circuito cerrado de televisión (CCTV) con cámaras que permitan la vigilancia en tiempo real y en alta definición de todo el perímetro de la Instalación, contando con sistema de grabación de vídeo incorporado.



- Cámaras térmicas con sistema de detección de movimiento.
- Monitoreo y alarmas en las puertas de acceso a las Estaciones de Potencia o cualquier otro Edificio de la Instalación

El sistema de cámaras estará concebido de tal manera que en el mismo pueda habilitarse un barrido de toda la extensión de la Planta, con detector de movimiento configurable. Dicho sistema será autónomo y será gestionado por un servidor web integrado o sistema equivalente.

Todos los canales de CCTV irán grabados sobre disco duro, y el conexionado de los equipos grabadores será IP.

Las cámaras de vídeo serán de tipo térmicas analógicas, las cuales se convertirán en digitales para poder transmitir la señal a través de fibra óptica. Serán de uso exterior, térmicas con lente de 10° de apertura y 19, 24 o 50 mm de longitud focal.

Serán válidas para instalaciones exteriores, a prueba de corrosión, agua, polvo y empañamiento de la lente. Se instalarán en lugares altos, quedando a una altura sobre el nivel del suelo que sea suficiente para evitar obstáculos.

Todas las cámaras se suministrarán con sus respectivas licencias o una licencia general para todo el conjunto de cámaras.

El Sistema de Seguridad deberá tener alimentación auxiliar desde un sistema SAI/UPS con capacidad para suministrar la energía necesaria al menos 2h, y deberá permitir conectarse de forma remota a través de IP para visualizar todas las cámaras de la instalación en tiempo real.

El propio sistema será el encargado de gestionar automáticamente las señales de alarma, comprobando en primer lugar si se trata de una alarma no deseada. En caso de intrusión, el sistema enviará una señal de aviso al centro integral de seguridad y al responsable de la instalación, que procederá a su verificación, y avisando si procede a las fuerzas de seguridad, bomberos, etc.

Durante la construcción se estiman necesarias medidas adicionales de seguridad mediante vigilancia permanente.

4.14. Sistema de Monitorización y Control

El sistema de monitorización y control de la Planta estará basado en productos abiertos del mercado e incluirá el SCADA y el sistema de control de la Planta, así como todos los equipos necesarios para comunicar con el resto de los sistemas de la Instalación.



SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition, es decir, Supervisión, Control y Adquisición de Datos) no es una tecnología concreta sino un tipo de aplicación. Cualquier aplicación que obtenga datos operativos acerca de un “sistema” con el fin de controlar y optimizar ese sistema es una aplicación SCADA.

El sistema integra la información procedente de los componentes suministrados por diferentes contratistas, permitiendo la operación y monitorización global del funcionamiento de la Planta, la detección de fallos y modificaciones del funcionamiento de los distintos componentes.

El sistema de Control y Monitorización permitirá supervisar en tiempo real la producción de la Planta, permitiendo atender de forma inmediata cualquier incidencia que afecte o pueda afectar a la producción y permitiendo la optimización de la capacidad productiva al operador. Para ello se basa en los datos que obtiene de los distintos componentes, entre otros:

- Inversores: Envían al sistema de control las variables de entrada y salida del inversor, las cuales permiten evaluar el funcionamiento del equipo.
- Estaciones Meteorológicas.
- Remotas de Adquisición de E/S de cada Estación de Potencia.
- Remotas de Adquisición de E/S en la Subestación.
- Medidores de Facturación.
- Sistema de accionamiento de los trackers
- Sistema de seguridad

Los datos se presentarán en forma de medias horarias. El sistema de monitorización será fácilmente accesible por el usuario. En principio se encontrará integrado en los inversores, si bien se dispondrá de un sistema adicional centralizado de monitorización de toda la Planta Fotovoltaica ubicado en el centro de control.

El SCADA debe estar preparado para comunicar por Ethernet con terceras partes mediante el Protocolo IEC-60870-5-104 (perfil de interoperabilidad). Debe existir más de una tarjeta de red para facilitar el acceso de datos a distintos equipos / subredes.

Para el listado de señales a trabajar, los estados deben tratarse como señales dobles; asimismo debe tenerse en cuenta que la comunicación con el otro extremo es con equipos redundantes, dos IPs con las cuales comunicar.

El SCADA debe permitir realizar control remoto sobre el mismo desde cualquier lugar con conexión con el Parque a través de los programas convencionales (p. ej., VNC). Además, debe permitir mostrar los esquemas unifilares y posibilitar la realización de mandos, y permitir la visualización del registro histórico, de la lista de alarmas activas y de la pantalla de mantenimiento. También deberá poder realizar la



comunicación directa con los equipos y relés a nivel de “protección” para análisis de eventos, informes de faltas, ajuste de señales/oscilaciones y pruebas de disparos.

4.14.1. Inversores

Todos inversores contarán con un software de monitorización que permita monitorizar y controlar las variables de funcionamiento internas de los inversores en tiempo real a través de Internet.

4.14.2. Estaciones Meteorológicas

El Parque Fotovoltaico contará con una (1) estación meteorológica con la capacidad de adquirir al menos los siguientes datos meteorológicos: irradiancia global horizontal (GHI) e inclinada (GTI), temperatura de panel fotovoltaico, temperatura ambiente, velocidad y dirección del viento, cantidad de precipitaciones y humedad.

Cada estación meteorológica deberá disponer como mínimo de los siguientes instrumentos:

- 1 piranómetro para medir la GHI.
- 1 piranómetro para medir la GTI.
- 2 células calibradas para medir la GTI, una de las cuales se limpiará continuamente y otra de ellas con la frecuencia que se limpien los módulos fotovoltaicos, para medir el efecto de la suciedad sobre ellos.
- 2 sensores de temperatura PT100 para medir la temperatura de dos módulos fotovoltaicos.
- Anemómetro
- Termohigrómetro
- Datalogger

Todos los equipos deberán contar con los correspondientes certificados de calibración, y los sensores tendrán la mayor precisión disponible en el mercado, no presentando en ningún caso un error en las medidas mayor que el 3%.

Las estaciones meteorológicas estarán conectadas a la red de SSAA para asegurar la continuidad en el suministro de energía, evitando pérdida de datos por descarga de las baterías.

Las comunicaciones se realizarán mediante protocolo Modbus/TCP o Modbus/RTU.



4.14.3. Contador de Energía

El punto de medida principal de la energía generada por la Planta se encontrará en el centro de seccionamiento.

Adicionalmente, en el edificio de control se instalará un contador electrónico trifásico bidireccional para la medida en MT de la energía generada por el Parque Fotovoltaico, ajustado a la normativa metrológica vigente, al Reglamento de Puntos de Medida y a sus instrucciones técnicas complementarias.

El contador irá conectado a los transformadores de tensión e intensidad del Parque Fotovoltaico, será de clase de precisión 0,2 s, y dispondrá de puerto óptico local y puerto remoto serie.

El contador también dispondrá de un display para la visualización de todos los datos que registra el equipo, tales como potencia activa y reactiva, tensión, intensidad y factor de potencia por fases, energía absoluta generada por tarifa, etc.

La comunicación será mediante protocolo Modbus/TPC o Modbus/RTU.

Todos los elementos integrantes del equipo de medida, tanto a la entrada como a la salida de energía, serán precintados por la empresa distribuidora.



5. DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS

En el presente apartado se describen los principales trabajos a ejecutar para acometer el Proyecto de Planta Solar Fotovoltaica conectada a red. Los trabajos de ejecución se pueden clasificar principalmente en:

- Trabajos Previos
- Topografía
- Obra Civil
- Sistema de Drenaje
- Suministro de Equipos
- Montaje Mecánico
- Montaje Eléctrico

5.1. Trabajos Previos

5.1.1. Instalaciones Provisionales

Se denominarán instalaciones provisionales a aquellas que sean necesarias disponer para poder llevar a cabo, con las debidas condiciones de seguridad y salud, los trabajos para la construcción de la Instalación Fotovoltaica, y que una vez que hayan sido realizados, serán retiradas en un período de tiempo definido, generalmente corto.

Incluye los trabajos de preparación y adecuación de las instalaciones provisionales necesarias para la construcción de la Planta, que serán removidas una vez finalizada la obra:

- Oficinas de obra: Se habilitarán contenedores metálicos prefabricados o similar de diferentes dimensiones de acuerdo a las necesidades de los contratistas.
- Comedores: Se habilitarán contenedores metálicos prefabricados o similar de diferentes dimensiones en función del número de trabajadores y las exigencias de la normativa nacional.
- Servicios higiénicos temporales: Incluyen aseos para el personal de obra habilitados en contenedores metálicos prefabricados o similar.
- Zonas de acopio y almacenamiento temporal: Se dimensionarán varias zonas de almacenamiento y acopio de materiales al aire libre. Para los materiales que lo necesiten se diseñarán zonas de almacenamientos con contenedores metálicos prefabricados. Además, quedará prevista una zona de almacenamiento de residuos y otra para el aparcamiento de vehículos y maquinaria de obra.



- Suministro de agua y energía: Incluye los trabajos necesarios para dotar de una red de abastecimiento de agua y energía eléctrica temporal a la zona instalaciones temporales.

Los frentes de trabajo serán móviles, y se irán materializando de acuerdo al desarrollo de las obras. Básicamente los frentes de trabajo corresponden a los puntos donde se llevarán a cabo las obras de la Planta Fotovoltaica, y en la práctica, podrán existir varios frentes operando en forma simultánea.

En los frentes de trabajo se contará con las instalaciones sanitarias requeridas, para lo cual se considera la habilitación de baños químicos, servicio a cargo de terceros que cuenten con las autorizaciones sanitarias correspondientes. En general, cualquiera sea el tipo de instalación requerida por las empresas contratistas, ya sea en la Instalación provisionales o frentes de trabajo, el Titular exigirá que dichas instalaciones cumplan con las exigencias en las leyes nacionales de aplicación. Además, el Titular se compromete a gestionar el envío de la documentación (copia) que acredite que los residuos de los baños químicos fueron depositados en lugares autorizados para su disposición final.

5.1.2. Vallado de Instalaciones Provisionales

El cerramiento de las instalaciones provisorias será una de las primeras actividades a realizar para evitar el paso de personas ajenas a la misma y daños a terceros.

Para independizar la Obra y las Instalaciones provisionales de la normal operación de la Planta, el Contratista deberá considerar la construcción de un cerco metálico protegido con sus respectivos accesos peatonales y vehiculares.

La altura mínima de los cerramientos será de 2 metros, aunque habrá que considerar también las actividades que se vayan a desarrollar en la obra, puesto que pueden existir situaciones, que obliguen a colocar vallados de alturas mayores, marquesinas, etc.

El Real Decreto 1627/97 establece a este respecto, como obligación del coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, la de adoptar las medidas necesarias para que sólo las personas autorizadas puedan acceder a ella. La dirección facultativa, asumirá esta función cuando no fuera necesaria la designación de coordinador.

Además, se define que los accesos y el perímetro de obra deberán señalizarse y destacarse de manera que sean claramente visibles e identificables.

5.1.3. Acceso a las Instalaciones Provisionales

En cuanto al acceso del personal, debe situarse de forma separada al de vehículos. Debe situarse en zona próxima a la puerta de entrada al solar y locales destinados a higiene y bienestar.



Es recomendable que las zonas de paso se señalicen y se mantengan limpias y sin obstáculos, pero si las circunstancias no lo permiten, como sería el caso de producirse barro, hay que disponer pasarelas con un ancho mínimo de 60 cm y a ser posible por zonas, que no tengan que ser transitadas por vehículos.

5.1.4. Requerimientos Sanitarios

Se requerirá de instalaciones higiénicas para atender los requerimientos sanitarios de los trabajadores, para ello se implementarán baños químicos. La cantidad y disposición de los baños se desarrollará cumpliendo los requisitos señalados por el Ministerio de Salud (Real Decreto 1627/1997 y Real Decreto 486/1997).

Los locales de aseo contarán con espejos, lavabos con agua corriente, caliente si es necesario, jabón y toallas individuales u otro sistema de secado con garantías higiénicas. Estos locales serán tipo cabina temporal o baños químicos. Se dispondrán de retretes, dotados de lavabos, situados en las proximidades de los puestos de trabajo, de los locales de descanso, de los vestuarios y de los locales de aseo, cuando no estén integrados en estos últimos.

No se dispondrán duchas ya que no se realizarán habitualmente trabajos sucios, contaminantes o que originen elevada sudoración.

La implementación de los baños químicos será encargada a una empresa que se encuentre autorizada por la Delegación Provincial de Salud.

5.1.5. Suministro de Energía

La energía eléctrica que se requiere para la construcción será suministrada mediante generadores diésel. Se considera la utilización de generadores diésel distribuidos entre las instalaciones provisionales y frentes de trabajo.

Estos equipos estarán declarados ante Delegación de Industria, por un instalador eléctrico autorizado y de clase correspondiente. Los cálculos de cargas y el dimensionamiento de los mismos serán recogidos en el proyecto eléctrico de las zonas provisionales que se declarará en Industria.

Los equipos estarán ubicados en una zona delimitada, protegida y debidamente señalizada. La superficie se tratará con una capa impermeable para evitar infiltraciones de combustible al suelo. Esta superficie debe tener una extensión suficiente para el buen manejo del personal que manipule el equipo, para la entrada del vehículo de recarga y para contener bolsas de arena en previsión de posibles derrames de combustibles. También se colocará un extintor en el interior de la zona delimitada.



5.1.6. Abastecimiento de Agua Potable

Para el uso de las instalaciones de higiene se considera un consumo estimado de 5 m³/día de agua, considerando un consumo promedio de 62 litros/persona/día.

El agua necesaria será provista mediante un camión cisterna y almacenada en un estanque o depósito habilitado para este fin y se asegurará su potabilidad mediante procesos de cloración.

Además, los trabajadores deberán disponer de agua potable para bebida, tanto en los locales que ocupen, como cerca de los puestos de trabajo.

El agua de bebida será proporcionada mediante bidones sellados, etiquetados y embotellados por una empresa autorizada.

5.1.7. Abastecimiento de Agua Industrial

El uso de agua industrial será destinado preferentemente para humectar los materiales que puedan producir material particulado, previo a su transporte.

Es importante indicar que el abastecimiento de agua industrial se realizará mediante camiones aljibes que lo suministrarán desde el exterior, por lo que no será necesaria ningún tipo de instalación auxiliar.

Se considera un consumo estimado de 0,5 m³/día de este material.

5.1.8. Oficinas de Obra

Se utilizarán contenedores metálicos o panel sándwich para dar servicio a la constructora, contratas, la administración competente y la inspección técnica de obra, incluyendo al menos dos puestos de trabajo por oficina y aire acondicionado.

Las instalaciones eléctricas provisionales que darán servicio a estas casetas contarán con sus respectivos fusibles, canalizaciones, cableados y conexiones. Cada contenedor deberá ser aterrizado mediante barra cooper o barra de cobre. Además, se realizará la provisión de muebles en cantidad necesaria para un desempeño cómodo.

5.1.9. Taller de Trabajo

En este recinto se dispondrán las herramientas, accesorios de trabajo e instalaciones eléctricas necesarias para la realización de trabajos de carpintería y enfierradura. Serán instalaciones menores dado



que la mayor parte de los materiales empleados en la construcción no necesitarán ser conformados en obra.

5.1.10. Almacén de Materiales

Para el acopio y almacenamiento de la pequeña herramienta y material de obra y materiales de oficina, se colocarán contenedores marítimos o bodegas modulares metálicas de 20 pies, en la cantidad que se estime conveniente para sus propósitos.

Se debe tener especial cuidado con las Instalaciones Eléctricas las cuales deben contar con sus respectivos fusibles, canalizaciones, cableados y conexiones. Cada contenedor deberá ser aterrizado mediante barra cooper o barra de cobre.

Dado que podría haber materiales inflamables, o de fácil combustión, deberá contar con extinguidores “ad hoc” los cuales serán revisados por personal de Prevención de Riesgos del Contratista.

5.1.11. Vestuarios

Se instalarán vestuarios provistos de asientos y de armarios o taquillas individuales con llave, que tendrán capacidad suficiente para guardar la ropa y el calzado. Los armarios o taquillas para la ropa de trabajo y para la de calle estarán separados cuando ello sea necesario por el estado de contaminación, suciedad o humedad de la ropa de trabajo. Se instalarán un local de aseo por cada 10 trabajadores.

Las dimensiones de los vestuarios, de los locales de aseo, así como las respectivas dotaciones de asientos, armarios o taquillas, lavabos e inodoros, deberán permitir la utilización de estos equipos e instalaciones sin dificultades o molestias.

5.1.12. Comedor

El comedor estará dotado con mesas y sillas con cubierta de material lavable y piso de material sólido y de fácil limpieza, contará con sistemas de protección que impidan el ingreso de vectores, además se dispondrá cercano a los lavatorios con agua potable para el aseo de manos y cara.

En el comedor no se instalará cocina debido a que la comida será facilitada desde el exterior de la Planta debidamente preparada para su transporte por una empresa contratada para tal efecto.

Durante el invierno, se procurará establecer algún sistema de calefacción. La edificación estará debidamente aislada del suelo y protegida contra los cambios bruscos de temperatura.



5.1.13. Estacionamientos

Para facilitar el acceso a las instalaciones temporales de los distintos contratistas y técnicos autorizados que vayan a trabajar en la Instalación se habilitará aparcamiento para vehículos en plazas de 2,5 x 5 metros.

Dado el alto riesgo que representa la circulación de vehículos dentro de las instalaciones de faena, se exigirá una señalización mínima que indique, al menos, lo siguiente: estacionamiento, sentido de circulación, ingreso y salida.

5.1.14. Zonas de Deposición de Residuos

Los residuos de construcción serán almacenados temporalmente en un patio de residuos conformado por una plataforma compactada, debidamente cercada. Esta área se encontrará delimitada, sectorizada y debidamente señalizada.

5.1.14.1. Residuos Domiciliarios o Asimilables

Destacar dos tipos:

- **Residuos orgánicos:** estos residuos son los restos de alimentos, considerado como residuos domésticos
- **Residuos reciclables:** los residuos reciclables generados en la etapa de construcción corresponden a cartones, vidrios y plásticos procedentes de envoltorios de los materiales y equipos suministrados. Se estima que será posible reciclar un 70 % de los residuos industriales generados, para lo cual serán separados en diferentes contenedores según su composición.

Los residuos sólidos domésticos serán recogidos en bolsas de basura o en recipientes cerrados para luego ser dispuestos en tambores debidamente rotulados, los que se mantendrán tapados para evitar la generación de malos olores y atracción y proliferación de vectores.

Se habilitará un sector o patio de residuos, el cual poseerá un sector especial para la acumulación transitoria de los residuos domiciliarios que se generen durante la fase de construcción.

Desde los frentes de trabajo, los residuos serán llevados diariamente hasta el patio de residuos, donde finalmente serán retirados semanalmente.

Una empresa especializada y autorizada será encargada de llevar un registro escrito de control para verificar que los residuos sólidos sean dispuestos en lugares autorizados, y será encargada del traslado a un vertedero autorizado.



5.1.14.2. Residuos Industriales No Peligrosos

Los residuos definidos como Residuos Industriales no Peligrosos corresponden a escombros (áridos, hormigón), restos de madera, clavos, despuntes de hierros, etc.

Estos se generarán de manera relativamente constante durante toda la etapa de construcción y serán acopiados en un área especial dentro de las instalaciones provisionales que consta de 2 unidades de módulos prediseñados RCA1A donde serán clasificados por tipo y calidad para posteriormente ser llevados a un vertedero autorizado.

Las medidas serán de 6 x 2,4 x 2,6 m y suelo de aluminio estirado. El diseño de los módulos debe garantizar una ventilación adecuada mediante el uso de rejillas de ventilación. Presentarán Puerta metálica de 1,6 x 2,06 m con rampa metálica debidamente reforzada.

Instalación eléctrica 380/220 Vac incluyendo alimentación y circuito de emergencia además de Sistemas de detección y extinción de incendios.

Durante toda la etapa de construcción, se llevará un registro escrito de control para verificar que los residuos sólidos sean dispuestos en lugares autorizados.

5.1.14.3. Residuos Industriales Peligrosos

Estos residuos corresponden a grasas, aceites y/o lubricantes bien sea impregnado en paños o en material arenoso.

Para las sustancias y los residuos peligrosos manejados durante la etapa de construcción, el Titular se compromete a mantener un registro actualizado de estos, de manera de estar disponibles para cuando la autoridad los solicite.

Los residuos peligrosos serán almacenados en forma segregada al interior de un área especialmente habilitada, la que contará con un cierre perimetral y demarcación interior para las áreas donde se acumularán los distintos tipos de residuos.

Sus características principales son las siguientes:

- Tamaño 6 x 2,4 x 2,6 m
- Suelo: 30.30.30-2mm Tramex en cubo de 1000 litros con salida de tubería de drenaje. Cubo y Tramex fabricados en acero galvanizado.
- El diseño de los módulos debe garantizar una ventilación adecuada mediante el uso de rejillas de ventilación de aluminio.



- Puerta metálica de 1,6 x 2,06 m con rampa metálica debidamente reforzada.
- Instalación eléctrica 380/220 Vac que incluye alimentación y circuito de emergencia.

5.1.15. Contratación de Servicios

Respecto a la contratación de servicios, tales como el suministro y mantenimiento de baños químicos, la seguridad (guardia), el transporte de personal, las telecomunicaciones y el retiro y disposición de residuos industriales y domésticos serán contratados a empresas especializadas y que cuenten con las autorizaciones respectivas.

Una vez realizados los trabajos de construcción correspondientes a la primera etapa de la Planta, se procederá a dejar el terreno que se destinó para el montaje de las instalaciones provisionales tal cual se encontraba previo a su utilización. Esto quiere decir que se eliminarán todo tipo de restos de fundaciones provisionales, posteados eléctricos, restos de construcción y escombros, los cuales serán conducidos a sus respectivos destinos finales autorizados por el servicio de salud ambiental.

5.1.16. Transporte del Personal y Jornada Laboral

En la planificación de las obras no se considera la instalación de campamentos dormitorio para alojamiento del personal, sino que éste residirá en las localidades cercanas, por lo cual se contará con transporte diario facilitado por el contratista principal hacia el lugar de instalaciones provisionales.

La jornada laboral será de 8 horas al día de lunes a viernes, para un total de 40 horas semanales.

El transporte del personal hacia y desde el sitio en que pernocta se hará mediante una flota de buses o vehículos equivalentes. Además, durante la construcción se deberá transportar personal entre los diferentes puntos de la Instalación para ejercer sus funciones. Este transporte se hará mediante camionetas para uso permanente.

El transporte de los materiales de Proyecto se llevará a cabo mediante camiones que serán despachados bajo la responsabilidad del almacén, los cuales repartirán en los puntos especificados para su destino los diferentes materiales.

Los materiales y servicios serán abastecidos por subcontratos otorgados a terceros con circulación diaria de vehículos a lo largo de la construcción. Entre ellos se pueden citar: distribución de agua potable, distribución de combustibles, mantenimiento y traslado de baños químicos, etc.

En las zonas del Proyecto en que se realice carga/descarga y transporte de materiales de excavación, los camiones transitarán a una velocidad máxima de 30 km/h. Los materiales transportados se cubrirán con lonas debidamente atadas, que cubran toda la carga, para mantener los materiales libres de polvo y evitar



la caída del material. Como medida de prevención contra choques y atropellos, los camiones circularán en todo momento con las luces bajas encendidas.

5.1.17. Primeros Auxilios

En todos los lugares en los que las condiciones de trabajo lo requieran, se dispondrá de material de primeros auxilios, debidamente señalizado y de fácil acceso.

Una señalización claramente visible, deberá indicar la dirección y el número de teléfono del servicio de urgencias más próximo. Se movilizará al afectado al recinto asistencial más cercano y para ello habrá siempre una camioneta disponible para el traslado.

5.1.18. Señalización

Toda actividad y procedimiento en obra será señalizada de acuerdo a la normativa vigente.

En las charlas diarias de seguridad se reforzará el significado de las señalizaciones que pudiesen no tener un claro entendimiento visual, a fin de que el trabajador sea consciente de posibles peligros por desconocimiento de estas.

La delimitación de aquellas zonas de los locales de trabajo a las que el trabajador tenga acceso, en las que se presenten riesgos de caída de personas, caída de objetos, choques o golpes, se realizará mediante un color de seguridad.

La señalización por color referida anteriormente se efectuará mediante franjas alternas amarillas y negras. Las franjas deberán tener una inclinación aproximada de 45° y ser de dimensiones similares de acuerdo con el siguiente modelo:

Desde que se comienza una obra de construcción se deberá tener en cuenta lo siguiente:

- Colocar la señal adecuada, en el lugar adecuado y justo el tiempo necesario.
- Comprobar que es posible cumplir y hacer cumplir con lo que indica la señal.
- Cuidar y mantener las señales en condiciones limpias.

5.2. Topografía

Los trabajos de topografía comprenden el replanteo inicial de la Instalación sobre el terreno para delimitar los límites de la Planta, los viales de acceso, vallado y ubicación de las cimentaciones de la estructura.



El replanteo topográfico del terreno será aprobado por el contratista principal antes del inicio de los trabajos y servirá de base topográfica para la cuantificación de estos; dichas aprobaciones se sucederán en los inicios y finales de las fases de desbroce, excavación y rellenos.

La realización del levantamiento se basará en las coordenadas de al menos dos vértices geodésicos o antenas “Global Navigation Satellite System” (GNSS) para la determinación de sus tres coordenadas del sistema oficial de referencia. Para determinar las alturas ortométricas, se deben conectar a al menos otros dos niveles de puntos, si no se proporciona un modelo gravitacional que asegure una precisión absoluta “H” menor de 10 cm.

Estas bases se presentarán en los planes de levantamiento y se construirá de manera que se asegure su permanencia y que no estén colocadas en terrenos agrícolas o en lugares con riesgo de desaparición o cualquier tipo de movimiento. Se debe asegurar que las bases estén ubicadas en un área protegida de daños mecánicos y perturbaciones electromagnéticas, donde prevalecerá el patrón de sostenibilidad.

5.3. Obra Civil

La obra civil necesaria para la construcción y posterior explotación de Parque Solar se describe a continuación:

- Preparación del terreno y Movimientos de Tierra.
- Viales interiores de la Instalación y acondicionamiento de los accesos.
- Sistema de drenaje.
- Zanjas y canalizaciones para los cables de potencia y control.
- Cimentaciones para las estructuras del seguidor solar y las estaciones de potencia.
- Vallado perimetral.

5.3.1. Preparación del Terreno y Movimientos de Tierra

La preparación del terreno consistirá en una limpieza y desbroce del terreno para eliminar la capa vegetal existente.

Consiste en extraer y retirar de las zonas designadas todos los árboles, tocones, plantas, maleza, broza, maderas caídas, escombros, basura o cualquier otro material indeseable según el Proyecto o a juicio de la dirección de obra. Estos trabajos serán los mínimos posibles y los suficientes para la correcta construcción del Proyecto.

La ejecución de esta operación incluye las operaciones siguientes:



- Remoción de los materiales objeto de desbroce
- Retirado y extendido de los mismos en su emplazamiento definitivo
- Demolición de edificios o posibles estructuras existentes en el terreno y posterior transporte de los escombros a vertedero.

De esta forma se realizará la extracción y retirada en las zonas designadas, de todas las malezas y cualquier otro material indeseable a juicio de la dirección de obra.

Se estará, en todo caso, a lo dispuesto en la legislación vigente en materia medioambiental, de seguridad y salud, y de almacenamiento y transporte de productos de construcción.

Las operaciones de remoción se efectuarán con las precauciones necesarias para lograr unas condiciones de seguridad y evitar daños en las construcciones próximas existentes. Todos los tocones o raíces mayores de diez centímetros (10 cm) de diámetro serán eliminados hasta una profundidad no inferior a setenta y cinco centímetros (75 cm) por debajo de la rasante.

Todas las oquedades causadas por la extracción de tocones y raíces se rellenarán con material procedente de los desmontes de la obra o de los préstamos, según está previsto en el estudio de movimientos de tierras necesarios en la obra.

Todos los pozos y agujeros que queden dentro de la explanación se rellenarán conforme a las instrucciones de la dirección de obra.

Todos los productos o subproductos forestales no susceptibles de aprovechamiento serán eliminados de acuerdo con lo que ordene la dirección de obra sobre el particular

Una vez finalizada la preparación del terreno, a partir del plano topográfico del terreno, y evitando lo máximo posible el desplazamiento de tierras, se hará el movimiento de tierras según corresponda.

Distinguir entre los movimientos de tierra necesarios para:

- Plataforma de área de instalaciones provisionales.
- Adecuación de áreas de seguidores solares con pendientes superiores al 17%.
- Adecuación menor de movimiento de tierras en áreas de seguidores solares con irregularidades puntuales en el terreno.
- Relleno en las zonas bajas del terreno de forma que se evite la acumulación de agua procedente de escorrentía superficial y que provocaría grandes calados perjudicando los distintos equipos de la instalación.

Es importante destacar que no se producirá en ningún caso compensación de movimiento de tierras, sino que se llevará a vertedero.



5.3.2. Viales

La Instalación contará con una red de viales interiores que darán acceso a las diferentes Estaciones de Potencia que conforman la Planta.

Todas las Estaciones de Potencia deberán estar en una plataforma ligeramente elevada y conectada a los caminos internos. Esta plataforma debe considerar un área de trabajo segura de 2 m alrededor de las Estaciones de Potencia, sin pendiente.

Los viales de la Planta serán de 4 m de ancho, y estarán compuestos por una subbase de suelo seleccionado compactado al 95% PM con un mínimo de 0,20 m de espesor y una base de zahorra natural de 0,10 m de espesor compactada al 95% PM. El trazado de los viales se diseñará considerando un radio de giro mínimo de 10,30 m, y respetando una distancia mínima entre los seguidores y el borde del camino de 3 m.

La pendiente máxima de los caminos se establece en un 10%, y aquellos tramos en los que presenten pendientes mayores, si los hubiera, se hormigonarán consecuentemente.

Los viales deberán soportar un tráfico ligero durante la fase de operación de la Planta Fotovoltaica, reducido a vehículos todo terreno y vehículos de carga para labores de mantenimiento y reparación. De forma puntual el acceso de vehículos pesados podrá ser necesario para el transporte de equipos como los transformadores.

En aquellos puntos de cruces de cables y zanjas enterradas con los caminos, se instalarán tubos corrugados embebidos en hormigón para posterior instalación de los cables a través de dichos tubos.

Respecto al camino de acceso a la Planta Solar, se adecuará en aquellos tramos en los que sea necesario para garantizar el paso de vehículos de carga durante la fase de obras. Se le proporcionará un ancho mínimo de 4 metros y se construirán sobreanchos en curvas para asegurar el paso de camiones y/o maquinaria.

5.3.3. Vallado Perimetral

Todo el recinto de la Instalación estará protegido para evitar el ingreso de personal no autorizado a la Planta, así como para evitar el ingreso de fauna y para delimitar las instalaciones, con un cerramiento cinérgico de malla metálica anudada galvanizada tipo 200-17-30. El cerramiento así pues tendrá una altura de 2 m y el ancho de los huecos será de 0,30 m. Adicionalmente, se valorará la posibilidad de utilizar pantallas vegetales a lo largo de todo el perímetro de la Planta con objeto de reducir su posible impacto visual.



La malla irá fijada sobre postes tubulares de acero galvanizado colocados cada 3 m. Adicionalmente se incluirán cada 45 m, es decir cada 15 postes tubulares verticales, unos postes tubulares que servirán de refuerzo de unos 2 m de longitud y una inclinación de 60°. La instalación de los postes tubulares se realizará mediante hincado directo o dados de 300x300x400 mm de HM-20.



Figura 22. Ejemplo de Vallado Cinegético

Se instalará una puerta metálica, galvanizada, de 6x2 m, en cada acceso a la Instalación. La puerta se podrá abrir tanto manualmente, como automáticamente de forma remota.

La distancia mínima entre seguidores y el vallado perimetral será de 9 m.

5.3.4. Canalizaciones

5.3.4.1. Canalizaciones de Baja Tensión

Para las canalizaciones de Baja Tensión se han distinguido dos tipos de zanjas:

- Zanja compartida por cables que conectan los strings con las cajas de agrupación, denominado cable solar (Cu), y por cables que conectan las cajas de agrupación con los inversores, denominado Cable BT (Al).
 - El cableado solar (Cu) circulará por interior de tubos de polietileno de alta densidad (PEAD), con un máximo de ocho (8) circuitos por tubo y un máximo de dos (2) tubos por zanja.
 - El cableado BT (Al) irá directamente enterrado a un mínimo de 0,70 m de profundidad, con un máximo de 7 circuitos separados 0,25 m.



En el lecho de la zanja se colocará una capa de arena de unos 0,10 m de espesor sobre la que se depositará la primera fila de cables. Posteriormente se dejará una capa de 0,25 m de arena para separar las filas de cables, y sobre la fila superior se dejará otra capa de 0,20 m de arena. Encima de lo anterior se colocará una capa de 0,30 m de tierra compactada procedente de la excavación de las zanjas, sobre la cual se colocará una cinta de protección mecánica y señalización. Para finalizar, se colocará una última capa de 0,20 m de tierra compactada.

- Zanja por la que solo discurrirá el cableado de BT (AI) que conecta las cajas de agrupación con los inversores. Los cables irán directamente enterrados a un mínimo de 0,70 m de profundidad y con un máximo de 8 circuitos por zanja separados 0,25 m. En el lecho se colocará una capa de arena de unos 0,10 m de espesor sobre la que se depositará la primera fila de cables. Posteriormente se dejará una capa de 0,25 m de arena para separar las filas de cables, y sobre la fila superior se dejará otra capa de 0,20 m de arena. Encima de lo anterior se colocará una capa de 0,30 m de tierra compactada procedente de la excavación de las zanjas, sobre la cual se colocará una cinta de protección mecánica y señalización. Para finalizar de colocará una última capa de 0,20 m de tierra compactada.

Aparte de estos dos tipos de zanjas, distinguir los tramos de zanjas que discurren bajo caminos. Por este tipo de zanjas solo discurrirá el cableado denominado como cableado BT (AI), el cual irá enterrado bajo tubo. Las capas de arena se sustituirán por hormigón. En estas zanjas discurrirán un máximo de ocho (8) circuitos separados 0,25 m, habrá un tubo por cada circuito. El cableado irá a una profundidad mínima de 0,70 m.

El trazado será lo más rectilíneo posible, y a poder ser separados lo máximo posible de las cimentaciones de los seguidores. Asimismo, deberán tenerse en cuenta los radios de curvatura mínimos de los cables, a respetar en los cambios de dirección.

Para más detalles sobre los distintos tipos de zanjas de BT consultar el Plano 2.5 “Detalle Sección Zanjas BT”.

5.3.4.2. Canalizaciones de Media Tensión

El cableado de media tensión de la Planta tendrá que llegar al Centro de Seccionamiento de la planta. Se ha contemplado que en las zanjas de MT se dispondrá 1 circuito.

Discurrirá directamente enterrado en zanja de un mínimo de 0,80 m de profundidad con una separación de 0,25 m entre los ejes de cada circuito. En el lecho de la zanja se colocará una capa de arena de unos 0,05 m de espesor sobre la que se depositará la fila de cables que vaya a mayor profundidad. Posteriormente se añadirá una capa de unos 0,20m de arena y se colocará la siguiente file de cables. Sobre la fila de cables superior se dejará una capa de unos 0,30 m de arena. Encima se colocará una capa



de 0,60 m de tierra compactada procedente de la excavación de las zanjas, sobre la cual se colocará una cinta de protección mecánica y señalización. Para finalizar se colocará una última capa de 0,20 m de tierra compactada.

En aquellos tramos de canalizaciones que discurran bajo caminos, carreteras y arroyos, los cables irán enterrados bajo tubo de polietileno de alta densidad (PEAD), con un circuito por tubo, y las capas de arena se sustituirán por hormigón. El cableado irá a una profundidad mínima de 0,80 m.

Para más detalles sobre los distintos tipos de zanjas de MT consultar el Plano 2.6 “Detalle Sección Zanjas MT”.

5.3.5. Cimentaciones

Estos trabajos incluirán la realización de las cimentaciones de las estructuras fotovoltaicas y de las Estaciones de Potencia (MT) o Centros de Transformación.

La estructura de los seguidores se instalará por medio de hincado directo al terreno siempre que sea posible, a una profundidad de hincado mínima según se determine en el Pull-Out Test que deberá realizarse previo a la construcción de acuerdo al estudio geotécnico. En aquellos casos en los que el hincado directo no sea posible, se utilizará el método de pre-drilling para la instalación de las hincas de los seguidores, y si tampoco fuera posible, se utilizarán zapatas de hormigón aisladas.

La Estación de Potencia tendrán una cimentación cuyas dimensiones deberán ser definidas conforme a la tensión admisible del terreno que se obtendrá del Estudio Geotécnico que se deberá realizar previo a la construcción.

5.3.6. Almacén de Repuestos y Documentación

La Planta Fotovoltaica dispondrá de unas instalaciones destinadas a Almacén de Repuestos y Documentación, acordes al tamaño de la Planta Fotovoltaica.

5.4. Sistema de Drenaje

De acuerdo a lo dispuesto en el Estudio Hidrológico del emplazamiento, la Planta podrá contar con un sistema de drenaje que permita evacuar, controlar, conducir y filtrar todas las aguas pluviales hacia los drenajes naturales del área ocupada por la Instalación.

Se deberá asegurar que el sistema de drenaje da continuidad al drenaje natural del terreno.

Se diferencian tres tipologías diferentes que se detallan a continuación:



- Drenaje longitudinal de tipo 1 (cuneta) como medida de protección perimetral de la Planta y de los viales internos. Captarán el agua de escorrentía y la conducirán hacia los puntos de menor cota.
- Drenaje longitudinal de tipo 2 (paso salvacunetas) para permitir el cruce entre caminos (interior o de acceso a la Planta) y las obras de drenaje de tipo 1, con el fin de garantizar el regular flujo entre el agua pluvial recolectada en la cuneta frente a un evento con un tiempo de retorno de 25 años;
- Obra de Drenaje Transversal (ODT) para permitir el cruce caminos y las ramblas/cauces existentes, con el fin de garantizar el regular flujo de escorrentías frente a un evento con un tiempo de retorno de 100 años. Se colocarán tubos salva cunetas que crucen bajo los caminos, con rejillas a la entrada para evitar el atarramiento de los tubos. Se evitarán los diámetros pequeños, empleando como mínimo el diámetro Ø400 mm, y empleando tubos con capacidad mecánica suficiente para soportar el paso de los vehículos. En caso de que los cauces sean muy poco pronunciados o el desnivel del terreno sea insuficiente para permitir la instalación de tubos como ODT, se recurrirá a la ejecución de vados hormigonados, protegiendo el camino de la socavación y restituyendo el flujo natural del agua.

También se realizarán las acciones necesarias para evitar afecciones por las posibles aguas de escorrentía provenientes de las parcelas colindantes al Proyecto.

En función del estudio de la pluviometría de la zona, se calculan la escorrentía superficial y las precipitaciones máximas sobre la parcela. Las dimensiones de las canalizaciones de evacuación de aguas a construir se dimensionarán en función de los datos pluviales y la normativa nacional relacionada.

5.5. Suministro de Equipos

Previo al montaje electromecánico de la Planta se realizará la recepción, acopio y almacenamiento de materiales en el lugar destinado a tal efecto. Todos los materiales para el montaje de la estructura solar, así como los módulos FV, cuadros eléctricos y otras piezas de pequeño tamaño se entregarán en obra debidamente paletizados. La descarga desde el camión hasta la zona de acopios se realizará mediante el uso de grúas pluma. El suministro de equipos incluye la recepción, acopio y reparto de los materiales de construcción.

5.6. Montaje Mecánico

5.6.1. Montaje de Seguidores y de Módulos FV

El seguidor solar horizontal está formado por un conjunto de perfiles metálicos unidos entre sí. La estructura principal es un perfil tubular apoyado sobre postes. Éstos se instalarán por medio de hincado directo al terreno siempre que sea posible, a una profundidad de hincado mínima según se determine en el



Pull-Out Test que deberá realizarse previo a la construcción de acuerdo al estudio geotécnico. En aquellos casos en los que el hincado directo no sea posible, se utilizará el método de pre-drilling para la instalación de las hincas de los seguidores, y si tampoco fuera posible, se utilizarán micropilotes o zapatas de hormigón aisladas.

El perfil tubular se acopla mediante un brazo pivotante a una biela accionada por un actuador electromecánico, el cual hace girar la estructura de forma automatizada.

El montaje de la estructura concluye con la fijación de los módulos fotovoltaicos y las cajas de seccionamiento a los perfiles metálicos mediante grapas uniones atornilladas.

5.6.2. Montaje de Estación de potencia

La estación de potencia tan solo necesitarán la adecuación del terreno donde se instalarán y su correcto posicionamiento en el campo solar.

5.7. Montaje Eléctrico

Los trabajos de montaje eléctrico incluyen las siguientes actividades:

- Instalación eléctrica de Baja Tensión (BT).
- Instalación eléctrica de Media Tensión (MT).

5.7.1. Instalación Eléctrica de Baja Tensión (BT)

La instalación eléctrica de baja tensión se puede dividir a su vez en:

- Instalación de corriente continua en baja tensión (CCBT)
- Instalación de corriente alterna en baja tensión (CABT).

La instalación CCBT comprende la disposición de todo el cableado de string CC en el campo fotovoltaico.

En primer lugar, se procederá a la formación de las strings de módulos FV interconectando entre sí los módulos FV contiguos de un seguidor hasta completar el número necesario para cada serie. Esta operación se repetirá sucesivamente para todos las strings de la Planta.

La instalación CCBT se completa mediante la conexión eléctrica entre los strings y las cajas combinadoras de string, que son armarios eléctricos de intemperie destinados a conectar en paralelo varios strings y permitir la desconexión de una parte del generador FV en caso de fallo o para realizar labores de mantenimiento; y por otro lado entre éstas y los inversores, los cuales estarán ubicados en los lugares



destinados para el efecto. Dicha conexión se realiza mediante el tendido de cable aislado por canalizaciones subterráneas previamente ejecutadas.

La instalación CABT comprende la alimentación de los seguidores y resto de equipos auxiliares: se deberán interconectar los armarios de control de los seguidores y los armarios de cada equipo auxiliar con el cuadro de baja tensión, instalado en las Estaciones de Potencia y conectados a los transformadores de auxiliares.

5.7.2. Instalación Eléctrica de Media Tensión (MT)

Los trabajos y elementos necesarios para la ejecución de las líneas subterráneas de Media Tensión son los descritos en los siguientes apartados:

5.7.2.1. Disposición del Montaje

Los cables se agruparán en tresbolillo, siguiendo el esquema de colocación de fases siguiente:

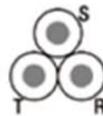


Figura 23. Colocación de Cables en Formación Tresbolillo

Los conductores se instalarán directamente enterrados, exceptuando en aquellas zonas donde se produzcan cruzamientos con diferentes afecciones (carreteras, caminos públicos, cauces...), donde se instalarán enterrados bajo tubo.

5.7.2.2. Accesorios

Los accesorios serán adecuados a la naturaleza, composición y sección de los cables, y no deberán aumentar la resistencia eléctrica de éstos. Las terminaciones deberán ser, asimismo, adecuados a las características ambientales (interior, exterior, contaminación, etc.)

La ejecución y montaje de los accesorios de conexión se realizarán siguiendo el Manual Técnico correspondiente cuando exista, o en su defecto, las instrucciones del fabricante.

Terminaciones

Las terminaciones serán adecuadas al tipo de conductor empleado en cada caso. Existen dos tipos de terminaciones para las líneas de Media Tensión:



Terminaciones convencionales contráctiles en frío, tanto de exterior como de interior: se utilizarán estas terminaciones para la conexión a instalaciones existentes con celdas de aislamiento al aire o en las conversiones aéreo-subterráneas. Estas terminaciones serán acordes a las normas UNE 211027, UNE HD 629-1 y UNE EN 61442.

Conectores separables: se utilizarán para instalaciones con celdas de corte y aislamiento en SF6. Serán acordes a las normas UNE-HD 629-1 y UNE-EN 61442.

Empalmes

Los empalmes serán adecuados para el tipo de conductores empleados y aptos igualmente para la tensión de servicio. En general se utilizarán siempre empalmes contráctiles en frío, tomando como referencia las normas UNE: UNE211027, UNE-HD629-1 y UNE-EN 61442.

5.7.2.3. Sistema de Puesta a Tierra

Puesta a Tierra de las Pantallas Metálicas

Se conectarán a tierra las pantallas de todas las fases en cada uno de los extremos y en los empalmes intermedios. Esto garantiza que no existan grandes tensiones inducidas en las cubiertas metálicas.



Figura 74. Puesta a tierra de Cubiertas Metálicas

No será necesario realizar trasposición de fases dado que las ternas se montarán en formación tresbolillo.

5.7.2.4. Derivaciones

Las derivaciones de este tipo de líneas se realizarán desde las celdas de línea situadas en centros de transformación o reparto desde líneas subterráneas haciendo entrada y salida.

5.7.2.5. Ensayos Eléctricos después de la Instalación

Una vez que la instalación ha sido concluida, es necesario comprobar que el tendido del cable y el montaje de los accesorios (empalmes, terminales, etc.), se ha realizado correctamente.



5.7.2.6. Canalización

La zanja ha de ser de la anchura suficiente para permitir el trabajo de un hombre, salvo que el tendido del cable se haga por medios mecánicos. Sobre el fondo de la zanja se colocará una capa de arena o material de características equivalentes de espesor mínimo 5 cm y exenta de cuerpos extraños. Los laterales de la zanja han de ser compactos y conforme a la normativa de riesgos laborales. Por encima del cable se dispondrá otra capa de 10 cm de espesor, como mínimo, que podrá ser de arena o material con características equivalentes.

Para proteger el cable frente a excavaciones hechas por terceros, los cables deberán tener una protección mecánica que en las condiciones de instalación soporte un impacto puntual de una energía de 20 J y que cubra la proyección en planta de los cables, así como una cinta de señalización que advierta la existencia del cable eléctrico de M.T. Se admitirá también la colocación de placas con doble misión de protección mecánica y de señalización.

Y, por último, se terminará de rellenar la zanja con tierra procedente de la excavación, debiendo de utilizar para su apisonado y compactación medios mecánicos.

5.7.2.7. Medidas de Señalización y Seguridad

Las zanjas se realizarán cumpliendo todas las medidas de seguridad personal y vial indicadas en las Ordenanzas Municipales, Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo, Código de la Circulación, etc.

Todas las obras deberán estar perfectamente señalizadas y balizadas, tanto frontal como longitudinalmente (chapas, tableros, valla, luces, etc.). La obligación de señalizar alcanzará, no sólo a la propia obra, sino aquellos lugares en que resulte necesaria cualquier indicación como consecuencia directa o indirecta de los trabajos que se realicen.



6. PLAN DE DESMANTELAMIENTO

En esta sección se describe el Plan de Desmantelamiento de la Planta que se realizará una vez cese la actividad de la Instalación. A efectos de este Proyecto se establece un mínimo de 30 años como la vida útil de la Planta desde su puesta en servicio.

El desmantelamiento implica dejar el terreno ocupado por la Planta Fotovoltaica en su estado original. Todos los elementos constituyentes de la Planta serán desmontados o demolidos y todos los escombros retirados a un vertedero autorizado, favoreciendo el reciclaje de los diferentes materiales que componen el Proyecto.

El plazo de ejecución de las actuaciones previstas en el Plan de Desmantelamiento será de tres meses.

Con el fin de que las operaciones de desmantelamiento se realicen de forma segura, se comenzará con la desconexión eléctrica de la Planta, para proceder de forma segura al desmontaje de los equipos y conexiones eléctricas, continuando con las mecánicas y con la demolición de las obras civiles, terminando con las operaciones de restitución del suelo sus condiciones originales previas a la construcción de la Planta.

A continuación, se describen las labores de desmantelamiento de las instalaciones que componen la Planta Fotovoltaica, el tratamiento de los residuos generados y la restauración de los terrenos ocupados por la misma, así como la valoración de los costes de dichas labores.

6.1. Desconexión de la Red Eléctrica

Una vez que la Planta finalice su actividad y antes de proceder al desmantelamiento de las instalaciones, se procederá al desconexión de la Planta de la red eléctrica. Lo que se realizará en las siguientes fases.

- **Desconexión de la red de media tensión:** Se procederá a la desconexión de la LSMT de la Planta, quedando por tanto aislada de la misma. Esta acción se realizará a nivel del Centro de Seccionamiento. Para ello se procederá a:
 - Aislamiento de la Planta mediante apertura de líneas en el Centro de Seccionamiento.
 - Retirada de los conductores de media tensión correspondientes al entronque.

Los conductores y demás materiales sobrantes serán almacenados para su entrega a gestor autorizado para su reciclaje.



- Desconexión de la red interna subterránea de media tensión: Se realizará a nivel de la Estación de Potencia y del Centro de Seccionamiento.
- Desconexión de la red de baja tensión:
 - Desconexión de los inversores mediante interruptores.
 - Desconexión de los ramales de los módulos mediante interruptores seccionadores.
 - Desconexión del cableado que une los módulos en serie.
 - Desmantelamiento de los tubos protectores y del cableado.

Los conductores y demás material sobrante serán almacenados en contenedores para su entrega a gestor autorizado para su reciclaje.

6.2. Desmantelamiento

Durante el desmantelamiento se adoptarán todas las medidas de seguridad y prevención de riesgos laborales recogidas en la legislación vigente en ese momento, así como toda la legislación sectorial aplicable.

Se describe a continuación el desmantelamiento de los equipos principales del Proyecto.

Desmantelamiento de los Módulos

Para llevar a cabo el desmontaje mecánico de los módulos que constituyen el generador fotovoltaico, en primer lugar, se debe realizar la desconexión eléctrica de las series de los módulos. Una vez que se haya garantizado la desconexión del sistema eléctrico se procederá en retirar los módulos de la estructura de soporte siguiendo el proceso inverso al adoptado durante su instalación.

Los módulos se irán desmontando y acopiando en zonas habilitadas para ese fin del vial más próximo, donde se irán colocando en pallets. Los módulos se repartirán por categorías en función de su estado de degradación para poder reutilizarlos en caso de que se considere conveniente. El resto se reciclarán separando los principales elementos que los componen. Las juntas aislantes colocadas entre los módulos y los marcos se separarán y se reciclarán de forma independiente.

Desde las zonas de acopio se trasladarán los pallets a un camión situado a la salida de la planta, para su traslado al destino final.

Desmantelamiento de los Seguidores Solares (trackers)

Para realizar el desmantelamiento de las estructuras soporte de los módulos fotovoltaicos, el primer paso es el desensamblaje de todos los elementos metálicos.



Los materiales metálicos que se obtienen se acopiarán en las zonas habilitadas para ello, desde donde se trasladarán para su carga en camión por medio del manipulador telescópico y el camión pluma.

El desmontaje de las estructuras se hará secuencialmente y solo tras el desmontaje de los módulos fotovoltaicos, y tras la desinstalación de los cuatros y materiales eléctricos y de control que pertenecen a los mismos seguidores.

Todos los materiales retirados se trasladarán desde las zonas de acopio hasta el camión para trasladarlos a un vertedero autorizado o a una planta de tratamiento para su aprovechamiento, separando los distintos materiales en función de su destino.

Desmantelamiento de la Instalación de Eléctrica

Los trabajos de desmantelamiento de la instalación eléctrica consistirán en:

- Remoción del cableado solar de los módulos fotovoltaicos
- Remoción del cable de continua desde los módulos a los inversores.
- Remoción del cable de cable de corriente alterna desde los centros de transformación al punto de conexión, incluyendo la red de tierra y todos sus elementos.

El cable se organizará por tipo de cable y se acopiará en contenedores distribuidos por la obra para dicho fin. Para desmontar las líneas subterráneas se recuperará en primer lugar el cableado y se abrirán después las zanjas para extraer las canalizaciones. También se demolerán las arquetas de registro distribuidas en el trazado de dicha red subterránea.

Tras la remoción del cableado se procederá con remover los inversores, los transformadores, las celdas de media tensión, los equipos de medida protección y control.

Los inversores son equipos de grandes dimensiones, por lo que será necesaria la ayuda del camión pluma o el manipulador telescópico para su traslado hasta el camión situado a la entrada de la Planta.

Todos los elementos recuperados, entre los que fundamentalmente hay cables de aluminio y cobre y material eléctrico, se acopiarán en los puntos habilitados para ello, para después llevarlos al camión separados según su destino, ya sea para su posterior reciclado o reutilización cuando sea posible o para su entrega a vertedero autorizado de cada tipo de material en caso contrario.

Desmantelamiento de la Obra Civil

Se eliminarán las cimentaciones hasta una profundidad mínima de 70 cm, a medir desde la cota natural del terreno. Una vez realizada la extracción, se procederá al recubrimiento de la zona afectada mediante



una capa de terreno vegetal de espesor suficiente para que se permita el arraigo de las especies autóctonas.

En el caso de edificios fabricados en la Planta, se procederá a su demolición y retirada de escombros a vertedero autorizado.

Los viales y caminos interiores, y correspondientes cunetas y bordillos, se desmantelarán una vez finalizado el desmantelamiento de todas las instalaciones de la Planta, siempre y cuando los servicios forestales o las autoridades competentes no expresen su deseo de contar con ellos en el futuro.

Desmantelamiento del Vallado Perimetral

El desmontaje del vallado perimetral se llevará a cabo manualmente, retirando los postes y vallas metálicas. Los residuos generados serán acopiados en camión para su traslado a una planta de tratamiento o vertedero autorizado para su reciclado.

6.3. Medidas Correctoras y Restauración Paisajística

Las medidas correctoras que se plantean están enfocadas a lograr algunos de los siguientes aspectos:

- Reducir o eliminar las alteraciones que el medioambiente de la zona pueda haber sufrido por las instalaciones.
- Reducir o atenuar los efectos ambientales negativos, limitando la intensidad de la acción que se ha provocado.
- Llevar a cabo medidas de restauración de modo que se consiga el efecto contrario a la acción provocada.

En la tabla siguiente aparece un esquema simplificado de los aspectos a considerar para el buen desarrollo de las medidas correctoras a realizar.

| Factor Ambiental | Medidas Correctoras |
|----------------------------------|--|
| Contaminación Atmosférica | - Reducir los niveles de polvo. |
| Contaminación Acústica | - Minimizar los niveles de ruido en las labores de desmantelamiento. - Limitación del horario de trabajo de las unidades ruidosas. - Protección del personal adscrito a la obra según Plan de Seguridad y Salud. |
| Suelo | - Reducir los riesgos de contaminación propios de esta fase. - Restauración de las zonas ocupadas por las instalaciones. |
| Vegetación | - Revegetación de los puntos ocupados por las instalaciones, empleando especies autóctonas que lo aproximen al clima. |



| Factor Ambiental | Medidas Correctoras |
|------------------|--|
| Paisaje | - Restauración paisajística de las zonas ocupadas por las instalaciones. |

Tabla 13: Medidas correctoras y restauración paisajística

6.4. Gestión de Residuos

Como se ha mencionado en apartados anteriores, todos aquellos elementos resultantes del desmantelamiento de la Instalación se llevarán a centros autorizados para su reciclaje o a vertederos controlados para su eliminación.

Los residuos de construcción y demolición se destinarán preferentemente, por este orden, a operaciones de reutilización, reciclado o a otras formas de valorización, asegurando que los destinados a operaciones de reutilización reciban un control y tratamiento adecuado antes de ser reutilizado como repuestos u otras funciones que cumplan con un desarrollo sostenible de la actividad en cuestión.

6.5. Plan de Seguridad y Salud

El contratista adjudicatario de los trabajos de desmantelamiento, realizará conforme a la legislación vigente un plan de seguridad y salud, donde recoja, según su sistema de trabajo, las medidas de seguridad a aplicar durante la realización de estos. Este plan de seguridad y salud será aprobado por el coordinador de seguridad y salud previo al comienzo de los trabajos.

6.6. Mediciones y Presupuesto

| Cantidad | Unidad | Concepto | Precio unitario (€) | Total (€) |
|------------------------------------|--------|---|---------------------|-------------|
| Generador Fotovoltaico | | | | |
| 8.736,00 | Ud | Desmontaje, carga y transporte de módulos fotovoltaicos | 0,64 € | 5.591,04 € |
| 168,00 | Ud | Desmontaje, carga y transporte de seguidores | 92,50 € | 15.540,00 € |
| Instalación Eléctrica de BT | | | | |
| 19.798,45 | ml | Desconexión de cableado eléctrico | 0,29 € | 5.741,55 € |
| 30,00 | Ud | Desmontaje de cajas de agrupación de series | 45,00 € | 1.350,00 € |
| 3,00 | Ud | Desmantelamiento de inversores y equipos eléctricos asociados | 98,10 € | 294,30 € |
| Instalación Eléctrica de MT | | | | |
| 1.080,00 | ml | Desconexión de cableado eléctrico | 4,95 € | 5.346,00 € |



| Cantidad | Unidad | Concepto | Precio unitario (€) | Total (€) |
|----------------------------------|----------------|---|---------------------|-------------|
| 1,00 | Ud | Desmontaje de transformadores y aparamenta de los centros de transformación | 54,00 € | 54,00 € |
| 1.879,21 | ml | Desmontaje de la red de tierras | 2,99 € | 5.618,83 € |
| Obra Civil | | | | |
| 1.176,00 | Ud | Desmontaje de las cimentaciones de los seguidores (hincas). | 4,70 € | 5.527,20 € |
| 1,00 | Ud | Demolición del edificio de control | 25.000,00 € | 25.000,00 € |
| 5.404,04 | m ² | Eliminación de viales | 2,78 € | 15.023,23 € |
| 7,93 | Ha | Movimiento de tierras para restauración | 200,00 € | 1.586,00 € |
| Cerramiento Perimetral | | | | |
| 1.258,10 | ml | Desmontaje del vallado | 2,18 € | 2.742,65 € |
| 1,00 | Ud | Desmontaje de puerta de acceso | 250,00 € | 250,00 € |
| 1,00 | Ud | Desmontaje del sistema de seguridad | 13.000,00 € | 13.000,00 € |
| Restauración Paisajística | | | | |
| 7,93 | ha | Restauración capa vegetal | 88,00 € | 697,84 € |

Tabla 14: Mediciones y Presupuesto

Resumen del Presupuesto de Desmantelamiento:

| Resumen del Presupuesto | Cantidad |
|-----------------------------------|---------------------|
| Total Generador Fotovoltaico | 21.131,04 € |
| Total Instalación eléctrica de BT | 7.385,85 € |
| Total Instalación eléctrica de MT | 11.018,83 € |
| Total Obra Civil | 47.136,43 € |
| Total Cerramiento Perimetral | 15.992,65 € |
| Total Restauración paisajística | 697,84 € |
| TOTAL PRESUPUESTO | 103.147,64 € |

Tabla 15: Resumen Presupuesto Desmantelamiento

El presupuesto total del desmantelamiento de la "Planta Fotovoltaica asciende a **103.147,64 €**



7. RESUMEN DE PRESUPUESTO

El Presupuesto Material de Ejecución del presente proyecto asciende a la cantidad de DOS MILLONES CUATROCIENTOS VEINTIOCHO MIL SETECIENTOS OCHENTA Y TRES EUROS CON SESENTA Y SEIS CÉNTIMOS (**2.428.783,66 €**), I.V.A. no incluido.

A continuación, se presenta un resumen de las diferentes partidas:

| ITEM. | DESCRIPCION | TOTAL |
|---------------------------------|-----------------------------------|-----------------------|
| 1 | ESTUDIOS E INGENIERIAS | 35.600,00 € |
| 2 | SUMINISTRO DE EQUIPOS PRINCIPALES | 1.593.280,00 € |
| 3 | OBRA CIVIL | 179.876,53 € |
| 4 | SUMINISTRO Y MONTAJE MECÁNICO | 300.007,81 € |
| 5 | SUMINISTRO Y MONTAJE ELÉCTRICO | 57.459,93 € |
| 6 | CONTROL Y COMUNICACIONES | 90.728,62 € |
| 7 | SISTEMA DE SEGURIDAD | 90.090,84 € |
| 8 | VARIOS | 81.739,92 € |
| TOTAL EJECUCION MATERIAL | | 2.428.783,66 € |

El total del Presupuesto de Ejecución por Contrata del presente proyecto asciende a la cantidad de TRES MILLONES TRESCIENTOS SESENTA Y CUATRO MIL TRESCIENTOS SETENTA EUROS CON CINCUENTA Y CINCO CÉNTIMOS (**3.364.370,55 €**), I.V.A. incluido.

| | |
|---|-----------------------|
| TOTAL PRESUPUESTADO | 2.428.783,66 € |
| GASTOS GENERALES (8%) | 194.302,69 € |
| BENEFICIO INDUSTRIAL (6%) | 157.385,18 € |
| TOTAL PRESUPUESTO | 2.780.471,53 € |
| IVA (21%) | 583.899,02 € |
| TOTAL PRESUPUESTO (IVA INCLUIDO) | 3.364.370,55 € |



MEMORIA DE CÁLCULO

**Instalación Solar Fotovoltaica con Conexión a la
Red en Villa de Otura (Granada), España**

PSFV Campos de Granada III

Potencia Instalada Total: 4,99 MWp

Situación

(T.M. Villa de Otura - España)

441330.00 m E

4104004.00 m N

UTM Huso 30



Abril 2021

Índice

| | |
|--|-----------|
| 1. OBJETO | 4 |
| 2. CÁLCULO DEL NÚMERO DE MÓDULOS POR STRING | 5 |
| 2.1. OBJETO | 5 |
| 2.2. METODOLOGÍA DEL CÁLCULO | 5 |
| 2.3. RESULTADOS DEL CÁLCULO | 6 |
| 3. CÁLCULOS DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN | 7 |
| 3.1. OBJETO | 7 |
| 3.2. NORMATIVA APLICABLE | 7 |
| 3.3. CABLEADO DE BAJA TENSIÓN | 7 |
| 3.4. CONDICIONES DE LA INSTALACIÓN | 8 |
| 3.5. METODOLOGÍA DE CÁLCULO | 9 |
| 3.6. SISTEMA DE PROTECCIONES | 10 |
| 3.7. RESULTADOS DE CÁLCULO | 12 |
| 4. CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN DE MEDIA TENSIÓN | 13 |
| 4.1. OBJETO | 13 |
| 4.2. NORMATIVA APLICABLE | 13 |
| 4.3. CABLEADO DE MEDIA TENSIÓN | 13 |
| 4.4. CONDICIONES DE LA INSTALACIÓN | 13 |
| 4.5. METODOLOGÍA DE CÁLCULO | 14 |
| 4.6. SISTEMA DE PROTECCIONES | 16 |
| 4.7. RESULTADOS DE CÁLCULO | 17 |
| 5. ESTUDIO DE CORTOCIRCUITOS | 18 |
| 5.1. OBJETO | 18 |
| 5.2. DATOS DE LA RED | 18 |
| 5.3. CRITERIOS DE CÁLCULO | 18 |
| 5.4. RESULTADOS | 19 |
| 6. ESTUDIO DE PUESTA A TIERRA | 21 |
| 6.1. OBJETIVO Y ALCANCE | 21 |
| 6.2. NORMATIVA APLICABLE | 21 |
| 6.3. DATOS DE PARTIDA | 21 |



COGITISE
 Verificación de integridad: <https://www.cogitise.es/verifica>

VISADO Nº 1846/2021 - A00
 25/04/2021
 COLEGIADO 12.161 MARTÍN ANARTE, JAVIER
 C.S.V. *8345930235*



| | |
|---|-----------|
| 6.4. RED DE TIERRA DE PROTECCIÓN | 22 |
| ANEXO I: CÁLCULO DE CABLES DE BAJA TENSIÓN | 26 |
| ANEXO II: CÁLCULO DE CABLES DE MEDIA TENSIÓN | 29 |
| ANEXO III: ESTUDIO DE CORTOCIRCUITOS | 31 |



1. OBJETO

Se redacta la siguiente Memoria de Cálculo para dar justificación a los datos de diseño que se han considerado para la elaboración del Proyecto de Ejecución del Parque Solar Fotovoltaico “Campos de Granada III”.



2. CÁLCULO DEL NÚMERO DE MÓDULOS POR STRING

2.1. Objeto

En este apartado se calcula el número de módulos por string para el diseño del Proyecto.

2.2. Metodología del Cálculo

El número máximo de módulos en serie que conforman un string se calcula verificando que la tensión más elevada que pueda alcanzar el string (tensión de circuito abierto Voc) no supere nunca a la tensión máxima del sistema (1.500 V).

$$N^{\circ} \text{ de módulos en serie} \cdot Voc < \text{Tensión del sistema}$$

Por tanto, se ha de comprobar que, incluso en las condiciones más desfavorables (temperaturas bajas e irradiancias altas), la tensión del circuito abierto de una asociación en serie de módulos no supere los 1.500 V.

La tensión de circuito abierto del módulo en función de la temperatura e irradiancia viene dada por la siguiente expresión:

$$Voc_{T^a_{mod}}(GTI) = Voc_{25^{\circ}C}(GTI) \cdot [1 + (T^a_{mod} - 25^{\circ}C) \cdot \beta]$$

Donde:

- $Voc_{T^a_{mod}}(GTI)$ es la tensión de circuito abierto del módulo para una determinada temperatura de trabajo e irradiancia incidente en el mismo (en V).
- $Voc_{25^{\circ}C}(GTI)$ es la tensión de circuito abierto del módulo a 25°C para una determinada irradiancia incidente en el mismo. Este valor lo proporciona el fabricante en el archivo *.pan del módulo (en V).
- GTI es la irradiancia global inclinada que incide en el módulo (en W/m²).
- β es el coeficiente que indica la variación de potencia del módulo en función de la temperatura. Este dato es proporcionado por el fabricante en la hoja técnica de datos del módulo (en %/°C).
- T^a_{mod} es la temperatura del módulo en unas condiciones de trabajo, que viene dada por la siguiente expresión:

$$T^a_{mod} = T^a_{amb} + GTI \cdot \left(\frac{NOCT - 20}{800} \right)$$



Donde:

- T^a_{amb} es la temperatura ambiente (°C)
- $NOCT$ es la temperatura normal de operación de las células del módulo (°C)

2.3. Resultados del Cálculo

Dado que la V_{oc} del módulo aumenta al disminuir la temperatura ambiente, se ha calculado la V_{oc} en las condiciones más desfavorables para los siguientes niveles de irradiancia y se han obtenido los siguientes resultados:

| Tensión de circuito abierto en condiciones desfavorables | | | | | |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|
| GTI (W/m ²) | 200 | 400 | 600 | 800 | 1000 |
| $T^a_{amb,mín}$ (°C) | 3,5 | 4,3 | 10,3 | 15,8 | 19,0 |
| $V_{oc_{25°C}}$ (V) | 50,20 | 51,50 | 52,30 | 52,90 | 53,30 |
| T^a_{mod} (°C) | 9,25 | 15,80 | 27,55 | 38,80 | 47,75 |
| $V_{oc_{T^a_{mod}}}$ (V) | 52,49 | 52,87 | 51,91 | 50,78 | 49,78 |

Tabla 1. Cálculo tensión de circuito abierto a distintas irradiaciones y temperaturas

Nota: Los valores mínimos de temperatura ambiente se han obtenido a partir de los datos meteorológicos de la fuente del recurso solar.

Conocida la tensión de circuito abierto más desfavorable (52,87 V según la tabla anterior), se ha de cumplir que:

$$n^{\circ} \text{ de módulos en serie} < \frac{\text{Tensión del sistema}}{V_{oc \text{ máxima}}}; n^{\circ} \text{ de módulos en serie} < \frac{1500}{52,87}$$

Por tanto, el número máximo de módulos en serie que se pueden agrupar es de 28 módulos.

Sobre el número máximo de módulos por string se ha considerado un margen de seguridad y se ha seleccionado un string de 26 módulos como string diseño.



3. CÁLCULOS DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN

3.1. Objeto

En este apartado se definen los criterios de diseño para el dimensionamiento del cableado y protecciones de baja tensión de la Planta fotovoltaica.

3.2. Normativa Aplicable

Los cálculos son conformes a las normativas indicadas a continuación:

- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión, y sus Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC).
- UNE-HD 60364-5-52: Instalaciones eléctricas de baja tensión. Parte 5: Selección e instalación de equipos eléctricos.
- UNE-HD 60364-7-712: Instalaciones eléctricas de baja tensión. Parte 7-712: Requisitos para instalaciones o emplazamientos especiales. Sistemas de alimentación solar fotovoltaica.
- UNE-EN 60296-6: Fusibles de baja tensión. Parte 6: Requisitos suplementarios para los cartuchos fusibles utilizados para la protección de sistemas de energía solar fotovoltaica
- IEC 61442: International Standard of the International Electrotechnical Commission- Testing for cable accessories with voltage between 6 and 36 kV.

3.3. Cableado de Baja Tensión

El cableado de baja tensión en corriente continua engloba:

- Cables de conexión de módulos en serie (circuitos string).
- Cables que conectan las cajas de agrupación de strings con los inversores.

3.3.1. Cableado String

Los circuitos string agrupan 26 módulos en serie cada uno. A continuación, se reflejan las características técnicas de los módulos y strings:



| Características del Módulo Fotovoltaico | |
|---|---------|
| Potencia (Wp) | 570 W |
| Tolerancia de Potencia (W) | ±5 W |
| Tensión en el Punto de Máxima Potencia (V_{MPP}) | 43,89 V |
| Intensidad en el Punto de máxima Potencia (I_{MPP}) | 12,99 A |
| Tensión de Circuito Abierto (V_{OC}) | 53,09 V |
| Intensidad de Cortocircuito (I_{SC}) | 13,67 A |
| Eficiencia, η (%) | 20,85 % |

Tabla 2. Datos Técnicos de los Módulos (STC)

| String 26 módulos | |
|----------------------------------|----------|
| Módulos por string | 26 |
| Potencia máxima (kWp) | 14,82 |
| Tensión a máxima potencia (V) | 1.141,14 |
| Intensidad a máxima potencia (A) | 12,99 |
| Tensión a circuito abierto (V) | 1.380,34 |
| Intensidad de cortocircuito (A) | 11,67 |

Tabla 3. Datos eléctricos de un string

3.3.2. Cableado desde las Cajas de Agrupación a los Inversores

Los strings se agrupan en cajas de agrupación, y desde éstas parte un circuito que se conecta en la entrada de corriente continua de los inversores.

Existen distintos tipos de cajas de agrupación de strings, cuyas características se muestran en la siguiente tabla:

| Tipo de Caja de Agrupación | # strings | # Cajas | Pm (kWp) | Vmp (V) | Imp (A) | Voc (V) | Isc (A) |
|----------------------------|-----------|---------|----------|----------|---------|----------|---------|
| 1 | 12 | 18 | 177,84 | 1.141,40 | 155,88 | 1.380,34 | 164,00 |
| 2 | 10 | 12 | 148,20 | 1.141,40 | 129,90 | 1.380,34 | 136,70 |

Tabla 4. Características de las Cajas de Agrupación de Strings

3.4. Condiciones de la Instalación

Para el cálculo de la instalación eléctrica de baja tensión se han considerado las condiciones:

- Temperatura del terreno: 25°C
- Resistividad media del terreno: 1,5 K·m/W
- Profundidad de enterramiento: 0,6 m – 1,0 m



- Agrupación de circuitos:
 - String: 6 circuitos de cobre unipolares en contacto en un mismo tubo.
 - Cableado desde cajas de agrupación hasta inversor: de 2 a 10 circuitos de aluminio unipolares directamente enterrados en 2 niveles, en configuración plana, con una separación de 0,25 m entre circuitos tanto vertical como horizontal.

Notas:

- Dado que no se ha llevado a cabo un estudio geotécnico para analizar las características del suelo, se considera una resistividad térmica del suelo de 1,5 K·m/W según la UNE 21144-3-1.
- Cuando el trazado de los cables cruce caminos, éstos irán siempre entubados.

3.5. Metodología de Cálculo

El cálculo de las secciones y tipo de conductores se realizará mediante la aplicación de dos criterios diferentes:

- Densidad de corriente.
- Caída de tensión.

Para la comprobación de cada uno de estos criterios será necesario conocer previamente los siguientes datos para cada circuito:

- Intensidad nominal de diseño.
- Longitud de la línea.
- Intensidad de cortocircuito.
- Caída de tensión máxima admisible.
- Intensidad máxima admisible para cada conductor.
- Nivel de aislamiento requerido al conductor.

3.5.1. Cálculo por Densidad de Corriente

Para el dimensionado del cableado conforme al criterio de densidad de corriente, en todo momento se debe cumplir que:

$$I_b < I_z$$

Donde:

- I_z es la corriente admisible por el conductor en las condiciones de instalación
- I_b es la corriente que transporta el conductor (intensidad nominal de diseño).



De acuerdo con la UNE-HD 60364-7-712, la intensidad calculada será maximizada un 25%:

$$I_b = 1,25 \cdot I_{sc}$$

Por otro lado, la intensidad admisible por el conductor en las condiciones de instalación se obtiene a través de la siguiente expresión:

$$I_z = I_o \cdot K$$

Donde:

- I_z es la corriente admisible por el conductor en las condiciones de instalación.
- I_o es la corriente nominal admisible del conductor.
- K : Factor de corrección en función de las condiciones de la instalación.

Nota: el factor de corrección será el resultado del producto de varios factores de corrección referentes a la temperatura, agrupación de circuitos, resistividad térmica del terreno, etc. Los factores de corrección para las distintas condiciones, así como la corriente nominal de los conductores están tabulados en la norma UNE-HD 60364-5-52.

3.5.2. Cálculo por Caída de Tensión

Para el cálculo de la caída de tensión entre fases se aplica la expresión:

| Parámetros | Circuitos Monofásicos | Circuitos Trifásicos |
|------------|--|---|
| ΔV | $\Delta V = I \cdot L \cdot (R \cdot \cos\varphi + X \cdot \sin\varphi)$ | $\Delta V = \sqrt{3} \cdot I \cdot L \cdot (R \cdot \cos\varphi + X \cdot \sin\varphi)$ |

Tabla 5. Fórmulas para cálculo de caída de tensión

Donde:

- ΔV es la caída de tensión (V)
- I es la intensidad circulante (A)
- L es la longitud del conductor (m)
- R es la resistencia por metro de conductor (Ω/m)
- X es la reactancia por metro de conductor (Ω/m)
- $\cos\varphi$ es el factor de potencia

3.6. Sistema de Protecciones

Se debe disponer de un sistema de protecciones bien diseñado y adecuadamente coordinado para asegurar que el sistema eléctrico de potencia opere dentro de los requerimientos y parámetros previstos.



3.6.1. Protección Contra Sobreintensidades

La protección contra sobrecorrientes se realizará mediante fusibles y deberá cumplir los establecido en la ITC-BT-22 del REBT y en la norma UNE-EN 60269-6.

Las condiciones que deben cumplir los fusibles son las siguientes:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$1,45 \cdot I_n \leq 1,45 \cdot I_z$$

Siendo:

- I_b : Corriente de diseño ($I_b = 1,25 \cdot I_{sc}$) [A]
- I_n : Corriente nominal del fusible [A]
- I_z : Corriente admisible por el conductor [A]
- I_{sc} : Corriente de cortocircuito [A]

Cada circuito de string estará protegido mediante un fusible de intensidad asignada 20A, curva gPV de 1500V y 16 kA de poder de corte, que como se puede comprobar, cumple las condiciones anteriormente dispuestas:

$$1,25 \cdot 13,67 \leq 20 \leq 48,89 [A]$$

$$1,45 \cdot 20 \leq 1,45 \cdot 48,89 [A]$$

Los circuitos que van desde las cajas de agrupación al inversor estarán protegidos con fusibles gPV de 1500 V y 16 kA de poder de corte, y con la siguiente I_n según la caja de agrupación:

| Tipo de Caja de Agrupación | # Strings | I_{sc} | $1,25 \cdot I_{sc}$ | I_n Fusible |
|----------------------------|-----------|----------|---------------------|---------------|
| 1 | 12 | 164,00 | 205,00 | 250 |
| 2 | 10 | 136,70 | 170,87 | 250 |

Tabla 6. Protección contra sobrecorrientes en los circuitos desde cajas de strings a inversor

Además de las protecciones indicadas, el inversor lleva incluidas sus propias protecciones mediante fusibles y seccionadores en la entrada de CC, e interruptor automático en el lado de CA, como indica el fabricante en la hoja de datos.



3.6.2. Protección Contra Sobretensiones

Además de la protección contra sobrecorrientes, los circuitos estarán protegidos contra sobretensiones mediante descargadores de sobretensión que deben cumplir con los requisitos establecidos en la UNE-EN 61643-11.

Los descargadores de sobretensión serán de tipo I+II, con $U_n=1.500$ V y estarán instalados en las cajas de agrupación de strings.

Además, el inversor está equipado con un descargador de sobretensiones tanto en el lado de CC como en el lado de CA.

3.7. Resultados de Cálculo

En el *Anexo I. Cálculo de cableado de Baja Tensión* se reflejan tabulados los resultados del cálculo de los cables de baja tensión (CC).



4. CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN DE MEDIA TENSIÓN

4.1. Objeto

En este apartado se definen los criterios de diseño para el dimensionamiento del cableado y protecciones de la instalación de media tensión (20 kV) de la Planta Fotovoltaica.

4.2. Normativa Aplicable

Los cálculos son conformes a las normativas indicadas a continuación:

- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueba 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.
- UNE-EN 60865-1: Corrientes de cortocircuito. Cálculo de efectos. Parte 1: Definiciones y métodos de cálculo.
- IEC 60502-2: Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages from 1 kV ($U_m=1,2$ kV) up to 30 kV ($U_m=36$ kV).
- IEC 60228: Conductors of insulated cables.

4.3. Cableado de Media Tensión

El cableado de media tensión engloba todos los circuitos de media tensión que conectan las estaciones de potencia con el Centro de Seccionamiento de la Planta y éste con las celdas de la SET.

4.4. Condiciones de la Instalación

El Proyecto presenta las siguientes condiciones para la instalación de media tensión:

- Temperatura del terreno: 20°C
- Resistividad media del terreno: 1,5 Km/W
- Profundidad de enterramiento: la primera fila mínimo a 0,8 m y la segunda fila mínimo a 1,15 m.
- Agrupación de circuitos: 1 a 10 circuitos de cable aluminio unipolar directamente enterrados en configuración tresbolillo, con una separación de 0,25 m entre el eje de los circuitos.

Notas:



- Dado que no se ha llevado a cabo un estudio geotécnico para analizar las características del suelo, se considera una resistividad térmica del suelo de 1,5 K·m/W según la UNE 21144-3-1.
- Cuando el trazado de los cables cruce caminos, éstos irán siempre entubados.

4.5. Metodología de Cálculo

El cálculo de las secciones y tipo de conductores se realizará mediante la aplicación de tres criterios diferentes:

- Densidad de corriente.
- Caída de tensión.
- Intensidad máxima de cortocircuito

Para la comprobación de cada uno de estos criterios será necesario calcular previamente en cada línea:

- Intensidad nominal para la que debe ser diseñada.
- Longitud de la línea.
- Intensidad de cortocircuito que puede aparecer en la línea.
- Caída de tensión máxima admisible.
- Intensidad máxima admisible para cada conductor.
- Nivel de aislamiento requerido al conductor.

4.5.1. Cálculo por Densidad de Corriente

La intensidad para la que será calculada cada uno de los circuitos se establecerá a partir de la potencia que deba transportar cada una de los mismos, la tensión nominal y el factor de potencia ($\cos \varphi$), mediante las siguientes expresiones:

$$S = \sqrt{3} \cdot U \cdot I$$

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

$$Q = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \sin \varphi$$

Por otro lado, la intensidad admisible por el conductor en las condiciones de instalación se obtiene a través de la siguiente expresión:

$$I_z = I_o \cdot K$$

Donde:

- I_z es la corriente admisible por el conductor en las condiciones de instalación.



- I_o es la corriente nominal del conductor.
- K: Factor de corrección en función de las condiciones de la instalación.

Nota: factor de corrección será el resultado del producto de varios factores de corrección referentes a la temperatura, agrupación de circuitos, resistividad térmica del terreno, etc. Los factores de corrección para las distintas condiciones, así como la corriente nominal de los conductores están tabulados en la normativa IEC 60502-2. Cuando alguna medida no esté tabulada se escogerá el siguiente valor más restrictivo para asegurar que el cable cumplirá con el criterio

Para el dimensionado del cableado conforme al criterio de densidad de corriente, en todo momento se debe cumplir que:

$$I < I_z$$

4.5.2. Cálculo por Caída de Tensión

Para el cálculo de la caída de tensión entre fases se aplica la expresión:

$$\Delta V = \sqrt{3} \cdot I \cdot L \cdot (R \cdot \cos\varphi + X \cdot \sin\varphi)$$

Donde:

- ΔV es la caída de tensión (V)
- I es la intensidad circulante (A)
- L es la longitud del conductor (m)
- R es la resistencia por metro de conductor (Ω/m)
- X es la reactancia por metro de conductor (Ω/m)
- $\cos\varphi$ es el factor de potencia

4.5.3. Cálculo por Intensidad de Cortocircuito

La norma IEC-60685 introduce la siguiente expresión para el cálculo de la sección de cable de acuerdo a la corriente de cortocircuito:

$$I_{cc}^2 \cdot t_{cc} = k^2 \cdot S^2 \cdot \ln\left(\frac{\theta_f + \beta}{\theta_i + \beta}\right)$$

Donde:

- I_{cc} es la corriente de cortocircuito (A)
- t_{cc} es la duración del cortocircuito (s)



- S es la sección del conductor (mm^2)
- β es la inversa del coeficiente de variación de la resistencia con la temperatura
- θ_f es la temperatura final del cortocircuito ($^{\circ}\text{C}$)
- θ_i es la temperatura inicial del cortocircuito ($^{\circ}\text{C}$)
- k es una constante dependiente del material conductor

Las constantes de la formulación anterior son:

| Material | k | β |
|----------|-----|---------|
| Cobre | 226 | 234,5 |
| Aluminio | 148 | 228 |

Tabla 7. Constantes dependientes del material

| Aislamiento | θ_i | θ_f |
|-------------|------------|------------|
| PVC | 70 | 160 |
| XLPE/EPR | 90 | 250 |

Tabla 8. Constantes dependientes del aislamiento

Teniendo en cuenta estos valores, la expresión se puede simplificar a:

$$I_{cc} \cdot \sqrt{t_{cc}} = K \cdot S$$

Siendo K :

| Material y Aislamiento | K |
|------------------------|-----|
| Cobre y PVC | 115 |
| Aluminio y PVC | 74 |
| Cobre y XLPE/EPR | 143 |
| Aluminio y XLPE/EPR | 92 |

Tabla 9. Valor de la constante K

4.6. Sistema de Protecciones

Los circuitos de la instalación de MT se protegerán en las celdas compactas de 20 kV de las Estaciones de Potencia mediante un interruptor automático y relés, cuyas características serán:

| Parámetro | Valor |
|---|-------|
| Tensión nominal (kV) | 20 kV |
| Intensidad nominal en servicio continuo (A) | 630 A |
| Poder de corte (kA) | 16 kA |

Tabla 10. Protecciones MT



4.7. Resultados de Cálculo

En el *Anexo II. Cálculo de cables de Media Tensión* se reflejan tabulados los resultados de los cables de media tensión.



5. ESTUDIO DE CORTOCIRCUITOS

5.1. Objeto

El estudio de cortocircuitos tiene por objeto determinar de las intensidades de cortocircuito que deben soportar los materiales de la infraestructura eléctrica de la Planta Fotovoltaica en caso de defecto eléctrico, proporcionando los parámetros necesarios para la elección correcta del aparellaje y equipos a instalar, así como para el diseño de la red de puesta a tierra.

Para el cálculo de las intensidades de cortocircuito se usará el software ETAP PS, en el que se modelará el esquema eléctrico de potencia que se representa en el Anexo III. Esquema eléctrico en el que se representa las líneas de MT y las Estaciones de Potencia (Skids de MT).

Los principales objetivos de cálculo de cortocircuito son los siguientes:

- Determinar las fallas del sistema de potencia de la planta.
- Proporcionar valores de cortocircuito de partida para seleccionar los niveles de cortocircuitos asignados de la aparamenta.
- Definir el valor máximo de corriente de cortocircuito monofásico a tierra en todos los niveles de tensión con el fin de realizar el cálculo del sistema de Puesta a Tierra.

5.2. Datos de la Red

Se consideran los siguientes parámetros de red en el punto de interconexión:

| Parámetros | Valor |
|---|-------|
| Tensión nominal (kV) | 20 |
| Frecuencia (Hz) | 50 |
| Potencia de cortocircuito trifásico (MVA) | 866 |

Tabla 11. Datos de la Red

El valor de potencia de cortocircuito máximo lo estableció la compañía distribuidora en el informe de viabilidad de acceso.

5.3. Criterios de Cálculo

El cálculo de cortocircuito de este documento define, desde el lado de la seguridad, los valores preliminares de cortocircuito asignados a los diferentes elementos del Proyecto.



Los valores máximos de corriente de cortocircuito calculados se utilizarán para seleccionar los niveles de cortocircuito asignados de los interruptores automáticos, embarrados y resto de elementos de protección, así como para comprobar la capacidad de los componentes del sistema para soportar esfuerzos mecánicos y térmicos.

Se estudiarán los siguientes tipos de fallas de cortocircuito: trifásico, bifásico, bifásico a tierra y monofásico a tierra.

Para el cálculo de valores de corriente de cortocircuito balanceados y no balanceados se utiliza el método de componentes simétricas. Con este método, la corriente en cada elemento se calcula mediante la superposición de las corrientes de los tres sistemas simétricos de componentes (secuencia positiva, secuencia negativa y secuencia homopolar).

El cálculo de los valores de corriente de cortocircuito se realiza acorde a la norma IEC 60909-0. El cálculo del valor de cresta de la corriente de cortocircuito se realiza de acuerdo con el Método C (frecuencia equivalente f_c), siguiendo la recomendación de la norma IEC 60909-0.

El cálculo de las corrientes de cortocircuito simétricas de corte se ha hecho considerando los siguientes tiempos de apertura de los contactos para los interruptores automáticos:

| Parámetros | Tiempo |
|---------------------------|--------|
| Interruptores AT y MT | 100 ms |
| Interruptor del generador | 100 ms |
| Interruptor de BT | 50 ms |

Tabla 12. Tiempos de apertura de los Interruptores Automáticos

5.4. Resultados

5.4.1. Esquema de la Corriente de Cortocircuito

El modelo empleado para el cálculo de las corrientes de cortocircuito se muestra a continuación.



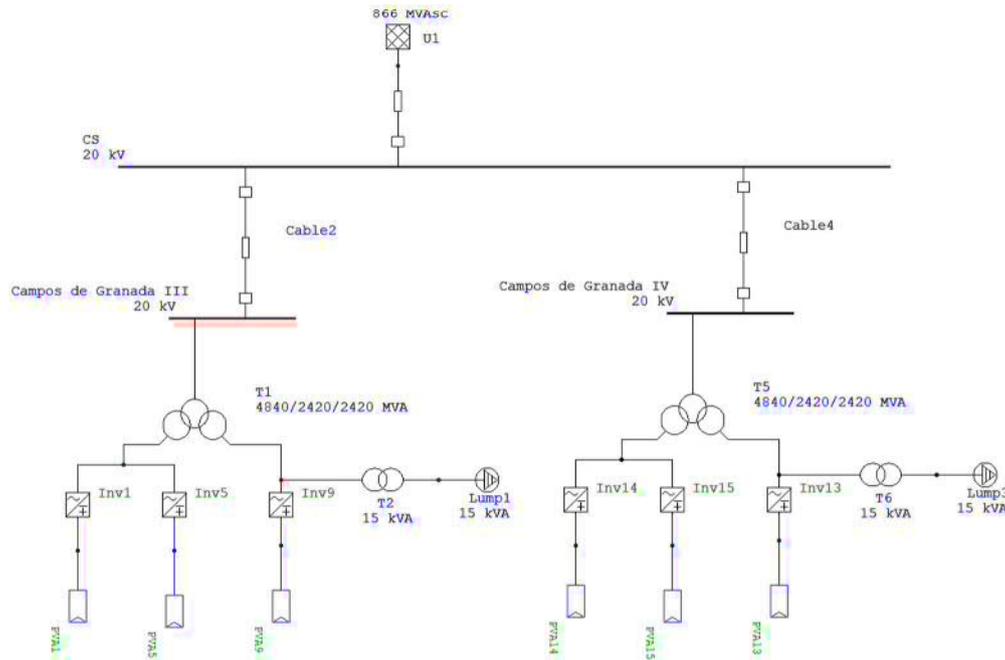


Figura 1: Modelo ETAP

Este esquema es la modelación en ETAP del Anexo III. Estudio de Cortocircuitos.

5.4.2. Corriente de Cortocircuito en los Embarrados

En la siguiente tabla se muestran los resultados obtenidos referentes a la corriente de cortocircuito en los embarrados para los distintos tipos de falta:

| Corrientes de Cortocircuito (kA) | | | | | |
|-------------------------------------|----------------------|-----------|------------|-----------|------------------|
| Barra | Tensión Nominal (kV) | Trifásica | Monofásica | Fase-Fase | Fase-Fase-Tierra |
| PC | 20 kV | 25,066 | 27,289 | 21,708 | 26,488 |
| CS | 20 kV | 13,822 | 20,285 | 11,971 | 22,732 |
| Celda Skid MT Campos de Granada III | 20 kV | 13,010 | 19,461 | 11,267 | 22,376 |
| Celda Skid MT Campos de Granada IV | 20 kV | 13,482 | 20,166 | 11,676 | 23,180 |

Tabla 13. Corrientes de cortocircuito en los embarrados.

Para más información acerca del estudio de cortocircuito, véase el Anexo III. Estudio de Cortocircuitos.

COGITISE

VISADO Nº 1846/2021 - A00
 25/04/2021
 COLEGIADO 12.161 MARTÍN ANARTE, JAVIER
 C.S.V. *8345930235*
 Verificación de integridad: <https://www.cogitise.es/verifica>

6. ESTUDIO DE PUESTA A TIERRA

6.1. Objetivo y Alcance

El propósito de esta sección es calcular el sistema de puesta a tierra de la Planta Solar Fotovoltaica, que estará compuesto por la malla de tierra del Parque Fotovoltaico y el sistema de tierra de la Estación de Potencia o Skid MT.

Para ello, se verifica que las tensiones de paso y contacto que se pudieran alcanzar no superen los respectivos valores máximos admisibles.

6.2. Normativa Aplicable

Los cálculos son conformes a las normativas indicadas a continuación:

- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión, y sus Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC). ITC-BT-18.
- 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. ITC-RAT-13.
- IEEE-80: Guía de seguridad en la puesta a tierra de CA de subestaciones.
- IEC 60909-3 ed3.0: Short-circuit currents in three-phase AC systems – Part 3: Currents during two separate simultaneous line-to-earth short circuits and partial short-circuit currents flowing through earth.

6.3. Datos de Partida

6.3.1. Corriente de Cortocircuito

La corriente de cortocircuito que se ha considerado para el dimensionamiento de la red de puesta a tierra es la máxima corriente de cortocircuito fase-tierra alcanzada, que se produce en barras de 20 kV del Centro de Seccionamiento:

$$I_{1cc} = 13,822 \text{ kA}$$

Además, se asume la hipótesis que las faltas a tierra serán despejadas en un tiempo máximo de 0,5 segundos.



6.3.2. Resistividad del Terreno

Considerando la naturaleza del terreno como margas y arcillas compactas, se considera una resistividad del terreno de $200 \Omega \cdot m$, acorde a la tabla 3 del ITC-BT 18.

6.4. Red de Tierra de Protección

Las redes de tierra de protección estarán compuestas por la red de tierra general y la red de tierra de los Skid de Media Tensión, interconectadas entre ellas. Además, los marcos de los módulos, la estructura de los seguidores y las cajas de agrupación de strings también deberán estar conectados a la red de tierra de protección.

La red de tierra general de cada una las parcelas estarán compuestas con un conductor de cobre desnudo de 35 mm^2 que discurrirá por las canalizaciones de BT y MT enterrado a una profundidad mínima de 0,6 m.

La red de tierra de las Estaciones de Potencia estará compuesta por un anillo a lo largo del perímetro de la base de la estación de potencia de un conductor de cobre desnudo de 35 mm^2 enterrado a una profundidad mínima de 0,6 m, y estará unida a la red de tierra general.

6.4.1. Cálculo de la Sección de los Conductores de Puesta a Tierra

La sección mínima del conductor de la malla de tierra se calcula de la siguiente manera de acuerdo con la ITC-BT-18:

$$S = \frac{\sqrt{I^2 t}}{k} = 40,38 \text{ mm}^2$$

Donde S se refiere a la sección mínima del conductor de tierra en mm^2 , I a la intensidad de cortocircuito considerada en amperios, t al tiempo máximo de despeje de falta, y k es una constante que, para un conductor de cobre, $k = 242$.

Según la IEEE-80, la sección mínima del conductor de tierra enterrado se calculada conforme a la siguiente ecuación:

$$A = \frac{I_f \cdot \sqrt{t_c \cdot \alpha_r \cdot \rho_r \cdot 10^4}}{\sqrt{TCAP} \cdot \ln\left(\frac{k_0 + T_m}{k_0 + T_a}\right)} = 28,11 \text{ mm}^2$$

Donde:

- A es la sección mínima del conductor de cobre (mm^2)



- I_f es la intensidad de la falta a tierra (13,822 kA)
- T_m es la máxima temperatura admisible (1.084 °C)
- T_a es la temperatura ambiente (40 °C)
- $TCAP$ es la capacidad térmica por unidad de volumen (3,42 J/cm³·°C)
- α_r es el coeficiente térmico de resistividad a 20°C (0.00381 °C⁻¹)
- t_c es el tiempo máximo de despeje de la falla (0,5 s)
- $k_0 = 1/\alpha_0$ (242 °C)
- ρ_r es la resistividad del conductor de puesta a tierra (1,78 Ω·m)

Se consideran los siguientes valores para el cálculo, conforme al estándar IEEE-80.

| Material | α_r a 20°C (°C ⁻¹) | K_0 a 0°C (°C) | T_m (°C) | T_a (°C) | ρ_r a 20°C (μΩ·m) | TCAP (J/cm ³ ·°C) |
|----------|---------------------------------------|------------------|------------|------------|------------------------|------------------------------|
| Cu | 0,00381 | 242 | 1084 | 40 | 1,78 | 3,42 |

Tabla 14. Características conductor de cobre

Se tomará como sección normalizada mínima para el conductor de la red de tierra enterrada Conductor de Cobre de 35 mm².

6.4.2. Tensión de Paso y Contacto Máximas Admisibles

Las tensiones de paso y contacto máximas admisibles se calculan de acuerdo con la ITC-RAT-13 para ambas Sistemas de Protección de Tierra.

$$U_p = 10U_{ca} \left(1 + \frac{2R_{a1} + 2R_{a2}}{2Z_B} \right) = 12.648,0 V$$

$$U_c = U_{ca} \left(1 + \frac{R_{a1} + R_{a2}}{2 \cdot Z_B} \right) = 469,2 V$$

Donde:

- U_p es la tensión de paso admisible (V)
- U_c es la tensión de contacto admisible (V)
- U_{ca} es la tensión de contacto máxima admisible para un tiempo de despeje de falta de 0,5 segundos (204 V)
- R_{a1} es resistencia equivalente del calzado (2000 Ω)
- $R_{a2} = 3 \cdot C_s \cdot \rho_s$; donde C_s es el coeficiente reductor de superficie (1) y ρ_s es la resistividad de la superficie del terreno (200 Ω·m)
- Z_B es impedancia del cuerpo humano (1000 Ω)



6.4.3. Tensiones de Paso y Contacto Estimadas

Las tensiones de paso y contacto se pueden estimar para una red mallada con las siguientes ecuaciones conforme al estándar IEEE-80:

$$E_p = K_s \cdot K_i \cdot \rho \cdot \frac{I_g}{L_s} = 450,28 \text{ V}$$

$$E_c = K_m \cdot K_i \cdot \rho \cdot \frac{I_g}{L_m} = 2.429,02$$

Donde:

- E_p es la tensión de paso estimada (V)
- E_c es la tensión de contacto estimada (V)
- K_s es el factor de diferencia de potencial a 1m (0,21)
- K_i es el factor de corrección de densidad de corriente (1,77)
- ρ es la resistividad del terreno (200 $\Omega \cdot \text{m}$)
- I_g es la intensidad de defecto a tierra (13,822 kA)
- L_s es la longitud efectiva de conductor enterrado (1.933,81 m)
- K_m es el factor de espacio de conductores (0,96)
- L_m es la longitud efectiva de conductor enterrado (1.933,81 m)

Se debe tener en cuenta que estos son valores orientativos de las tensiones de paso y contacto esperadas en la Planta Fotovoltaica.

6.4.4. Resistencia de Puesta a Tierra

La resistencia de puesta a tierra se puede estimar mediante la siguiente fórmula según la ITC-RAT-13:

$$R_g = \frac{\rho}{4r} + \frac{\rho}{L} = 0,37 \Omega$$

Donde:

- R_g es la resistencia de puesta a tierra (Ω)
- ρ es la resistividad del terreno (200 $\Omega \cdot \text{m}$)
- L es la longitud total de conductor enterrado (1.933,81 m)
- r es el radio equivalente de área de malla (186,00 m)



La resistencia de puesta a tierra de la puede estimarse mediante la siguiente ecuación según el estándar IEEE-80:

$$R_g = \rho \cdot \left[\frac{1}{L_T} + \frac{1}{\sqrt{20 \cdot A}} \cdot \left(1 + \frac{1}{1 + h \cdot \sqrt{20 \cdot A}} \right) \right] = 0,104 \Omega$$

Donde:

- R_g es la resistencia de puesta a tierra (Ω)
- ρ es la resistividad del terreno ($200 \Omega \cdot m$)
- L_T es la longitud total de conductor enterrado (1.933,81 m)
- A es el área que ocupa la malla ($149.059 m^2$)
- h es la profundidad de la malla (1 m)

6.4.5. Resultados

Los resultados obtenidos son los siguientes:

| Rg (ohm) | | | Tensión de Contacto (V) | | Tensión de Paso (V) | |
|------------------------|-----------------------|--------------------|-------------------------|----------|---------------------|----------|
| Máximo Valor de Diseño | Estimada (ITC-RAT-13) | Estimada (IEEE-80) | Admisible | Estimado | Admisible | Estimado |
| 1 | 0,37 | 0,106 | 469,20 | 450,28 | 12.648,00 | 2.429,02 |

Tabla 15. Resultados y comprobación de la Puesta a Tierra

Como se puede comprobar en la tabla anterior, la red de puesta a tierra del Parque Fotovoltaico cumple con los criterios de diseño.



COGITISE
 Verificación de Integridad: <https://www.cogitise.es/verifica>

VISADO Nº 1846/2021 - A00
 25/04/2021
 COLEGIADO 12.161 MARTÍN ANARTE, JAVIER
 C.S.V. *8345930235*



ANEXO I: CÁLCULO DE CABLES DE BAJA TENSIÓN

Parámetros LV - Lado CC

Normativa

| | |
|-------------------|--|
| UNE-HD 60364-5-52 | Instalaciones eléctricas de baja tensión. Parte 5: Selección e instalación de equipos eléctricos |
| REBT | Reglamento electrotécnico para Baja Tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias |

Datos de partida

| Módulo y string | |
|-----------------|----------------------|
| Modelo | Jinko JKM570M-7RL4-V |
| Potencia (W) | 570 |
| Vmp (V) | 43,89 |
| Voc (V) | 53,09 |
| Imp (A) | 12,99 |
| Isc (A) | 13,67 |
| Módulos/string | 26 |

| Otros criterios de diseño | |
|----------------------------------|-------|
| Máxima pérdida de potencia en CC | 1,50% |
| Caída de tensión máxima | 1,50% |

| Otros parámetros de diseño | |
|--|----|
| Conductividad cobre 90 °C (S*m/mm2) | 45 |
| Conductividad aluminio 90 °C (S*m/mm2) | 28 |

| Codificación cableado | |
|---|--|
| XX-YY-ZZ | |
| Inversor XX - Caja de agrupación YY - String ZZ | |

| Cableado string | | | | |
|---|-----------------|--|-------------|---------------|
| Instalación | | Corrientes admisibles y factores de corrección | | |
| Método de instalación | Entubado | Intensidad admisible del cable | Según tabla | Tabla B.52.3 |
| Material y aislamiento | Cobre, XLPE/EPR | | | |
| Topología | 2 Conductores | k1 | 1 | Tabla B.52.15 |
| Temperatura terreno (°C) | 25 | | | |
| Resistividad térmica del suelo (K*m/W) | 1,5 | k2 | 1,04 | Tabla B.53.16 |
| Agrupamiento de circuitos y separación entre cables (m) | 6 | k3 | 0,6 | Table B.52.18 |
| | contacto | | | |
| Profundidad (m) | 0,5 | k4 | 1,02 | Tabla A.7 |

| Cableado desde Combiner Box a Inversor | | | | |
|---|------------------------|--|-------------|---------------|
| Instalación | | Corrientes admisibles y factores de corrección | | |
| Método de instalación | Directamente enterrado | Intensidad admisible del cable | Según tabla | Tabla B.52.3 |
| Material y aislamiento | Aluminio, XLPE/EPR | | | |
| Topología | 2 Conductores | k1 | 1 | Tabla B.52.15 |
| Temperatura terreno (°C) | 25 | | | |
| Resistividad térmica del suelo (K*m/W) | 1,5 | k2 | 1,04 | Tabla B.53.16 |
| Agrupamiento de circuitos y separación entre cables (m) | 10 | k3 | 0,64 | Table B.52.18 |
| | 0,25 m | | | |
| Profundidad (m) | 1 | k4 | 0,97 | Tabla A.7 |

COGITISE



Verificación de integridad: <https://www.cogitise.es/verifica>

C. S. V. - 8345930235*

25/04/2021

COLEGADO 12.161 MARTIN ANARTE, JAVIER

VISADO Nº 1846/2021 - A00



| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------|--------|---------|----|-------|-------|--------|----------|------------------|---|------|------|------|------|---|-----|-----|--------|-----|------|------|-------------|-----------------|-------------|----|----|
| CB - 03 - 10 | 189,99 | AL/XLPE | 10 | 129,9 | 136,7 | 170,88 | 1.141,14 | 148.200 | 1 | 1,04 | 0,64 | 0,97 | 0,65 | 1 | 240 | 307 | 198,21 | 86% | 3,39 | 0,30 | 0,74 | 352,65 | 0,24 | OK | OK |
| Total | | | | | | | | 1.659.840 | | | | | | | | | | | | | 0,84 | 9.781,29 | 0,59 | | |

COGITISE



VISADO Nº 1846/2021 - A00
 25/04/2021
 COLEGIADO 12.161 MARTIN ANARTE, JAVIER
 C.S.V. *8345930235*

Verificación de integridad: <https://www.cogitise.es/verifica>



ANEXO II: CÁLCULO DE CABLES DE MEDIA TENSIÓN

Normativa

| | |
|-------------|--|
| IEC 60502-2 | Cables de tensión asignada de 6 kV a 30 kV |
| IEC 60228 | Conductores de cables aislados. |

Datos de partida

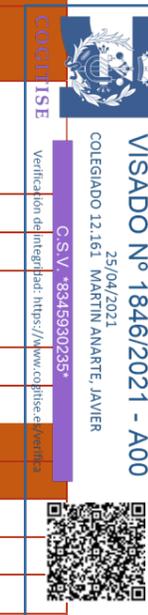
| Skid MT | |
|---------------------------------|----------------------------|
| Modelo | MSK - Single Dual Inverter |
| Potencia aparente (VA) | 5.067.000 |
| Tensión nominal de salida (V) | 20.000 |
| Corriente nominal de salida (A) | 168,90 |
| Otros criterios de diseño | |
| Caída de tensión máxima | 0,50% |
| Máxima pérdida de potencia | 0.5%-0.75% |

| Otros parámetros de diseño | |
|----------------------------|------|
| Cos Fi | 0,95 |
| Sin Fi | 0,31 |

| Parámetros de cortocircuito | |
|-----------------------------|-------|
| Icc (kA) | 16,00 |
| Tiempo (s) | 1,0 |
| K | 92 |

| Cableado de MT | | | | |
|---|------------------------|--|------------|------------|
| Instalación | | Corriente admisible y factores de corrección | | |
| Método de instalación | Directamente enterrado | Intensidad admisible del cable | Tabla B.3 | |
| Material y aislamiento | Aluminio, XLPE | | | |
| Topología | Tresbolillo | k1 | Tabla B.11 | |
| Temperatura del terreno (°C) | 25 | | Tabla B.14 | |
| Resistividad térmica del suelo (K*m/W) | 1,50 | | k3 | Tabla B.19 |
| Agrupamiento de circuitos & separación entre cables (m) | 0 | | | Tabla B.12 |
| Profundidad (m) | 1,25 | k4 | | |

| Parámetros de cableado | | | |
|----------------------------|---------------|---------------|----------|
| Sección (mm ²) | R Ω/km (20°C) | R Ω/km (90°C) | X (Ω/km) |
| 1x50mm2 | 0,641 | 0,816 | 0,142 |
| 1x70mm2 | 0,443 | 0,564 | 0,130 |
| 1x95mm2 | 0,320 | 0,407 | 0,125 |
| 1x120mm2 | 0,253 | 0,322 | 0,119 |
| 1x150mm2 | 0,206 | 0,262 | 0,115 |
| 1x185mm2 | 0,164 | 0,209 | 0,111 |
| 1x240mm2 | 0,125 | 0,159 | 0,106 |
| 1x300mm2 | 0,100 | 0,127 | 0,102 |
| 1x400mm2 | 0,078 | 0,099 | 0,098 |
| 1x500mm2 | 0,061 | 0,077 | 0,098 |
| 1x630mm2 | 0,047 | 0,060 | 0,095 |



| Línea MT | Desde | Hasta | S (mm2) | Nº de conductores/fase | Material | Longitud (m) | Nº de skid MT evacuados | Nº de circuitos/canalización | S (VA) | V (V) | I (A) | k1 | k2 | k3 | k4 | k | Io (A) | Iz (A) | I/Iz (%) | ΔV (V) | ΔV (%) | ΔV Acumulada (%) | Pérdidas P (w) | Pérdidas P (%) | Icc (kA) | Smin para Icc (mm2) | Criterio térmico | Criterio ΔV | Criterio cortocircuito |
|----------|--------------|-----------|---------|------------------------|----------|--------------|-------------------------|------------------------------|----------|-----------|-------|----|----|----|------|------|--------|--------|----------|--------|--------|------------------|----------------|----------------|----------|---------------------|------------------|-------------|------------------------|
| 1 | Skid MT 1 | Celdas CS | 240 | 1 | Al/XLPE | 360,00 | 1 | 1 | 5.067,00 | 20.000,00 | 168,9 | 1 | 1 | 1 | 0,98 | 0,98 | 345 | 338,10 | 50 | 19,37 | 0,10 | 0,10 | 4.898,69 | 0,10 | 16,00 | 174 | OK | OK | OK |
| | Total | | | | | | | | 5.067,00 | | | | | | | | | | | | | | 4.898,69 | 0,10 | | | | | |

COGITISE



VERIFICACIÓN DE INTEGRIDAD

WISADO Nº 1846/2021 - A00

25/04/2021

COLEGIADO 12.161 MARTÍN ANARTE, JAVIER

C.S.V. - 8345930235*

Verificación de integridad: <https://www.cogitise.es/verifica>



ANEXO III: ESTUDIO DE CORTOCIRCUITOS



Project:
 Location:
 Contract:
 Engineer:
 Filename: CamposdeGranada

ETAP
12.6.0H
 Study Case: SC

Page: 1
 Date: 16-04-2021
 SN:
 Revision: Base
 Config.: Normal

Short-Circuit Summary Report

3-Phase, LG, LL, LLG Fault Currents

| Bus | | 3-Phase Fault | | | Line-to-Ground Fault | | | | Line-to-Line Fault | | | | *Line-to-Line-to-Ground | | |
|-----------------------|--------|---------------|--------|--------|----------------------|--------|--------|--------|--------------------|--------|--------|--------|-------------------------|--------|--------|
| ID | kV | I"k | ip | Ik | I"k | ip | Ib | Ik | I"k | ip | Ib | Ik | I"k | ip | Ib |
| Campos de Granada III | 20.000 | 13.010 | 24.595 | 13.006 | 19.461 | 36.792 | 19.461 | 19.461 | 11.267 | 21.300 | 11.267 | 11.267 | 22.376 | 42.303 | 22.376 |
| Campos de Granada IV | 20.000 | 13.482 | 25.979 | 13.479 | 20.166 | 38.858 | 20.166 | 20.166 | 11.676 | 22.498 | 11.676 | 11.676 | 23.180 | 44.666 | 23.180 |
| CS | 20.000 | 13.822 | 27.019 | 13.819 | 20.285 | 39.652 | 20.285 | 20.285 | 11.971 | 23.399 | 11.971 | 11.971 | 22.732 | 44.435 | 22.732 |
| PC | 20.000 | 25.066 | 59.818 | 25.062 | 27.289 | 65.122 | 27.289 | 27.289 | 21.708 | 51.804 | 21.708 | 21.708 | 26.488 | 63.213 | 26.488 |

All fault currents are in rms kA. Current ip is calculated using Method C.

* LLG fault current is the larger of the two faulted line currents.



VISADO Nº 1846/2021 - A00
 25/04/2021
 COLGADO 12.161 MARTIN ANARTE, JAVIER
 C.S.V. *8345930235*
 Verificación de Integridad: <https://www.cogitise.es/Verifica>



Project:
 Location:
 Contract:
 Engineer:
 Filename: CamposdeGranada

ETAP
 12.6.0H
 Study Case: SC

Page: 2
 Date: 16-04-2021
 SN:
 Revision: Base
 Config.: Normal

Sequence Impedance Summary Report

| Bus | | Positive Seq. Imp. (ohm) | | | Negative Seq. Imp. (ohm) | | | Zero Seq. Imp. (ohm) | | | Fault Zf (ohm) | | |
|-----------------------|--------|--------------------------|-----------|-----------|--------------------------|-----------|-----------|----------------------|-----------|-----------|----------------|-----------|-----------|
| ID | kV | Resistance | Reactance | Impedance | Resistance | Reactance | Impedance | Resistance | Reactance | Impedance | Resistance | Reactance | Impedance |
| Campos de Granada III | 20.000 | 0.36403 | 0.90593 | 0.97633 | 0.36403 | 0.90593 | 0.97633 | 0.00076 | 0.00546 | 0.00552 | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 |
| Campos de Granada IV | 20.000 | 0.33140 | 0.88188 | 0.94210 | 0.33140 | 0.88188 | 0.94210 | 0.00076 | 0.00546 | 0.00551 | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 |
| CS | 20.000 | 0.30906 | 0.86539 | 0.91892 | 0.30906 | 0.86539 | 0.91892 | 0.02475 | 0.03428 | 0.04228 | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 |
| PC | 20.000 | 0.07142 | 0.50168 | 0.50674 | 0.07142 | 0.50168 | 0.50674 | 0.06004 | 0.37820 | 0.38294 | 0.00000 | 0.00000 | 0.00000 |

COGITISE



VISADO Nº 1846/2021 - A00
 25/04/2021
 OLEGUADO 12.161 MARTIN ANARTE, JAVIER
 C.S.V. *8345930235*

Verificación de Integridad: <https://www.cogitise.es/Verifica>





PLIEGO DE CONDICIONES

**Instalación Solar Fotovoltaica con Conexión a la
Red en Villa de Otura (Granada), España**

PSFV Campos de Granada III

Potencia Instalada Total: 4,99 MWp

Situación

(T.M. Villa de Otura - España)

441330.00 m E

4104004.00 m N

UTM Huso 30



Abril 2021

Índice

| | |
|---|-----------|
| 1. OBJETO DEL PLIEGO | 4 |
| 1.1. DOCUMENTOS QUE DEFINEN EL PROYECTO | 4 |
| 1.2. COMPATIBILIDAD Y PRELACIÓN ENTRE DOCUMENTOS | 4 |
| 1.3. ALCANCE | 5 |
| 2. CONDICIONES GENERALES | 6 |
| 2.1. REPRESENTANTES DE LA PROPIEDAD Y DEL CONTRATISTA | 6 |
| 2.2. VERIFICACIÓN DE LOS DOCUMENTOS DEL PROYECTO | 8 |
| 2.3. SEGURIDAD Y SALUD | 8 |
| 2.4. PRESENCIA DEL CONTRATISTA EN LA OBRA | 8 |
| 2.5. TRABAJOS NO ESTIPULADOS EXPRESAMENTE | 9 |
| 2.6. INTERPRETACIONES, ACLARACIONES Y MODIFICACIONES DE LA DOCUMENTACIÓN DEL PROYECTO | 9 |
| 2.7. RECLAMACIONES CONTRA ÓRDENES DE LA DIRECCIÓN FACULTATIVA | 10 |
| 2.8. FALTAS DE PERSONAL | 10 |
| 2.9. GASTOS OCASIONADOS POR PRUEBAS Y ENSAYOS | 10 |
| 2.10. CONDICIONES GENERALES DE LA EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS | 10 |
| 2.11. GARANTÍAS, PLAZOS Y FIANZAS | 14 |
| 2.12. RESOLUCIÓN DEL CONTRATO | 15 |
| 3. CONDICIONES ECONÓMICAS | 16 |
| 3.1. COMPOSICIÓN DE LOS PRECIOS UNITARIOS | 16 |
| 3.2. PRECIO DE CONTRATA | 17 |
| 3.3. PRECIOS CONTRADICTORIOS | 17 |
| 3.4. RECLAMACIÓN DE AUMENTO DE PRECIOS | 18 |
| 3.5. REVISIÓN DE LOS PRECIOS CONTRATADOS | 18 |
| 3.6. ACOPIO DE MATERIALES | 18 |
| 3.7. RESPONSABILIDAD DEL CONTRATISTA EN EL BAJO RENDIMIENTO DE LOS TRABAJADORES | 18 |
| 3.8. RELACIONES VALORADAS Y CERTIFICACIONES | 19 |
| 3.9. ABONO DE TRABAJOS PRESUPUESTADOS CON PARTIDA ALZADA | 19 |
| 3.10. PAGOS | 20 |
| 3.11. INDEMNIZACIÓN POR RETRASO NO JUSTIFICADO EN EL PLAZO DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO | 20 |
| 3.12. DEMORA DE LOS PAGOS | 20 |
| 3.13. MEJORAS Y AUMENTO DE OBRAS | 21 |
| 3.14. UNIDADES DE OBRA DEFECTUOSAS ACEPTABLES | 21 |



| | | |
|-----------|---|-----------|
| 3.15. | SEGURO DEL PROYECTO | 21 |
| 3.16. | CONSERVACIÓN DE LA OBRA | 22 |
| 3.17. | BIENES DE LA PROPIEDAD USADOS POR EL CONTRATISTA..... | 22 |
| 3.18. | CONTRADICCIONES ENTRE EL PRESENTE PLIEGO DE CONDICIONES Y LAS CLÁUSULAS DEL CONTRATO ENTRE LA PROPIEDAD Y EL CONTRATISTA..... | 23 |
| 4. | CONDICIONES TÉCNICAS..... | 24 |
| 4.1. | GENERADOR FOTOVOLTAICO | 24 |
| 4.2. | OBRA CIVIL | 32 |
| 4.3. | EDIFICIO DE CONTROL Y ALMACÉN | 74 |
| 4.4. | INSTALACIÓN ELÉCTRICA | 79 |
| 4.5. | SISTEMA DE MONITORIZACIÓN Y CONTROL..... | 98 |
| 4.6. | ESTACIÓN METEOROLÓGICA | 99 |
| 4.7. | SISTEMA DE SEGURIDAD | 101 |



COGITISE
Verificación de integridad: <https://www.cogitise.es/verifica>

VISADO Nº 1846/2021 - A00
25/04/2021
COLEGIADO 12.161 MARTÍN ANARTE, JAVIER
C.S.V. *8345930235*



1. OBJETO DEL PLIEGO

El objeto del presente Pliego de Condiciones es definir las condiciones mínimas que han de regir en la ejecución de las obras relativas a la construcción de la Planta Solar Fotovoltaica “Campos de Granada III” de 4,99 MWp de potencia, localizada en el Término Municipal de Villa de Otura, Granada.

Se definen por tanto las especificaciones y criterios mínimos, las disposiciones de tipo administrativo y legal, las normas y las condiciones técnicas con relación a los materiales y a la ejecución de las obras y al procedimiento de medición y abono para las diferentes obras incluidas en el Proyecto, pretendiendo servir de guía para asegurar la calidad del Proyecto en términos de rendimiento, producción e integración.

1.1. Documentos que Definen el Proyecto

Los siguientes documentos definen el presente Proyecto:

1. Memoria Descriptiva y Anexos
2. Memoria de Cálculos
3. Pliego de Condiciones
4. Estudio de Seguridad y Salud
5. Mediciones y Presupuesto
6. Planos

1.2. Compatibilidad y Prelación entre Documentos

Lo mencionado en el Pliego de Condiciones y omitido en los Planos del Proyecto, o viceversa, será ejecutado como si estuviese contenido en ambos documentos.

En caso de contradicción entre los Planos del Proyecto y el Pliego de Condiciones, prevalecerá lo prescrito en los Planos.

Las omisiones en los Planos del Proyecto y en el Pliego de Condiciones o las descripciones erróneas de los detalles de la obra, que sean manifiestamente indispensables para lograr el alcance de lo expuesto en los documentos del presente Proyecto o que, por su buen uso y costumbre, deban ser realizados, no solo no exime al Contratista de la obligación de ejecutar estos detalles de obra omitidos o erróneamente descritos, sino que, por el contrario, serán ejecutados como si hubiesen sido completa y correctamente especificados en los Planos del Proyecto y en el Pliego de Condiciones.



El Contratista deberá informar por escrito a la Dirección Facultativa, tan pronto como sea de su conocimiento, de toda discrepancia, error u omisión que encontrase.

Cualquier corrección o modificación en los Planos del Proyecto o en las especificaciones del Pliego de Condiciones, sólo podrá ser realizada por la Dirección Facultativa del Proyecto, siempre y cuando así lo juzgue conveniente para su interpretación o el fiel cumplimiento de su contenido.

En caso de discrepancia entre los precios de una unidad, los cuadros de precios del Contrato prevalecerán sobre el Presupuesto.

1.3. Alcance

Se entenderá que el contenido del presente Pliego rige para todo lo comprendido y expresado en los sucesivos capítulos, siempre y cuando no se opongan a lo establecido en la legislación vigente.

Las unidades de obra que no hayan sido incluidas y señaladas expresamente en este Pliego se ejecutarán conforme a lo establecido en las normas e instrucciones técnicas en vigor que sean aplicables a dichas unidades, con lo sancionado por la costumbre como reglas de buenas prácticas en la construcción y con las indicaciones que, sobre el particular, señale la Dirección Facultativa de la obra.



2. CONDICIONES GENERALES

El presente Pliego obliga a la Propiedad, a la Dirección Facultativa de las obras y al Contratista.

2.1. Representantes de la Propiedad y del Contratista

2.1.1. Propiedad

Se entiende por La Propiedad a cualquier persona, física o jurídica, representante de ésta, autorizada legalmente.

2.1.2. Dirección Facultativa de la Obra

Se entiende por Dirección Facultativa, por una parte, al Ingeniero que lleve oficialmente la dirección de las obras o la persona o personas autorizadas formalmente por éste para representarle en algún aspecto relacionado con dicha dirección y, por otra parte, al Ingeniero Técnico de la Obra propuesto y aceptado por la Propiedad.

A la Dirección Facultativa le corresponde lo siguiente:

- Redactar los complementos o rectificaciones del Proyecto que se precisen.
- Asistir a las obras a fin de resolver las contingencias que se produzcan e impartir las órdenes complementarias que sean precisas para conseguir la correcta solución técnica.
- Aprobar las certificaciones parciales de obra, la liquidación final y asesorar al promotor en el acto de la recepción.
- Redactar cuando sea requerido el estudio de los sistemas adecuados a los riesgos del trabajo en la realización de la obra y aprobar el Plan de Seguridad y Salud para la aplicación del mismo.
- Efectuar el replanteo inicial de la obra y preparar el acta correspondiente, suscribiéndola en unión del Contratista.
- Comprobar las instalaciones provisionales, medios auxiliares y sistemas de seguridad e higiene en el trabajo, siempre que no solape competencias con el Coordinador de Seguridad y Salud, controlando su correcta ejecución.
- Ordenar y dirigir la ejecución material con arreglo al Proyecto, a las normas técnicas y a las reglas de la buena construcción.
- Realizar o disponer las pruebas o ensayos de materiales, instalaciones y demás unidades de obra según las frecuencias de muestreo programadas en el plan de calidad, así como efectuar las demás comprobaciones que resulten necesarias para asegurar la calidad constructiva de acuerdo



con el Proyecto y la normativa técnica aplicable. De los resultados informará puntualmente al Contratista, impartándole, en su caso, las órdenes oportunas.

- Realizar las mediciones de obra ejecutada y dar conformidad, según las relaciones establecidas, a las certificaciones valoradas y a la liquidación de la obra.
- Suscribir el certificado final de la obra.
- Las funciones de la dirección de obras serán llevadas a cabo por el equipo facultativo que para ello se designe.

2.1.3. Contratista

Se entiende por Contratista a la parte contratante obligada a ejecutar la obra.

Se entiende por Jefe de Obra y Delegado del Contratista a la persona, designada expresamente por el Contratista y aceptada por la Propiedad y la Dirección Facultativa, con capacidad suficiente para:

- Ostentar la representación del Contratista cuando sea necesaria su actuación o presencia en cualquier acto derivado del cumplimiento de las actividades contractuales, siempre en orden a la ejecución y buena marcha de las obras.
- Organizar la ejecución de la obra e interpretar y poner en práctica las órdenes recibidas de la Dirección.
- Colaborar con la Dirección Facultativa en la resolución de los diferentes problemas que se planteen durante la ejecución.

Al Contratista le corresponde lo siguiente:

- Organizar los trabajos, redactando los planes de obras que se precisen y proyectando o autorizando las instalaciones provisionales y medios auxiliares de la obra.
- Elaborar, cuando se requiera, el Plan de Seguridad y Salud de la obra en aplicación del estudio correspondiente y disponer en todo caso la ejecución de las medidas preventivas, velando por su cumplimiento y por la observancia de la normativa vigente en materia de seguridad e higiene en el trabajo.
- Suscribir con la Dirección Facultativa el acta de replanteo de la obra.
- Ostentar la jefatura de todo el personal que intervenga en la obra y coordinar las intervenciones de los subcontratistas.
- Custodiar el libro de órdenes y seguimiento de la obra, y dar el enterado a las anotaciones que se practiquen en el mismo.
- Asegurar la idoneidad de todos y cada uno de los materiales y elementos constructivos que se utilicen, comprobando los preparativos en obra y rechazando los suministros o prefabricados que no cuenten con las garantías o documentos de idoneidad requeridos por las normas de aplicación.



- Facilitar a la Dirección Facultativa con antelación suficiente los materiales precisos para el cumplimiento de su cometido.
- Preparar las certificaciones parciales de obra y la propuesta de liquidación final.
- Suscribir con la Propiedad las actas de recepción provisional y definitiva.
- Concertar los seguros de accidentes de trabajo y de daños a terceros durante la obra.

2.2. Verificación de los Documentos del Proyecto

Antes de dar comienzo a las obras, el Contratista consignará por escrito que la documentación aportada del Proyecto le resulta suficiente para la comprensión de la totalidad de la obra contratada o, en caso contrario, solicitará las aclaraciones pertinentes.

El Contratista se sujetará a las Leyes, Reglamentos y Ordenanzas vigentes, así como a las que se dicten durante la ejecución de la obra.

2.3. Seguridad y Salud

El Contratista, a la vista del Proyecto, conteniendo, en su caso, el Estudio de Seguridad y Salud, presentará el Plan de Seguridad y Salud de la obra a la aprobación del Técnico de la Dirección Facultativa.

El Contratista será responsable del cumplimiento de toda la legislación vigente en materia de seguridad y salud en el trabajo, así como de las especificaciones particulares expuestas en el presente Pliego o en el correspondiente Anexo a la Memoria.

2.4. Presencia del Contratista en la Obra

El Contratista tiene la obligación a comunicar a La Propiedad la persona designada como representante en la obra, que tendrá carácter de Jefe de Obra, con dedicación plena y con total facultad para representarle y adoptar en todo momento cuantas disposiciones competan al Contratista.

El incumplimiento de esta obligación o, en general, la falta de cualificación suficiente por parte del personal según la naturaleza de los trabajos facultará a la Dirección Facultativa para ordenar la paralización de las obras, sin derecho a reclamación alguna, hasta que se subsane la deficiencia.

El Jefe de Obra, por sí mismo o por medio de sus técnicos encargados, estará presente durante la jornada legal de trabajo y acompañará a la Dirección Facultativa, en las visitas que haga a las obras, poniéndose a su disposición para la práctica de los reconocimientos que se consideren necesarios y suministrándole los datos precisos para la comprobación de mediciones y liquidaciones.



2.5. Trabajos no Estipulados Expresamente

Es obligación del Contratista el ejecutar cuanto sea necesario para la buena construcción y aspecto de las obras, aun cuando no se halle expresamente determinado en los documentos de Proyecto, siempre que, sin separarse de su espíritu y recta interpretación, lo disponga la Dirección Facultativa dentro de los límites de posibilidades que los presupuestos habiliten para cada unidad de obra y tipo de ejecución.

El Contratista, de acuerdo con la Dirección Facultativa, entregará en el acto de la recepción provisional, los planos de todas las instalaciones ejecutadas en la obra, con las modificaciones o estado definitivo en que hayan quedado.

El Contratista se compromete igualmente a entregar las autorizaciones que preceptivamente tienen que expedir las Delegaciones Provinciales de Industria, Sanidad, etc., y autoridades locales, para la puesta en servicio de las referidas instalaciones.

Son también por cuenta del Contratista, todos los arbitrios, licencias municipales, vallas, alumbrado, multas, etc., que ocasionen las obras desde su inicio hasta su total terminación.

2.6. Interpretaciones, Aclaraciones y Modificaciones de la Documentación del Proyecto

Cuando se trate de aclarar, interpretar o modificar preceptos de los Pliegos de Condiciones o indicaciones de los planos o croquis, las órdenes e instrucciones correspondientes se comunicarán por escrito al Contratista, estando obligado a devolver los originales y sus copias, y suscribiendo con su firma el enterado, que figurará al pie de todas las órdenes, avisos o instrucciones que reciba de la Dirección Facultativa.

Cualquier reclamación que en contra de las disposiciones tomadas por estos crea oportuna hacer el Contratista, habrá de dirigirla, dentro precisamente del plazo de tres días, a quien la hubiera dictado, el cual dará al Contratista, el correspondiente recibo, si este lo solicitase.

El Contratista podrá requerir de la Dirección Facultativa, según sus respectivos cometidos, las instrucciones o aclaraciones que se precisen para la correcta interpretación y ejecución de lo proyectado.



2.7. Reclamaciones contra Órdenes de la Dirección Facultativa

Las reclamaciones que el Contratista quiera hacer contra las órdenes o instrucciones provenientes de la Dirección Facultativa, sólo podrá presentarlas ante la Propiedad, si son de orden económico y de acuerdo con las condiciones estipuladas en los Pliegos de Condiciones correspondientes. Contra disposiciones de orden técnico, no se admitirá reclamación alguna, pudiendo el Contratista salvar su responsabilidad, si lo estima oportuno, mediante exposición razonada dirigida a la Dirección Facultativa, el cual podrá limitar su contestación al acuse de recibo, que en todo caso será obligatoria para ese tipo de reclamaciones.

2.8. Faltas de Personal

Si la Dirección Facultativa, en supuestos de desobediencia a sus instrucciones, manifiesta incompetencia o negligencia grave que comprometan o perturben la correcta ejecución de los trabajos, podrá requerir al Contratista para que aparte de la obra a los dependientes u operarios causantes de la perturbación.

El Contratista podrá subcontratar capítulos o unidades de obra a otros contratistas e industriales, con sujeción en su caso, a lo estipulado en el Pliego de Condiciones Particulares y sin perjuicio de sus obligaciones como Contratista principal de la obra.

2.9. Gastos Ocasionados por Pruebas y Ensayos

Todos los gastos originados por las pruebas y ensayos de materiales o elementos que intervengan en la ejecución de las obras serán por cuenta del Contratista.

La Dirección Facultativa podrá exigir la repetición de todo ensayo que no haya resultado satisfactorio o que no ofrezca las suficientes garantías

2.10. Condiciones Generales de la Ejecución de los Trabajos

Todos los trabajos se ejecutarán con estricta sujeción al Proyecto, a las modificaciones del mismo que previamente hayan sido aprobadas y a las órdenes e instrucciones que bajo su responsabilidad y por escrito entregue el Director de Obra al Contratista, dentro de las limitaciones presupuestarias.

2.10.1. Caminos y Accesos

El Contratista dispondrá por su cuenta los accesos a la obra y el cerramiento o vallado de la misma, pudiendo la Dirección Facultativa exigir su modificación o mejora.



Asimismo, el Contratista tendrá la obligación de colocar en lugar visible a la entrada de la obra un cartel de panel metálico sobre estructura auxiliar donde se reflejarán los datos de la obra tales como el título de la misma, entidad promotora y nombres de los técnicos competentes, cuyo diseño deberá ser aprobado previamente a su colocación por la Dirección Facultativa.

2.10.2. Replanteo

El Contratista iniciará las obras con el replanteo de las mismas en el terreno, señalando las referencias principales que mantendrá como base de ulteriores replanteos parciales. Dichos trabajos son considerados a cargo del Contratista e deberán ir incluidos en su oferta.

El Contratista someterá el replanteo a la aprobación de la Dirección Facultativa, y una vez este haya dado su conformidad preparará un acta acompañada de un plano que deberá ser aprobada por el Director de Obra, siendo responsabilidad del Contratista la omisión de este trámite.

2.10.3. Comienzo de la Obra y Ritmo de Ejecución de los Trabajos

El Contratista dará comienzo a las obras en el plazo marcado en el Pliego de Condiciones Particulares, desarrollándolas en la forma necesaria para que dentro de los períodos parciales en aquél señalados queden ejecutados los trabajos correspondientes y, en consecuencia, la ejecución total se lleve a efecto dentro del plazo exigido en el Contrato.

Obligatoriamente, y por escrito, el Contratista deberá dar cuenta a la Dirección Facultativa del comienzo de los trabajos, con al menos con tres días de antelación.

2.10.4. Orden de Ejecución de los Trabajos

La determinación del orden de los trabajos es facultad del Contratista, salvo en aquellos casos en los que, por circunstancias de orden técnico, estime conveniente su variación la Dirección Facultativa.

2.10.5. Facilidades para Otros Contratistas

De acuerdo con lo que requiera la Dirección Facultativa, el Contratista deberá dar todas las facilidades razonables para la realización de los trabajos que le sean encomendados a las demás subcontratas que intervengan en la obra, sin perjuicio de las compensaciones económicas a que haya lugar entre contratistas por la utilización de medios auxiliares, suministros de energía u otros conceptos.

En caso de litigio, el Contratista y las Subcontratas estarán a lo que resuelva la Dirección Facultativa.



2.10.6. Ampliación del Proyecto por Causas Imprevistas o de Fuerza Mayor

Cuando sea preciso, por motivo imprevisto o por cualquier accidente, ampliar el Proyecto, no se interrumpirán los trabajos, continuándose según las instrucciones dadas por el Director de Obra, mientras se define o se tramita el Proyecto Reformado.

El Contratista está obligado a realizar con su personal y sus materiales cuanto la Dirección Facultativa disponga para apeos, apuntalamientos, derribos, recalzos o cualquier otra obra de carácter urgente.

2.10.7. Prórroga por Causas de Fuerza Mayor

Si por causa de fuerza mayor el Contratista no pudiese comenzar las obras, o tuviese que suspenderlas, o no le fuese posible terminarlas en los plazos prefijados, se le otorgará una prórroga proporcionada para el cumplimiento de la contrata, previo informe favorable del Director de Obra. Para ello, el Contratista expondrá, en escrito dirigido al Director de Obra, la causa que impide la ejecución de los trabajos y el retraso que ésta tendrá en los plazos acordados, razonando debidamente la prórroga que solicita.

2.10.8. Responsabilidad de la Dirección Facultativa en el Retraso de la Obra

El Contratista no podrá excusarse de no haber cumplido los plazos de obra estipulados alegando como causa la carencia de planos u órdenes de la Dirección Facultativa, a excepción del caso en el que habiéndolo solicitado por escrito no se le hubiesen proporcionado.

2.10.9. Trabajos Defectuosos

El Contratista debe emplear los materiales que cumplan las condiciones exigidas en las Condiciones Generales y Condiciones Técnica de este Pliego de Condiciones y realizará todos y cada uno de los trabajos contratados de acuerdo con lo especificado.

Por ello, y hasta que tenga lugar la recepción definitiva del Proyecto es responsable de la ejecución de los trabajos que contratados y de las faltas y defectos que en éstos puedan existir por su mala gestión o por la deficiente calidad de los materiales empleados o equipos instalados, sin que le exima de responsabilidad el control que compete al Director de Obra, ni tampoco el hecho de que los trabajos hayan sido valorados en las certificaciones parciales de obra, que siempre serán extendidas y abonadas a buena cuenta.

Como consecuencia de lo anteriormente expresado, cuando el Director de Obra advierta vicios o defectos en los trabajos citados, o que los materiales empleados o los equipos instalados no reúnen las condiciones



preceptuadas, ya sea en el curso de la ejecución de los trabajos, o finalizados éstos, y para verificarse la recepción definitiva de la obra, podrá disponer que las partes defectuosas demolidas y reconstruidas de acuerdo con lo contratado, y todo ello a expensas de la contrata. Si ésta no estimase justa la decisión y se negase a la demolición y reconstrucción o ambas, se planteará la cuestión ante la Propiedad, quien resolverá.

2.10.10. Vicios Ocultos

Si el Director de Obra tuviese fundadas razones para creer en la existencia de vicios ocultos de construcción en las obras ejecutadas, ordenará efectuar en cualquier tiempo, y antes de la recepción definitiva, los ensayos, destructivos o no, que crea necesarios para reconocer los trabajos que suponga defectuosos.

Los gastos que se observen serán de cuenta del Contratista, siempre que los vicios existan realmente.

2.10.11. Procedencia de Equipos y Materiales

El Contratista tiene libertad a la hora de proveerse de los materiales y equipos en los puntos que le parezcan convenientes, excepto en los casos en que el Pliego de Condiciones Particulares preceptúe una procedencia determinada.

Obligatoriamente, y para proceder a su empleo o acopio, el Contratista deberá presentar a la Dirección Facultativa una lista completa de los materiales y equipos que vaya a utilizar en la ejecución de los trabajos, incluyendo información sobre la marca, calidad, procedencia e idoneidad de cada uno de ellos.

2.10.12. Materiales No Utilizables

El Contratista transportará y colocará, agrupándolos ordenadamente y en el lugar adecuado, los materiales procedentes de las excavaciones, derribos, etc., que no sean utilizables en la obra.

Estos materiales no utilizables se retirarán de la obra o se llevarán al vertedero, cuando así estuviese establecido en el Pliego de Condiciones Particulares vigente en la obra. Si no se hubiese preceptuado nada sobre el particular, se retirarán de ella cuando así lo ordene la Dirección Facultativa.

2.10.13. Limpieza de las Obras

Es obligación del Contratista mantener las obras y sus alrededores limpios, tanto de escombros como de materiales sobrantes, y hacer desaparecer las instalaciones provisionales que no sean necesarias, así como adoptar las medidas y ejecutar todos los trabajos que sean necesarios para que la obra ofrezca un buen aspecto.



2.10.14. Documentación Final de Obra

La Dirección Facultativa facilitará a la Propiedad la documentación final del Proyecto, con las especificaciones y contenido dispuesto por la legislación vigente. Esto incluirá, como mínimo, los manuales de instalación, manuales de operación y mantenimiento, proyecto AS-BUILT incluyendo planos y cálculos y cualquier otra documentación relacionada con el Proyecto.

2.11. Garantías, Plazos y Fianzas

Durante este período el Contratista corregirá los defectos observados, eliminará las obras rechazadas y reparará las averías que por esta causa se produjeran, todo ello por su cuenta y sin derecho a indemnización alguna, ejecutándose en caso de resistencia dichas obras por la Propiedad con cargo a la fianza.

Las garantías y fianzas de todo tipo que se consideren necesarias por abonos de acopios, daños causados por demoras, etc., serán las que se estipulen en contrato. Si no se ha establecido otro tipo de fianza en el Contrato, del importe de cada certificación se deducirá un cinco (5%) por ciento que será retenido por La Propiedad en concepto de garantía, hasta la Recepción Definitiva de la obra.

El Contratista garantiza a La Propiedad contra toda reclamación de tercera persona, derivada del incumplimiento de sus obligaciones económicas o disposiciones legales relacionadas con la obra.

Tras la Recepción Definitiva de la obra, el Contratista quedará relevado de toda responsabilidad salvo en lo referente a los vicios ocultos de la construcción.

2.11.1. Conservación del Proyecto durante el Plazo de Garantía

Los gastos de conservación durante el plazo de garantía comprendido entre las recepciones provisional y definitiva correrán a cargo del Contratista.

Por lo tanto, el Contratista será el conservador del Proyecto durante el plazo de garantía, donde tendrá el personal suficiente para atender a todas las averías y reparaciones que puedan presentarse, aunque el establecimiento fuese ocupado o utilizado por la Propiedad antes de la Recepción Definitiva.

2.11.2. Recepción Definitiva del Proyecto

La Recepción Definitiva se verificará después de transcurrido el Plazo de Garantía en igual forma y con las mismas formalidades que la Recepción Provisional, a partir de cuya fecha cesará la obligación del Contratista de reparar a su cargo aquellos desperfectos inherentes a la norma de conservación de los



edificios y quedarán sólo subsistentes todas las responsabilidades que pudieran alcanzarle por vicios ocultos de la construcción.

2.11.3. Prórroga del Plazo de Garantía

Si al proceder al reconocimiento para la Recepción Definitiva del Proyecto no se encontrase éste en las condiciones debidas se aplazará dicha Recepción Definitiva, y la Dirección Facultativa marcará al Contratista los plazos y formas en que deberán realizarse las obras necesarias.

De no efectuar el Contratista lo requerido por la Dirección Facultativa para considerar que el Proyecto se encuentra en las condiciones debidas para la Recepción Definitiva, podrá resolverse el Contrato con pérdida de los avales.

2.12. Resolución del Contrato

En el caso de resolución contractual, el Contratista tendrá la obligación de retirar, en el plazo que se fije en el Pliego de Condiciones Particulares, la maquinaria, medios auxiliares, instalaciones, etc., a resolver los subcontratos que tuviese concertados y a dejar la obra en condiciones de ser reanudadas por otro contratista.



3. CONDICIONES ECONÓMICAS

3.1. Composición de los Precios Unitarios

El cálculo de los precios de las distintas unidades de la obra es el resultado de sumar los costes directos, los indirectos, los gastos generales y el beneficio industrial.

Costes Directos:

- La mano de obra, con sus pluses, cargas y seguros sociales, que intervienen directamente en la ejecución de la unidad de obra.
- Los materiales, a los precios resultantes a pie de la obra, que queden integrados en la unidad de obra que se trate o que sean necesarios para su ejecución.
- Los equipos y sistemas técnicos de la seguridad e higiene para la prevención y protección de accidentes y enfermedades profesionales.
- Los gastos de personal, combustible, energía, etc., que tenga lugar por accionamiento o funcionamiento de la maquinaria e instalaciones utilizadas en la ejecución de la unidad de obras.
- Los gastos de amortización y conservación de la maquinaria, instalaciones, sistemas y equipos anteriormente citados.

Costes Indirectos:

- Los gastos de instalación de oficinas a pie de obra, comunicaciones, edificación de almacenes, talleres, pabellones temporales para obreros, laboratorios, seguros, etc., los del personal técnico y administrativo adscrito exclusivamente a la obra y los imprevistos. Todos estos gastos, se cifrarán en un porcentaje de los costes directos.

Gastos Generales:

- Los Gastos Generales de empresa, gastos financieros, cargas fiscales y tasas de la administración legalmente establecidas. Se cifrarán como un porcentaje de la suma de los costes directos e indirectos (en los contratos de obras de la Administración Pública este porcentaje se establece un máximo del 8 por 100).

Beneficio Industrial:

- El Beneficio Industrial del Contratista se establece en un máximo del 6 por 100 sobre la suma de las anteriores partidas.



Precio de Ejecución Material:

- Se denominará Precio de Ejecución Material al resultado obtenido por la suma de los anteriores conceptos a excepción del Beneficio Industrial y los gastos generales.

Precio de Contrata:

- El precio de Contrata es la suma de los costes directos, los indirectos, los Gastos Generales y el Beneficio Industrial.

El IVA gira sobre esta suma pero no integra el precio.

3.2. Precio de Contrata

En el caso de que los trabajos a realizar se contratasen a riesgo y ventura, se entiende por Precio de Contrata el que importa el coste total de la unidad de obra, es decir, el precio de Ejecución material, más el tanto por ciento (%) sobre este último precio en concepto de Gastos Generales y Beneficio Industrial del Contratista. Los Gastos Generales se estiman normalmente en un 8 por 100 y el beneficio se estima normalmente en 6 por 100, salvo que en las condiciones particulares o contractuales entre Contrata y Promotor se establezca otro destino.

3.3. Precios Contradictorios

Salvo que las condiciones contractuales entre el Contratista y la Propiedad que establezcan lo contrario, se producirán precios contradictorios sólo cuando la Propiedad por medio del Director de Obra decida introducir unidades o cambios de calidad en alguna de las partidas previstas, o cuando sea necesario afrontar alguna circunstancia imprevista.

El Contratista estará obligado a efectuar los cambios y, ante la falta de acuerdo, el precio se resolverá contradictoriamente entre la Dirección Facultativa y el Contratista antes de comenzar la ejecución de los trabajos y en el plazo que determina el Pliego de Condiciones Particulares. Si subsistiese la diferencia se acudirá en primer lugar, al concepto más análogo dentro del cuadro de precios del proyecto, y, en segundo lugar, al banco de precios de uso más frecuente en la localidad.

Los contradictorios que hubiere se referirán siempre a los precios unitarios de la fecha del Contrato.



3.4. Reclamación de Aumento de Precios

Si el Contratista, antes de la firma del contrato, no hubiese hecho la reclamación u observación oportuna, no podrá bajo ningún pretexto de error u omisión reclamar aumento de los precios fijados en el cuadro correspondiente del presupuesto que sirva de base para la ejecución de las obras.

3.5. Revisión de los Precios Contratados

Una vez que el Contratista y la Propiedad cierren el contrato económico de la ejecución de las obras no se procederá a revisión de precios.

3.6. Acopio de Materiales

El Contratista queda obligado a ejecutar los acopios de materiales o equipos para la ejecución de obra que la Propiedad ordena por escrito.

Los materiales acopiados, una vez abonados por el Propietario son, de exclusiva propiedad de éste. De su guarda y conservación será responsable el Contratista.

3.7. Responsabilidad del Contratista en el Bajo Rendimiento de los Trabajadores

Si de los partes mensuales, o cualquier solución bajo forma contractual entre Contratista y Propiedad para la elaboración de las certificaciones parciales de obra ejecutada que preceptivamente debe presentar el Contratista al Director de Obra, éste advirtiese que los rendimientos o calidades, en todas o en algunas de las unidades de obra ejecutadas, fuesen notoriamente inferiores a los rendimientos o calidades normales generalmente admitidos para unidades de obra iguales o similares, se lo notificará por escrito al Contratista, con el fin de que éste haga las gestiones precisas para aumentar la producción o calidad en la cuantía señalada por el Director de Obra.

Si hecha esta notificación al Contratista, en los meses sucesivos, los rendimientos o calidades no llegasen a los normales, La Propiedad queda facultada para resarcirse de la diferencia, rebajando su importe del quince por ciento (15 por 100) que por los conceptos antes expresados correspondería abonarle al Contratista en las liquidaciones parciales que preceptivamente deben efectuársele, siempre que el resultado ejecutado tenga solución técnico-normativo. En caso de no llegar ambas partes a un acuerdo se someterá el caso a arbitraje.



3.8. Relaciones Valoradas y Certificaciones

En cada una de las fechas que se fijen en el Contrato o en los Pliegos de Condiciones Particulares que rijan en la obra, el Contratista formará una relación valorada de las obras ejecutadas durante los plazos previstos, según la medición que habrá practicado el Técnico.

Lo ejecutado por el Contratista en las condiciones preestablecidas, se valorará aplicando el resultado de la medición general, cúbica, superficial, lineal, ponderal o numeral correspondiente a cada unidad de la obra y a los precios señalados en el presupuesto para cada una de ellas, teniendo presente además lo establecido en el presente Pliego General de Condiciones Económicas, respecto a mejoras o sustituciones de material y a las obras accesorias y especiales, etc.

Al Contratista, que podrá presenciar las mediciones necesarias para extender dicha relación, la Dirección Facultativa los datos correspondientes de la relación valorada, acompañándolos de una nota de envío, al objeto de que, dentro del plazo de diez (10) días a partir de la fecha de recibo de dicha nota, pueda el Contratista examinarlos o devolverlos firmados con su conformidad o hacer, en caso contrario, las observaciones o reclamaciones que considere oportunas. Dentro de los diez (10) días siguientes a su recibo, la Dirección Facultativa aceptará o rechazará las reclamaciones del Contratista si las hubiera, dando cuenta al mismo de su resolución, pudiendo éste, en el segundo caso, acudir ante la Propiedad contra la resolución de la Dirección Facultativa en la forma establecidas en las condiciones legales acordadas.

Tomando como base la relación valorada indicada en el párrafo anterior, expedirá el Director de Obra la certificación de las obras ejecutadas.

Las certificaciones se remitirán a la Propiedad dentro del mes siguiente al período a que se refieren, y tendrán el carácter de documento y entregas a buena cuenta, sujetas a las rectificaciones y variaciones que se deriven de la liquidación final, no suponiendo tampoco dichas certificaciones aprobación ni recepción de las obras que comprenden.

Las relaciones valoradas contendrán solamente la obra ejecutada en el plazo a que la valoración se refiere.

3.9. Abono de Trabajos Presupuestados con Partida Alzada

Salvo lo preceptuado en el Pliego de Condiciones Particulares de índole económica, y siempre que no se contradiga el documento contractual entre Contratista y Propiedad, el abono de los trabajos presupuestados en partida alzada se efectuará de acuerdo con el procedimiento que corresponda entre los que a continuación se expresan:



- Si existen precios contratados para unidades de obra iguales, las presupuestadas mediante partida alzada, se abonarán previa medición y aplicación del precio establecido.
- Si existen precios contratados para unidades de obra similares, se establecerán precios contradictorios para las unidades con partida alzada, deducidos de los similares contratados.
- Si no existen precios contratados para unidades de obra iguales o similares, la partida alzada se abonará íntegramente al Contratista, salvo el caso de que en el Presupuesto de la obra se exprese que el importe de dicha partida debe justificarse, en cuyo caso, La Dirección Facultativa indicará al Contratista, con anterioridad a su ejecución, el procedimiento que ha de seguirse para llevar dicha cuenta, que en realidad será de Administración, valorándose los materiales y jornales a los precios que figuren en el Presupuesto aprobado o, en su defecto, a los que con anterioridad a la ejecución convengan las dos partes, incrementándose su importe total con el porcentaje que se fije en el Pliego de Condiciones Particulares en concepto de Gastos Generales y Beneficio Industrial del Contratista.

3.10. Pagos

Los pagos se efectuarán por la Propiedad en los plazos previamente establecidos, y su importe corresponderá al de las certificaciones de obra conformadas por la Dirección Facultativa en virtud de las cuales se verifiquen los mismos.

3.11. Indemnización por Retraso No Justificado en el Plazo de Ejecución del Proyecto

La indemnización por retraso en la ejecución del Proyecto se establecerá en un tanto por mil (o/oo) del importe total de los trabajos contratados, por cada día natural de retraso, contados a partir del día de terminación fijado en el plan de obra (cronograma).

Las sumas resultantes se descontarán y retendrán con cargo a la fianza o avales.

3.12. Demora de los Pagos

Se rechazará toda solicitud de resolución del Contrato fundada en dicha demora de Pagos, cuando el Contratista no justifique en la fecha el presupuesto correspondiente al plazo de ejecución que tenga señalado en el Contrato.



3.13. Mejoras y Aumento de Obras

No se admitirán mejoras de obra, más que en el caso en que la Dirección Facultativa haya ordenado por escrito la ejecución de trabajos nuevos o que mejoren la calidad de los contratados, así como la de los materiales y aparatos previstos en el Contrato. Tampoco se admitirán aumentos de obra en las unidades contratadas, salvo en caso de error en las mediciones del Proyecto, a menos que la Dirección Facultativa ordene, también por escrito, la ampliación de las unidades contratadas.

En todos estos casos será condición indispensable que ambas partes contratantes, antes de su ejecución o empleo, convengan por escrito los importes totales de las unidades mejoradas, los precios de los nuevos materiales o aparatos ordenados emplear y los aumentos que todas estas mejoras o aumentos de obra supongan sobre el importe de las unidades contratadas.

En el supuesto contrario, cuando la Dirección Facultativa introduzca innovaciones que supongan una reducción apreciable en los importes de las unidades de obra contratadas, se seguirá el mismo criterio y procedimiento expuesto en el párrafo anterior.

3.14. Unidades de Obra Defectuosas Aceptables

Cuando por cualquier causa fuera menester valorar una obra defectuosa, pero aceptable a juicio del Director de Obra, éste determinará el precio o partida de abono después de oír al Contratista, el cual deberá conformarse con dicha resolución, salvo en caso de que estando dentro del plazo de ejecución, prefiera demoler la obra y rehacerla con arreglo a condiciones, sin exceder de dicho plazo.

3.15. Seguro del Proyecto

El Contratista estará obligado a asegurar el Proyecto durante todo el tiempo que dure su ejecución, hasta la Recepción Definitiva. La cuantía del seguro coincidirá en cada momento con el valor que tengan por contrata los objetos asegurados. El importe abonado por la Sociedad Aseguradora, en caso de siniestro, se ingresará en cuenta a nombre de la Propiedad, para que con cargo a ella se abone la obra que se construya y a medida que ésta se vaya realizando. El reintegro de dicha cantidad al Contratista se efectuará por certificaciones, como el resto de los trabajos de la construcción. En ningún caso, salvo conformidad expresa del Contratista, hecho en documento público, La Propiedad podrá disponer de dicho importe para menesteres distintos del de reconstrucción de la parte siniestrada; la infracción de lo anteriormente expuesto será motivo suficiente para que el Contratista pueda resolver el contrato, con devolución de fianza, abono completo de gastos, materiales acopiados, etc.; y una indemnización equivalente al importe de los daños causados al Contratista por el siniestro y que no se hubiesen abonado, pero sólo en proporción equivalente a lo que suponga la indemnización abonada por la Sociedad



Aseguradora, respecto al importe de los daños causados por el siniestro, que serán tasados a estos efectos por la Dirección Facultativa.

En las obras de reforma o reparación, se fijarán previamente la porción de Proyecto que debe ser asegurada y su cuantía, y si nada se prevé, se entenderá que el seguro ha de comprender toda la parte del Proyecto afectada por la obra.

Los riesgos asegurados y las condiciones que figuren en la póliza o pólizas de Seguros los pondrá el Contratista, antes de contratarlos en conocimiento de la Propiedad, al objeto de recabar de éste su previa conformidad o reparos.

3.16. Conservación de la Obra

Si el Contratista, siendo su obligación, no atiende a la conservación de las obras durante el Plazo de Garantía, en el caso de que el edificio no haya sido ocupado por la Propiedad antes de la Recepción Definitiva, la Dirección Facultativa, en representación de la Propiedad, podrá disponer todo lo que sea preciso para que se atienda a la guardería, limpieza y todo lo que fuese menester para su buena conservación abonándose todo ello por cuenta del Contratista.

Al abandonar el Contratista el Proyecto, tanto por la buena terminación de las obras, como en el caso de resolución del contrato, está obligado a dejarlo desocupado y limpio en el plazo que la Dirección Facultativa establezca.

Después de la recepción provisional del Proyecto y en el caso de que la conservación del edificio corra a cargo del Contratista, no deberá haber en él más herramientas, útiles, materiales, muebles, etc., que los indispensables para su guardería, limpieza y resto de trabajos que fuese preciso ejecutar.

En cualquier caso, el Contratista tiene la obligación de revisar la obra durante el plazo expresado, procediendo en la forma prevista en el presente Pliego de Condiciones Económicas.

3.17. Bienes de la Propiedad Usados por el Contratista

Cuando durante la ejecución de las obras el Contratista, siempre con la necesaria y previa autorización de la Propiedad, ocupe edificios o haga uso de materiales o útiles pertenecientes a la misma, tendrá obligación de repararlos y conservarlos para hacer entrega de ellos a la terminación del contrato en perfecto estado de conservación y reponiendo los que se hubiesen inutilizado, sin derecho a indemnización por esta reposición ni por las mejoras hechas en los edificios, propiedades o materiales que haya utilizado.



En el caso de que al terminar el Contrato y hacer entrega del material, propiedades o edificaciones, no hubiese cumplido el Contratista con lo previsto en el párrafo anterior, lo realizará La Propiedad a costa del Contratista y con cargo a la fianza.

3.18. Contradicciones entre el Presente Pliego de Condiciones y las Cláusulas del Contrato entre la Propiedad y el Contratista

En caso de contradicciones entre el presente Pliego de Condiciones y las cláusulas del Contrato entre el Contratista y La Propiedad prevalecerán los acuerdos y cláusulas que de mutuo acuerdo hayan pactado el Contratista y La Propiedad en su Contrato.

Cuando tal circunstancia se produjera, la Dirección Facultativa podrá solicitar al Contratista una copia de dichos acuerdos o contratos suscritos en forma de Contrato Legal, que deberá estar firmado por las partes que lo acuerdan.



4. CONDICIONES TÉCNICAS

4.1. Generador Fotovoltaico

4.1.1. Módulos Fotovoltaicos

Genéricamente la Instalación contará con un Generador Fotovoltaico constituido por módulos fotovoltaicos para la conversión directa de la radiación solar en energía eléctrica, sin ningún paso intermedio.

Todos los módulos deberán satisfacer las especificaciones UNE-EN 61215 para módulos de silicio cristalino. Todos los módulos que integren la Instalación serán del mismo modelo, o en caso de modelos distintos, el diseño debe garantizar totalmente la compatibilidad entre ellos y la ausencia de efectos negativos en la instalación por dicha causa.

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

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

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

Ejecución:

La instalación de módulos fotovoltaicos requiere un alto nivel de capacitación y debe ser realizada por personal cualificado. Se divide en las siguientes fases:

- **Descarga de módulos:** Los módulos se entregan apilados horizontalmente en un pallet. Se pueden manipular los pallets con una carretilla o traspalet tanto por el lado corto como por el lado largo del pallet, pero para evitar el riesgo de dañar el módulo FV colocado en el fondo del pallet, es recomendable adaptar la longitud de las uñas a las dimensiones del pallet, especialmente si lo levantamos por el lado corto.
- **Manipulación de módulos:** Se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones:
 - No cargar excesivamente la superficie del módulo fotovoltaico. La superficie de vidrio se puede romper fácilmente.
 - No subir encima ni pisar el módulo fotovoltaico. La superficie de vidrio del módulo fotovoltaico es resbaladiza, existe riesgo de caída.



- No golpear ni aplicar una carga excesiva sobre el vidrio o la lámina posterior. La célula fotovoltaica es muy delgada y puede romperse fácilmente.
 - No arañar ni golpear la lámina posterior. La lámina posterior es frágil.
 - No levantar el módulo por la caja de conexiones ni por los cables eléctricos.
 - Nunca tocar la caja de conexiones o el extremo final de los cables de salida con la mano descubierta si el módulo fotovoltaico está siendo irradiado.
 - No arañar el cable de salida ni doblarlo con fuerza. El aislamiento del cable de salida puede deteriorarse, lo que puede dar lugar a una fuga de corriente o descargas.
 - No tirar excesivamente del cable de salida. El cable de salida puede desconectarse y producir una fuga de corriente o descarga.
 - No taladrar el marco. Puede perjudicar la resistencia mecánica del marco y dar lugar a su corrosión.
 - No arañar la cobertura aislante del marco (excepto para la conexión a tierra).
 - Esto puede dar lugar a la corrosión del marco o perjudicar su resistencia mecánica.
 - No tocar el módulo fotovoltaico sin llevar guantes de protección. El marco del módulo fotovoltaico tiene bordes afilados que pueden provocar lesiones.
 - No dejar caer el módulo fotovoltaico ni permitir que caigan objetos sobre él.
 - No intentar concentrar artificialmente la luz solar sobre el módulo fotovoltaico.
 - No levantar el módulo fotovoltaico cogiéndolo por un único lado. El marco podría doblarse. Tomar el módulo fotovoltaico por dos lados opuestos.
 - Trabajar solarmente en condiciones secas y utilizar exclusivamente herramientas secas. A menos que vaya equipado con las protecciones adecuadas, no se deben manipular los paneles que estén mojados.
- **Instalación de módulos:** Cada módulo se debe fijar de forma segura a la estructura de montaje por cuatro puntos, como mínimo. Para fijar los módulos fotovoltaicos a la estructura de montaje se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones:
 - Utilizar siempre casco, guantes y calzado de seguridad.
 - Mantener el módulo fotovoltaico en su embalaje hasta su instalación.
 - No tocar el módulo fotovoltaico durante la instalación más de lo necesario. La superficie de vidrio y los marcos se calientan. Existe riesgo de quemaduras e incluso de colapso debido a una descarga eléctrica.
 - Utilizar herramientas con aislamiento.
 - No dejar caer herramientas ni objetos rígidos sobre los módulos fotovoltaicos.
 - Asegurarse de que no se generan gases inflamables cerca del emplazamiento de instalación.



- No tocar la caja de conexiones ni los extremos de los cables de salida (conectores) con la mano descubierta durante la instalación ni bajo la luz solar, independientemente de si el módulo fotovoltaico está conectado o no al sistema.
- No pisar con fuerza el vidrio mientras trabaja. Existe riesgo de lesión o descarga eléctrica si se rompe el vidrio.
- No llevar joyas metálicas que puedan causar descargas eléctricas durante la instalación.
- Los cables deben colocarse de forma que no queden expuestos a la luz solar directa una vez instalados, para prevenir su degradación.
- Una instalación inadecuada del panel solar puede ocasionar daños en el módulo y en consecuencia poner en riesgo la seguridad de las personas.
- Una vez terminados los trabajos de montaje se elaborará un listado final (en Excel) indicando el número de serie de cada módulo fotovoltaico con la posición exacta y serie en la que se encuentra conectado cada módulo.

Control de Calidad

En primer lugar, se realizará un replanteo topográfico de una muestra aleatoria (5% de las mesas instaladas) durante la ejecución de los trabajos para comprobar la distancia entre filas (Pitch) y su orientación (Azimut). Del mismo modo se comprobará mediante nivel digital la correcta inclinación de los módulos, verificando que en la misma mesa (o seguidor) la inclinación esté dentro de unos parámetros de tolerancia establecidos.

Posteriormente, se verificará que la fijación de los módulos sobre la estructura dispone de la suficiente solidez y que está adecuadamente puesto a tierra. La fijación se realizará según el manual de instalación del fabricante de los módulos.

Se comprobará que la instalación de los módulos sea adecuada a las recomendaciones de fabricante tanto de módulo como de la estructura de soporte, así como que sea capaz de soportar los esfuerzos a que estará sometida.

Se comprobará la existencia de elementos adecuados para prevenir pares galvánicos.

La separación entre filas, así como la orientación e inclinación de paneles es la especificada en Proyecto, especificaciones de fabricante de módulos y/o estructura, encontrándose debidamente instalados. Será admisible una desviación respecto a lo indicado en Proyecto de +/- 3° en la orientación y en la inclinación (en el caso de seguidores la inclinación se verificará con respeto a su valor teórico establecido por el mismo sistema de seguimiento del tracker).



Medición y Abono

Las unidades previstas de medición son las siguientes:

- Suministro de los módulos: suministro de módulo fotovoltaico de silicio cristalino (cSi). Medida de la unidad suministrada en obra y previamente certificada y ensayada.
- Instalación y montaje de los módulos: Instalación, alineación y fijación de modulo fotovoltaico sobre estructura conforme al Proyecto y a las especificaciones de montaje. La operación incluye:
 - Descarga desde el camión
 - Desembalaje
 - Clasificación
 - Reparto y distribución de paneles hasta su ubicación final de montaje
 - Montaje, alineación y fijación de los paneles
 - Apriete definitivo o de los herrajes de fijación

4.1.2. Estructura Soporte

La estructura soporte del Proyecto consiste en seguidores solares que cuentan con un sistema de seguimiento solar a un eje.

La estructura soporte es el elemento mecánico que sujeta los módulos fotovoltaicos para instalarlos sobre el terreno, asegurando la rigidez mecánica del conjunto. Tiene las funciones principales de servir de soporte y fijación segura de los módulos fotovoltaicos, así como proporcionarles la inclinación y orientación adecuadas, con el objetivo de obtener el máximo aprovechamiento de la energía solar incidente.

La estructura soporte de módulos ha de resistir, con los módulos instalados, las sobrecargas del viento y nieve, de acuerdo con lo indicado en el Código Técnico de la Edificación (CTE).

El diseño y la construcción de la estructura y el sistema de fijación de módulos permitirán las necesarias dilataciones térmicas, sin transmitir cargas que puedan afectar a la integridad de los módulos, siguiendo las indicaciones del fabricante.

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

4.1.2.1. Cimentación de los Seguidores

Siempre que sea posible, y los resultados del Estudio Geotécnico a realizar así lo aconsejen, se plantea un anclaje de la estructura metálica al terreno mediante hincas metálicas. Estas cimentaciones serán



iguales o muy similares entre ellas y seguirán las dimensiones y requerimientos recomendados por el fabricante.

Las hincas estarán separadas a una distancia constante entre ellas, se instala por hincado directo sobre el terreno permitiendo su montaje sin necesidad de llevar a cabo excavaciones, hormigonado, placas de anclaje, etc.

Este tipo de cimentación exige menores nivelaciones de terreno, permite el recorte de los tiempos de ejecución de la obra y la reducción de los costes de mano de obra y materiales necesarios, frente a la cimentación de micro-pilotes a base de hormigón.

Ejecución

El hincado se efectúa con una máquina hincapostes que levanta cada unidad, la apoya de punta sobre el suelo y la fuerza por medio de la caída de una maza desde una altura prefijada, golpeando sobre la cabeza del pilote en forma repetitiva hasta enterrarla a la longitud requerida. En la cabeza del pilote se dispone una sufridera, pieza de madera que recibe directamente los golpes de la maza que golpea, para evitar que se generen fisuras en cabeza de cada tramo de perfil hincado.

En caso de daños, las cabezas de los postes se repararán in situ y se le aplicará con galvanizado en frío.

Medición y Abono

Las unidades previstas de medición son las mismas cimentaciones de los seguidores.

4.1.2.2. Suministro y Montaje de los Seguidores

La secuencia de montaje se establece a partir de los planos y documentación técnica del fabricante optimizando el proceso en cuanto a seguridad, método y tiempo.

La coordinación, a su nivel, con las diferentes personas involucradas en la obra se realiza atendiendo a criterios de eficacia y seguridad.

Ejecución

El montaje de la estructura se realizará de acuerdo con las indicaciones contenidas en el Plan de Montaje y siguiendo las especificaciones correspondientes del fabricante de la misma.

El material deberá transportarse y manejarse con cuidado para evitar torceduras y daños.



Todas las sales corrosivas y otros materiales extraños depositados o adheridos a la estructura con anterioridad o durante el montaje de ellas, deberán ser eliminadas, no pudiendo instalarse miembros doblados, torcidos, oxidados o dañados.

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

Cada parte de la estructura debe quedar alineada nivelada y ajustada tan pronto como sea posible una vez que haya sido montada, la ejecución de sus uniones debe realizarse inmediatamente después.

Control de Calidad

Se comprobará que las estructuras estén bien plomadas y que la transmisión de los esfuerzos se realice conforme a los cálculos del Proyecto, para lo que se comprobará que los ángulos y ejes ejecutados coincidan con los proyectados y sus correspondientes tolerancias. Se comprobará que no existen desalineaciones que provoquen tensiones en los módulos solares.

Se comprobará el correcto anclaje de las estructuras al sistema de anclaje, asegurando la correcta colocación de los tornillos y sistemas anti-afloje según las especificaciones técnicas de la estructura.

Se comprobará la documentación de calidad de la estructura.

Se comprobará aleatoriamente el apriete de las uniones atornilladas, así como la presencia de sistemas antiafloje adecuados según las especificaciones técnicas de la estructura.

Se medirá el espesor del galvanizado según normativa vigente y especificaciones de material.

Se comprobará que no se han realizado taladros, cortes ni soldaduras que no sean necesarios para la instalación de la estructura y que no hayan sido aprobados por el Director de Obra.

Se comprobará que no hay restos de óxido.

Se comprobará la tornillería existente y que se han tomado las medidas adecuadas para que no se produzcan pares galvánicos.

Todas las comprobaciones citadas anteriormente se realizarán acorde a las especificaciones y garantías aportadas por el Contratista.

Medición y Abono

Las unidades previstas de medición son las siguientes:

- Suministro de la estructura de los seguidores y componentes relacionados en cumplimiento con el manual de instalación.



- Montaje de los seguidores: Montaje completo de la estructura mecánica, motores y equipos relacionados a los seguidores y fijación de bandeja para cableado.

4.1.3. Inversores y Centros de Transformación o Estaciones de Potencia

Para el Proyecto se han seleccionado inversores centrales que irán instalados en Estaciones de Potencia o Centros de Transformación para el incremento de la tensión de baja (BT) a media tensión (MT).

Los Centros de Transformación están formados por tres elementos independientes (inversores, transformador, y celdas de media tensión) que se proporcionan precableados para una fácil conexión entre sí.

La compacidad es la característica más relevante que permite realizar el montaje del centro en fábrica por lo que ofrece: calidad en origen, reducción del tiempo de instalación, soluciones llave en mano y posibilidad de posteriores traslados.

Debido a su concepción de centro monobloque, la instalación de estos prefabricados sólo precisa haber realizado previamente una excavación en el terreno y la posterior cimentación.

Esta solución tipo power station es más versátil, ya que presenta una plataforma metálica o skid de media tensión que integra el transformador y las celdas. Todos sus elementos están pensados para facilitar su inmediata instalación a la intemperie, gracias a lo cual se puede prescindir de envoltentes del tipo contenedor.

Gracias al uso de equipos de intemperie, el acceso a los inversores y al transformador se hace de forma directa. Además, el diseño de los inversores ha sido pensado para facilitar las tareas de mantenimiento y reparación.

Cada Estación se divide en tres zonas separadas con accesos independientes:

- Zona de la Aparamenta para instalar las celdas de distribución MT.
- Zona del Transformador para instalar el transformador BT/MT.
- Zona del Inversor para instalar en su interior:

Cada Estación incluirá al menos, los siguientes componentes:

- Hasta 4 Inversor/es fotovoltaicos CC/CA.
- Transformador de potencia.
- Transformador SSAA.



- Celdas de Media Tensión (MT).
- Tableros eléctricos, dispositivos de control e interconexiones entre los diversos elementos.
- Sistema SCADA.
- Transformadores toroidales para monitorización de las entradas de los inversores.
- Alumbrado.
- Tomas de corriente.
- Extintores
- Sensores antincendios.

La instalación de alumbrado, soporte de cables de MT y BT, así como la línea de puesta a tierra debe incluirse en el suministro del edificio.

Ejecución

Se realizará el transporte, la carga y descarga de los elementos constitutivos de la Estación de Potencia, sin que estos sufran ningún daño en su estructura. Para ello deberán usarse los medios de fijación previstos por el fabricante para su traslado y ubicación, así como las recomendaciones para su montaje.

Sus elementos constructivos son los descritos en el apartado correspondiente de la Memoria del presente Proyecto.

De acuerdo con la recomendación UNESA 1303-A, el prefabricado estará construido de tal manera que, una vez instalado, su interior sea una superficie equipotencial.

La base de la Estación de Potencia será de hormigón armado con un mallazo equipotencial.

Todas las varillas metálicas embebidas en el hormigón que constituyan la armadura del sistema equipotencial estarán unidas entre sí mediante soldaduras eléctricas. Las conexiones entre varillas metálicas pertenecientes a diferentes elementos se efectuarán de forma que se consiga la equipotencialidad entre éstos.

Ningún elemento metálico unido al sistema equipotencial podrá ser accesible desde el exterior del edificio, excepto las piezas, insertadas en el hormigón, que estén destinadas a la manipulación de las paredes y de la cubierta, siempre que estén situadas en las partes superiores de éstas.

Cada pieza de las que constituyen el bloque de potencia deberá disponer de dos puntos metálicos, lo más separados entre sí, y fácilmente accesibles, para poder comprobar la continuidad eléctrica de la armadura. Todas las piezas contiguas estarán unidas eléctricamente entre sí. La continuidad eléctrica podrá conseguirse mediante los elementos mecánicos del ensamblaje.



Todos los elementos metálicos de la Estación de Potencia que están expuestos al aire serán resistentes a la corrosión por su propia naturaleza, o llevarán el tratamiento protector adecuado que en el caso de ser galvanizado en caliente cumplirá con lo especificado en la RU.-6618-A.

Medición y Abono

Las unidades previstas de medición son las siguientes:

- Estación de Potencia: suministro y montaje de prefabricado compacto, equipado con inversores fotovoltaicos, transformador de baja a media tensión, transformador de servicios auxiliares, celdas de protección asociadas y la interconexión entre todos los elementos. Incluye su transporte y descarga.

4.2. Obra Civil

En este apartado se realiza una descripción de las diferentes partes que integran el alcance del suministro y los trabajos de movimiento de tierras y obra civil de la Planta Fotovoltaica, figurando las descripciones y las mediciones detalladas de todas las partidas que lo componen.

4.2.1. Materiales Básicos

4.2.1.1. Zahorras Artificiales

Material granular formado por áridos machacados total o parcialmente, cuya granulometría es de tipo continuo, utilizada como capa de firme, apoyo y relleno.

Los materiales que compongan la zahorra deberán cumplir todo lo estipulado en el apartado 501.2 del artículo 510 del PG3.

Ejecución de las Obras

La ejecución de las obras se ajustará al apartado 501.3 del artículo 501 del PG3.

La zahorra que se tiene previsto colocar es la denominada ZA (25) que deberá cumplir el siguiente huso granulométrico:

| TAMICES UNE | 25 | 20 | 10 | 5 | 2 | 400 mm | 80 mm |
|-----------------------|-----|--------|-------|-------|-------|--------|-------|
| CERNIDO ACUMULADO (%) | 100 | 75-100 | 50-80 | 35-60 | 20-40 | 8-22 | 0-10 |



Para realizar el control de calidad de las zahorras artificiales y su puesta en obra deberán realizarse los siguientes ensayos:

- Ensayos granulométricos.
- Comprobación geométrica del espesor de las tongadas.
- Comprobación de módulo de reacción del material compactado. Placa de Carga (NLT 357).
- La zahorra artificial se medirá y abonará por m3 realmente ejecutados.
- No serán de abono las creces laterales, ni los consecuentes de la aplicación de la compensación de la merma de espesores de capas subyacentes.

4.2.1.2. Hormigón

Los hormigones cumplirán las c el artículo 610 del PG-3.

Composición del hormigón:

- Cemento: Todo cemento a emplear en obra habrá de cumplir cuanto se establece en el Vigente Real Decreto 956/2008, de 6 de junio, por el que se aprueba la Instrucción para la recepción de cementos (RC-08).
- Además, cumplirá la Reglamentación en vigor y Normas UNE que se reseñan en Anexo al citado R.D.776/1.997.
- Cada entrega de cemento en obra vendrá acompañada del documento de garantía de la fábrica, en el que figurará su designación, por el que se garantiza que cumplen las prescripciones relativas a las características físicas y mecánicas y a la composición química establecida.
- Agua a emplear en morteros y hormigones: En general, podrán ser utilizadas, tanto para el amasado como para el curado de morteros y hormigones, todas las aguas sancionadas como aceptables por la práctica.
- Se prohíbe expresamente el empleo de agua de mar o salina análoga para el amasado o curado del hormigón armado o pretensado, salvo estudios especiales. Si podrán utilizarse para hormigones sin armaduras. En este caso deberán utilizarse cementos MR o SR. Será prescriptivo el Artículo 27º de la Instrucción de Hormigón Estructural EHE. Cuando no se posean antecedentes de su utilización, o en caso de duda, deberán analizarse las aguas.
- Aditivos a emplear en morteros y hormigones: Productos que, incorporados al hormigón o el mortero en una proporción igual o menor del 5% del peso del cemento, antes del amasado, durante el mismo y/o posteriormente en el transcurso de un amasado suplementario, producen las modificaciones deseadas de sus propiedades habituales, de sus características, o de su comportamiento, en estado fresco y/o endurecido. La designación de los aditivos se hará de acuerdo con lo indicado en la UNE EN 934-2:2002. Será de aplicación todo lo prescrito en el apartado 281.4 del artículo 281 del PG-3. La unidad terminada cumplirá los requisitos contenidos



en la UNE EN 934-2:2002. El control de recepción de los aditivos se llevará a cabo según se especifica en el apartado 281.7 del artículo 281 del PG-3.

- Adiciones a emplear en hormigones: Materiales inorgánicos, puzolánicos o con hidraulicidad latente que, finamente divididos, pueden ser añadidos al hormigón con el fin de mejorar alguna de sus propiedades o conferirle características especiales. Solo se utilizarán como adiciones al hormigón, en el momento de su fabricación, el humo de sílice y las cenizas volantes, estando éstas últimas prohibidas en el hormigón pretensado. El suministrador de la adición la identificará y garantizará documentalmente el cumplimiento de las características especificadas, según que la adición empleada sea ceniza volante o humo de sílice.
- Las cenizas volantes no podrán contener elementos perjudiciales en cantidades tales que puedan afectar a la durabilidad del hormigón o causar fenómenos de corrosión de las armaduras. Además, deberán cumplir las especificaciones de acuerdo con la UNE EN 450-1:2006+A1:2008. El humo de sílice no podrá contener elementos perjudiciales en cantidades tales que puedan afectar a la durabilidad del hormigón o causar fenómenos de corrosión de las armaduras. Los resultados de los análisis y de los ensayos previos estarán a disposición de la Dirección Facultativa. Se podrán utilizar cenizas volantes o humo de sílice como adición en el momento de la fabricación del hormigón, únicamente cuando se utilice cemento tipo CEM I. No se utilizará ningún tipo de adición sin la aprobación previa y expresa de la Dirección Facultativa, quien exigirá la presentación de ensayos previos favorables. Para la utilización de las cenizas volantes y el humo de sílice además se seguirán las indicaciones de la UNE 83414:1990 EX y UNE 83460:1994 EX.
- Características: Las características mecánicas de los hormigones empleados en estructuras cumplirán las condiciones impuestas en el artículo 39 de la Instrucción EHE.
- Dosificación del hormigón: El Contratista realizará ensayos previos en laboratorio para establecer la dosificación, con objeto de conseguir que el hormigón resultante cumpla con las condiciones que se le exigen en la Instrucción EHE, a menos que pueda acreditar documentalmente que los materiales, dosificación y proceso de ejecución previstos pueda conseguir un hormigón que posea las condiciones exigidas. En el caso de existencia de sulfatos, el cemento poseerá la característica adicional de resistencia a los sulfatos, según la UNE 80303:96, siempre que su contenido sea igual o mayor que 600 mg/l en el caso de aguas, o igual o mayor que 3000 mg/kg en el caso de suelos.

Medición y Abono

La medición de los hormigones en general tendrá lugar por m³, m² o m según resulte más conveniente a la definición de la unidad. Se calculará exactamente por procedimientos geométricos, junto con las modificaciones que hubiera podido autorizar la Dirección de Obra durante la construcción.

Los volúmenes de hormigón originados por exceso de excavación no serán de abono excepto si hubieran sido previamente autorizados por la Dirección de Obra sobreexcavaciones correspondientes o si



corresponden a desprendimientos, no imputables al Contratista. En este último caso el hormigón empleado en su relleno se abonará al precio correspondiente.

Se abonará según cálculos por procedimientos geométricos, no admitiéndose ningún exceso de medición sobre dichas secciones, salvo aprobación expresa y por escrito de la Dirección de Obra.

Se encuentra incluido en el precio cualquier aditivo necesario para la elaboración del mismo.

4.2.1.3. Armaduras de Acero

Conjunto de barras que se colocarán en el interior de la masa de hormigón para ayudar a éste a resistir los esfuerzos a que está sometido. En todos los casos se emplearán barras B500S.

Los materiales se ajustarán a lo prescrito en el Artículo 600 del PG-3 para un límite elástico de 5.000 Kp/cm², así como a las modificaciones del mismo en su nueva redacción de la O.M. de 21 de enero de 1988, y en la Instrucción EHE.

Ejecución

La forma y dimensiones de las armaduras se calculará por procedimientos geométricos. Si se realizase alguna modificación en los empalmes o solapes de algunas barras, su distribución se hará de forma que el número de empalmes o solapes sea mínimo, debiendo el Contratista, en cualquier caso, someter a la aprobación del Director de Obra los correspondientes esquemas de despiece.

La Dirección de obra examinará la armadura y dará su aprobación por escrito, antes de que se produzca el hormigonado.

Los tipos de acero empleados en la obra son, con arreglo a la nomenclatura de la EHE: B 500 S en barras corrugadas.

Cuando las mediciones realizadas superen los criterios especificados en el Proyecto, no serán de abono los excesos resultantes salvo autorización previa de la Dirección de Obra. En ningún caso se abonarán más de las unidades realmente ejecutadas.

Las armaduras deben llevar grabadas las marcas de identificación definidas en la Instrucción EHE.

El Contratista deberá aportar certificado del suministrador de cada partida que llegue a obra, en los que se garanticen las características del material.

Medición y Abono

Las armaduras de acero empleadas en hormigón armado se abonarán según cálculos geométricos.



El precio incluye el suministro del acero hasta la obra, el ferrallado y la colocación.

El abono de las mermas, despuntes y empalmes no definidos se considerará incluido en el del kg de armadura.

4.2.2. Equipos y Maquinaria

Los equipos y maquinaria deberán estar ubicados en zonas donde menos alteren y molesten las condiciones medio ambientales.

Los equipos y maquinaria deberán estar en perfectas condiciones, debiendo tener perdidas o producir vertidos de aceites o grasas.

En los casos en los que los condicionantes medio ambientales impuestos por la Administración Ambiental competente lo requiera, los equipos y maquinaria deberán llevar silenciadores.

La maquinaria de desbroce estará dotada de extintores al objeto de sofocar de forma inmediata cualquier conato de incendio que pudiera provocarse al saltar una chispa durante el desbroce.

4.2.2.1. Compactador

Todos los compactadores deberán ser autopropulsados y tener inversores del sentido de la marcha de acción suave.

La composición del equipo de compactación se determinará en el tramo de prueba, y deberá estar compuesto como mínimo por un (1) compactador vibratorio de rodillos metálicos.

El rodillo metálico del compactador vibratorio tendrá una carga estática sobre la generatriz no inferior a trescientos newtons por centímetro (300 N/cm) y será capaz de alcanzar una masa de al menos quince toneladas (15 t), con amplitudes y frecuencias de vibración adecuadas.

Los compactadores con rodillos metálicos no presentarán surcos ni irregularidades en ellos. Los compactadores vibratorios tendrán dispositivos automáticos para eliminar la vibración al invertir el sentido de la marcha. Los de neumáticos tendrán ruedas lisas, en número, tamaño y configuración tales que permitan el solape entre las huellas delanteras y las traseras.

4.2.2.2. Camión Cisterna

La cisterna del camión tendrá una capacidad mínima de 10.000 l de agua, y llevará acoplado un sistema para el reparto homogéneo del agua en superficie para los procesos de compactación.



4.2.2.3. Motoniveladora

Tendrá una potencia mínima de 100 CV, y una pala con ancho mínimo de 2,5 m y un alto mínimo de 0,6 m.

4.2.2.4. Retroexcavadora

La retroexcavadora llevará cazos de limpieza y de cuchillas, de diferentes dimensiones según las necesidades del Proyecto. Tendrá una potencia mínima de 100 CV.

4.2.2.5. Pala Cargadora

La pala cargadora deberá disponer de una pala de excavación de tierras y de una pala para material ligero. La anchura mínima de las palas será de 2,5 m.

4.2.2.6. Camión

Se usará un camión basculante 4x4, con una capacidad mínima de carga de 14 tm.

4.2.2.7. Cuba de Transporte de Hormigón

La cuba de transporte del hormigón deberá ser móvil, permitiendo los movimientos de rotación para amasar el hormigón.

Los equipos de transporte deberán estar exentos de residuos de hormigón o mortero endurecido.

Los camiones deberán disponer de los materiales para realizar la prueba de consistencia del hormigón mediante el cono de Abrams.

Deberán de disponer de los adecuados sistemas para el control de distribución del hormigón.

4.2.2.8. Bombas de Achique

Deberá haber un número no inferior a 3 dentro del recinto de las obras, de las cuales una se dejará como bomba de reserva. Las bombas deberán poder sumergirse en agua.

4.2.2.9. Inclinómetros

Los inclinómetros (uno para pendiente y otro para peralte) que permiten la medición automática de los valores de pendientes, bombeos y peraltes, deben disponer de una resolución de 0,05°.



4.2.3. Implantación en Obra

Este apartado comprende la totalidad de los trabajos preparatorios, obras auxiliares y accesos necesarios para la ejecución de los trabajos objeto del Contrato, incluyendo el mantenimiento de dichas instalaciones y accesos hasta la recepción de la obra. Incluye también las previsiones que han de tomarse para la preservación y restauración del medio ambiente local, durante y hasta la recepción de los trabajos.

Ejecución

Obras Preparatorias:

El Contratista ejecutará los siguientes trabajos preparatorios, de acuerdo con el programa de trabajo:

- Suministro y transporte al lugar del equipo principal de construcción y de todas las herramientas y utensilios requeridos.
- El Contratista instalará, a su cargo, las casetas de obra necesarias para su personal, incluidos aseos necesarios, duchas, talleres, almacenes y demás instalaciones para la construcción.
- Acondicionamiento de áreas de almacenamiento de materiales, áreas de estacionamiento y áreas de disposición de desperdicios.
- Equipamiento de las instalaciones provisionales con sus correspondientes servicios de agua potable, instalaciones sanitarias, depuración de aguas negras, instalaciones eléctricas, comunicaciones y demás.
- Retirada de equipos del lugar de trabajo una vez terminada la totalidad de la obra.
- Demolición de las obras preparatorias y no permanentes que indique la Dirección de las Obras, retirada de los materiales resultantes y restauración del paisaje natural.
- El Contratista deberá someter a la Dirección de Obra, para su aprobación, los posibles sitios de ubicación de las instalaciones provisionales con sus correspondientes planos detallados, programa de instalación, etc. Asimismo, deberá presentar los esquemas de funcionamiento de las plantas con indicación de sus eficiencias y capacidades.
- El Contratista deberá suministrar a la Dirección de Obra cualquier plano o información adicional que ésta considere necesarios con relación a las instalaciones y obras provisionales.
- El Contratista deberá garantizar la calidad del agua potable, para lo cual procederá mensualmente o cuando la Dirección de Obra lo juzgue conveniente, a efectuar el análisis bacteriológico y químico del agua potable. En caso de no ser satisfactorio el resultado del análisis procederá a revisar las instalaciones y el tratamiento dado al agua y a realizar nuevos análisis, hasta la obtención de una calidad de agua adecuada.
- El Contratista será responsable del suministro de energía, así como de la instalación y mantenimiento del sistema de comunicaciones.



- Las instalaciones provisionales de obra serán mantenidas en perfecto estado de limpieza a lo largo de la duración de las obras. Si el contratista no cumpliera finalmente en este punto, la Propiedad puede decidir realizarlo por sus medios, propios o ajenos, deduciendo las cantidades incurridas de la siguiente certificación y facturación del contratista.
- Los desechos provenientes de las instalaciones anteriormente descritas deberán ser dispuestos en las áreas de vertedero aprobadas por la Dirección de Obra.

Carreteras y Accesos:

- El Contratista deberá construir y mantener aquellas vías de acceso e interiores necesarias para la realización de las obras cuyo trazado y características de sección deberán ser sometidos a la aprobación de la Dirección de Obra.
- La construcción de estas obras no afectará al normal nivel de servicio de las carreteras y caminos de la zona. Así mismo el Contratista será responsable de la reparación de los daños que como consecuencia de las obras se produzcan en aquellas.

Equipos:

- El Contratista realizará el suministro, transporte e instalación en las áreas aprobadas, de todo el equipo, herramientas y utensilios requeridos para la ejecución de los trabajos estipulados en el contrato. Al finalizar la obra retirará a su cargo el equipo utilizado.

Derecho de paso:

- El Contratista proveerá de paso continuo y seguro a las personas y vehículos que utilicen los caminos y vías de comunicación afectados por las obras.
- Se tomarán las medidas necesarias para evitar accidentes, empleando señales adecuadas y a satisfacción de la Dirección de Obra y de acuerdo con el plan diseñado por el Coordinador de Seguridad y Salud de las Obras.

Reparación de daños:

- Durante el período de construcción el Contratista podrá utilizar las áreas de trabajo aprobadas, carreteras y áreas de estacionamiento existentes y las que él construya, con la condición de que repare, tanto durante el desarrollo de la obra, como al finalizar ésta, los daños que se ocasionen en dichas carreteras, obras anexas y en propiedades privadas, de tal manera que queden a satisfacción de la Dirección de Obra.

Demolición de obras temporales:



- El Contratista al finalizar la obra, deberá demoler las obras temporales que la Dirección de Obra crea innecesarias y retirar todos los materiales resultantes a los lugares de deshecho o al lugar que indique ésta.

Medición y Abono

Los trabajos incluidos en este apartado no serán, en general, de abono, excepto cuando así lo estipulen otros apartados del Pliego o el Presupuesto. Estos gastos necesarios se consideran incluidos en los precios de las distintas unidades de obra, dentro del porcentaje de costes indirectos y adicionales.

4.2.4. Verificación y Replanteo

Este trabajo de replanteo consiste en el conjunto de operaciones que es preciso efectuar para trasladar al terreno los datos expresados en los Planos que definen la obra, y se realizará según se especifica en el presente Pliego.

Ejecución

El replanteo se hará en una o varias veces y siempre de acuerdo con los datos del Proyecto y según instrucciones dadas por la Propiedad. El replanteo deberá hacerse una vez limpia la zona de actuación.

El Contratista está obligado, además, a suministrar todos los útiles y elementos auxiliares necesarios para este replanteo, con inclusión de los clavos y estacas. También correrá de su cuenta el personal necesario para las mismas. El Constructor vigilará, conservará y responderá de las estacas o señales, haciéndose directamente responsable de cualquier desaparición o modificación de estos elementos, una vez aprobado el replanteo por la Propiedad.

Se determinará por cuenta del Contratista los perfiles del terreno que sean necesarios para obtener exactamente la cantidad de tierras a desmontar o a rellenar, marcándose las alineaciones y rasantes en los puntos necesarios para que, con auxilio de los Planos de detalle, pueda el Constructor realizar los trabajos con arreglo a los mismos.

Medición y Abono

Las unidades previstas de medición en este capítulo son las siguientes:

- Trabajos relativos a la topografía en obra: replanteo del movimiento de tierras, replanteo de edificaciones, replanteo de estructura soporte de los módulos fotovoltaicos, viales, canalizaciones, etc.



4.2.5. Despeje y Desbroce del Terreno

Incluye operaciones de deforestación (eliminación de plantas, tocones de árboles y arbustos con sus raíces, cepas, broza, escombros, basuras, etc.), retirada de la capa superficial de las tierras y carga, transporte y descarga en vertedero o lugar de empleo de los materiales sobrantes.

Los vertederos tendrán que ser autorizados expresamente por la Dirección Facultativa, así como por los organismos medioambientales competentes que se vean afectados por el mismo.

Ejecución

El desbroce se ejecutará con medios mecánicos mediante motoniveladora, tractor con orugas (con bulldozer y ripper) y pala cargadora con ruedas. Para el transporte a vertedero, del material que no se incorpore como tierra vegetal, se usará camión con caja basculante.

El Contratista dispondrá las medidas de protección adecuadas para evitar que la vegetación, objetos y servicios considerados como permanentes, resulten dañados. Cuando dichos elementos resulten dañados por el Contratista, este los reemplazará con la aprobación de la Dirección Facultativa, sin costo para la Propiedad.

Todos los tocones y raíces mayores de 10 cm de diámetro serán eliminados hasta una profundidad no inferior a 50 cm por debajo de la rasante de excavación.

Todas las oquedades causadas por la extracción de tocones y raíces se rellenarán con material análogo al suelo que ha quedado al descubierto al hacer el desbroce y se compactarán hasta que la superficie se ajuste a la del terreno existente.

Los árboles susceptibles de aprovechamiento serán podados y limpiados, se manejarán de forma adecuada y se almacenarán a disposición de la Administración cuidadosamente separados de los montones que hayan de ser quemados o desechados.

La retirada de la capa de tierra vegetal en terrenos a ocupar por las obras constituye una medida fundamental en el establecimiento posterior de la vegetación, ya que dicha capa tiene incorporados nutrientes y semillas y es apta para soportar el crecimiento de las especies.

La extracción de la capa superficial de tierra vegetal de los suelos durante los movimientos de tierra se realizará en los lugares previstos, debiendo extraerse un espesor de unos 20 cm en función de la profundidad de esta capa.

Se manipulará la tierra cuando posea un contenido de humedad inferior al 75%, evitando siempre los días de lluvia a fin de prevenir su compactación.



Se separará la capa horizonte A o capa vegetal y horizontes subsuperficiales para que no se diluyan las cualidades de las más fértiles al mezclarse con otras con peores cualidades.

Se evitará el paso de maquinaria sobre los terrenos en que se proyecta la retirada de suelo a fin de evitar su deterioro debido a una compactación excesiva y pérdida de su estructura.

El suelo retirado será almacenado en lugar adecuado del entorno de las obras, tal como las márgenes de las superficies dedicadas a instalaciones auxiliares o en otros terrenos adecuados para su correcta conservación.

Deberán ser lo más llanos posible por razones de estabilidad y para evitar la desaparición de nutrientes, que pueden ser arrastrados por las aguas de escorrentía, y estar suficientemente drenado para no generar un ambiente reductor.

Antes de iniciar la operación de creación de los acopios, se comunicará y recabará la aprobación de la Dirección de Obra acerca de su localización y forma de realización.

Los acopios se realizarán en caballones longitudinales, de sección trapezoidal, unos 30 cm de espesor y no más de 1,5 m de altura. Se eliminarán las concavidades en la parte superior para evitar la entrada de agua de lluvia. No se compactará y se mantendrán libres de objetos extraños.

Control y Criterios de Aceptación y Rechazo

- Control de Ejecución: Dadas las características de las operaciones, el control se efectuará mediante inspección visual.
- Control Geométrico: Una vez ejecutada la unidad de obra de despeje y desbroce se realizará la medición de la superficie resultante con el fin de no duplicar en ningún punto el volumen de desbroce como excavación de la explanación.

Las irregularidades deberán ser corregidas por el Contratista. Serán a su cargo, asimismo, los posibles daños al sobrepasar el área señalada.

Medición y Abono

La unidad de despeje y desbroce, incluyendo las demoliciones necesarias, se medirá en m² medidos en proyección horizontal.

El precio incluye la limpieza y el destocoado del terreno, incluso la protección de los árboles y arbustos que deban ser protegidos, así como de los que tengan que ser trasplantados a juicio de la Dirección Facultativa, la carga, transporte a vertedero y descarga en el mismo de todos los materiales procedentes de las demoliciones y desbroce del terreno y la obtención de los permisos necesarios para el vertido del



material en los vertederos autorizados. Si existen vertederos propios o acuerdos con canteras con un canon de vertido nulo, en el precio está incluido el canon de vertido si fuese necesario. Se incluyen así todos los medios, materiales, maquinaria, mano de obra y operaciones necesarias para la correcta, completa y rápida ejecución de esta unidad de obra.

Será por cuenta del Contratista la ejecución de las pistas de acceso a los tajos, el mantenimiento de los mismos, la humectación y, una vez finalizados los trabajos la remoción de los terrenos y la completa restitución de la superficie afectada a su estado inicial.

Las unidades previstas de medición en este capítulo son las siguientes:

- Retirada de capa de tierra vegetal realizada con medios mecánicos, con extendido de productos dentro de la propia parcela y en las zonas habilitadas para ello, incluso parte proporcional de ayuda manual y medios auxiliares (criterios constructivos según NTE-ADE-1).

4.2.6. Excavación

Estos trabajos incluyen todas las operaciones necesarias para la excavación de las zonas afectadas por las obras, bien sea en los desmontes, en el área de apoyo de los terraplenes donde existan materiales que sea necesario eliminar o en los préstamos que sean precisos para la elección de las tierras y con arreglo posterior de su superficie, una vez terminada su explotación.

Se denominan «préstamos previstos» aquellos que proceden de las excavaciones de préstamos indicados en el Proyecto o dispuestos por la Administración, en los que el Contratista queda exento de la obligación y responsabilidad de obtener la autorización legal, contratos y permisos, para tales excavaciones. Se denominan “préstamos autorizados” aquellos que proceden de las excavaciones de préstamos seleccionados por el Contratista y autorizados por el Director de Obra, siendo responsabilidad del Contratista la obtención de la autorización legal, contratos y permisos, para tales excavaciones.

Son de aplicación todas las recomendaciones y exigencias recogidas en el artículo 320 del PG3.

Ejecución de las Obras

Una vez terminadas las operaciones de excavación de la tierra vegetal, se iniciarán las obras de excavación, ajustándose a las alineaciones, pendientes, dimensiones y demás información contenida en el Proyecto, y a lo que sobre el particular ordene el Director de Obra. El Contratista deberá comunicar con suficiente antelación al Director de Obra el comienzo de cualquier excavación, y el sistema de ejecución previsto, para obtener la aprobación del mismo.

Se cumplirá, en todo caso, con lo dispuesto en la legislación vigente en materia medioambiental, de seguridad y salud, y de almacenamiento y transporte de productos de construcción.



Drenaje:

- Durante las diversas etapas de construcción, las obras se mantendrán en perfectas condiciones de drenaje y las cunetas, y demás elementos de desagüe, se dispondrán de modo que no se produzca erosión en los taludes.

Tierra vegetal:

- La tierra vegetal que se encuentre en las excavaciones, y que no se hubiera extraído en el desbroce, se removerá de acuerdo con lo que, al respecto, se señale en el Proyecto y con lo que especifique el Director de Obra, en concreto, en cuanto a la extensión y profundidad que debe ser retirada. Se acopiará para su utilización posterior en protección de taludes o superficies erosionables, o donde ordene el Director de Obra o indique el Proyecto.
- La tierra vegetal extraída se mantendrá separada del resto de los productos excavados. La retirada, acopio y disposición de la tierra vegetal se realizará cumpliendo las prescripciones del artículo 320 del PG- 3 y el lugar de acopio deberá ser aprobado por el Director de Obra.

Empleo de los productos de excavación:

- Siempre que sea posible, los materiales que se obtengan de la excavación se utilizarán en la formación de rellenos y demás usos fijados en el Proyecto. No se desechará ningún material excavado sin previa autorización del Director de Obra.
- Los fragmentos de roca y bolos de piedra que se obtengan de la excavación y que no vayan a ser utilizados directamente en las obras se acopiarán y emplearán, si procede, en la protección de taludes, canalizaciones de agua, defensas contra la posible erosión, o en cualquier otro uso que señale el Director de Obra.
- Los materiales excavados no aprovechables se transportarán a vertedero autorizado, sin que ello dé derecho a abono independiente. Las áreas de vertedero de estos materiales serán las definidas en el Proyecto o, en su defecto, las autorizadas por el Director de Obra a propuesta del Contratista, quien deberá obtener a su costa los oportunos permisos y facilitar copia de los mismos al Director de Obra.

Préstamos y caballones:

- Si se hubiese previsto o se estimase necesaria, durante la ejecución de las obras, la utilización de préstamos, el Contratista comunicará al Director de Obra, con suficiente antelación, la apertura de los citados préstamos, a fin de que se pueda medir su volumen y dimensiones sobre el terreno natural no alterado y, en el caso de préstamos autorizados, realizar los oportunos ensayos para su aprobación, si procede.



- No se tomarán préstamos en la zona de apoyo de la obra, ni se sustituirán los terrenos de apoyo de la obra por materiales admisibles de peores características o que empeoren la capacidad portante de la superficie de apoyo.
- Se tomarán perfiles, con cotas y mediciones, de la superficie de la zona de préstamo después del desbroce y, asimismo, después de la excavación. El Contratista no excavará más allá de las dimensiones y cotas establecidas.
- Los préstamos deberán excavarlos disponiendo las oportunas medidas de drenaje que impidan que se pueda acumular agua en ellos. El material inadecuado se depositará de acuerdo con lo que el Director de Obra ordene al respecto.
- Los taludes de los préstamos deberán ser estables, y una vez terminada su explotación, se acondicionarán de forma que no dañen el aspecto general del paisaje. No deberán ser visibles desde cualquier punto con especial impacto paisajístico negativo, debiéndose cumplir la normativa existente respecto a su posible impacto ambiental.
- El material vertido en caballones no se podrá colocar de forma que represente un peligro para construcciones existentes, por presión directa o por sobrecarga sobre el terreno contiguo.
- Cuando tras la excavación de la explanación aparezca suelo inadecuado en los taludes o en la explanada, el Director de Obra podrá requerir del Contratista que retire esos materiales y los sustituya por material de relleno apropiado. Antes y después de la excavación y del colocado de este relleno se tomarán perfiles transversales.

Taludes:

- La excavación de los taludes se realizará adecuadamente para no dañar su superficie final, evitar la descompresión prematura o excesiva de su pie e impedir cualquier otra causa que pueda comprometer la estabilidad de la excavación final.
- Las zanjas que, de acuerdo con el Proyecto, deban ser ejecutadas en el pie del talud, se excavarán de forma que el terreno afectado no pierda resistencia debido a la deformación de las paredes de la zanja o a un drenaje defectuoso de ésta. La zanja se mantendrá abierta el tiempo mínimo indispensable, y el material de relleno se compactará cuidadosamente. Asimismo, se tendrá especial cuidado en limitar la longitud de la zanja abierta al mismo tiempo, a efectos de disminuir los efectos antes citados.
- Se procurará dar un aspecto a las superficies finales de los taludes, tanto si se recubren con tierra vegetal como si no, que armonice en lo posible con el paisaje natural existente. En el caso de emplear gunita, se le añadirán colorantes a efectos de que su acabado armonice con el terreno circundante.
- La transición de desmonte a terraplén se realizará de forma gradual, ajustando y suavizando las pendientes, y adoptándose las medidas de drenaje necesarias para evitar aporte de agua a la base del terraplén.



- En el caso de que los taludes presenten desperfectos antes de la recepción definitiva de las obras, el Contratista eliminará los materiales desprendidos o movidos y realizará urgentemente las reparaciones complementarias ordenadas por el Director de Obra. Si dichos desperfectos son imputables a ejecución inadecuada o a incumplimiento de las instrucciones del Director de Obra, el Contratista será responsable de los daños y sobrecostos ocasionados.

Tolerancias de ejecución en las excavaciones:

- En las explanadas excavadas para la implantación de caminos se tolerarán diferencias de cota de hasta +10 cm y -15 cm para las excavaciones realizadas en roca y en ± 5 cm para las realizadas en tierra, teniendo que quedar la superficie perfectamente saneada.
- Estas tolerancias son de ejecución, sin que las variaciones sobre el perfil teórico sean objeto de abono independiente.
- Se deberá cumplir el PG-3 y se exigirán las tolerancias del PG-3.

Medición y Abono

En el caso de desmonte, la excavación se medirá y abonará por m³ medidos sobre los perfiles teóricos de la explanación señalados en el proyecto.

En el precio se incluyen los procesos de formación de los posibles caballones, el pago de cánones de ocupación, y todas las operaciones necesarias y costos asociados para la completa ejecución de la unidad. Así mismo también se incluye el perfilado de taludes, salvo que esté expresamente incluido en otra unidad y sólo para las mediciones presupuestadas.

Los préstamos no se medirán en origen, ya que su ubicación se deducirá de los correspondientes perfiles de terraplén.

Las medidas especiales para la protección superficial del talud se medirán y abonarán siguiendo el criterio establecido en el Proyecto para las unidades respectivas.

No serán de abono los excesos de excavación sobre las secciones definidas en los Planos del Proyecto, o las ordenes escritas del Director de Obra, ni los rellenos compactados que fueran precisos para reconstruir la sección ordenada o proyectada.

El Director de Obra podrá obligar al Contratista a rellenar las sobreexcavaciones, realizadas, con las especificaciones que aquel estime oportuno, no siendo esta operación de abono.

Todas las excavaciones se medirán una vez realizadas y antes de que sobre ellos se efectúe ningún tipo de relleno. En el caso de que el contratista cerrase la excavación antes de conformada la medición se entenderá que se aviene a lo que unilateralmente determine la Dirección de obra.



Las unidades previstas de medición en este capítulo son las siguientes:

- Excavación para cimentación de centros de transformación, con forma cajeadada, incluso perfilado del mismo, con extendido de productos dentro de la propia parcela y en las zonas habilitadas para ello.

4.2.7. Terraplén y Rellenos Auxiliares

Salvo prescripción será de aplicación lo estipulado en el artículo 330 del P.P.T.G. PG3.

No se permitirá la ejecución de cimentaciones en terraplenes que no estén considerados como relleno estructural.

Esta actividad consiste en la extensión y compactación, por tongadas, de los materiales cuyas características se definen en el presente Pliego.

Materiales

La procedencia de los materiales no liberará en ningún caso al Contratista de la obligación de que estos cumplan las condiciones que se especifican en este Pliego, condiciones que habrán de comprobarse siempre, mediante los ensayos correspondientes.

La Propiedad no asume la responsabilidad de asegurar que el Contratista encuentre en el lugar de las obras los materiales adecuados en cantidad suficiente para las mismas, en el momento de su ejecución.

Los materiales procederán exclusivamente de los lugares propuestos por el Contratista, y que hayan sido previamente aprobados por la Propiedad.

La Propiedad dispondrá de 15 días de plazo para aceptar o rehusar los materiales y/o lugares de extracción. Este plazo, se contará a partir del momento en que el Contratista haya realizado y enviado muestras y ensayos donde se demuestre que los materiales cumplen como mínimo lo establecido en el Pliego PG3.

El Contratista estará obligado a eliminar, a su costa, los materiales que aparezcan durante los trabajos de explotación de las canteras, graveras o depósitos, previamente autorizados por la Propiedad, cuya calidad sea inferior a lo exigido en cada caso.

Los materiales a emplear en terraplenes y en la formación de rellenos estructurales serán suelos o materiales locales, que se obtendrán de las excavaciones realizadas en la obra o de los préstamos que autorice previamente la Propiedad.

Las condiciones que deben cumplir los suelos serán las especificadas en el Art. 330 del PG3.



El material marginal o inadecuado, no podrá utilizarse en ninguna parte de la obra.

Ejecución

Su ejecución comprende las operaciones siguientes:

Preparación de la superficie de apoyo del relleno tipo terraplén:

- Tras el desbroce, se procederá a la excavación y extracción del terreno natural en la extensión y profundidad especificada en el Proyecto.
- Una vez alcanzada la cota de terreno sobre la que finalmente se apoyará el terraplén o el relleno estructural, se llevará a cabo una escarificación con la profundidad que estipule el Proyecto o la Propiedad, no debiendo ser la profundidad afectada inferior a 15 cm ni superior a 30 cm en ningún caso.
- Posteriormente se compactarán los materiales escarificados, con arreglo a lo especificado en este apartado, alcanzándose una densidad igual a la exigible en la zona de obra de que se trate.
- La escarificación, y su correspondiente compactación, no serán objeto de abono independiente, considerándose incluidas en la unidad de la ejecución de la capa de obra inmediatamente superior.

Extensión de las tongadas:

- Se emplearán los materiales que se definen en este Pliego, que serán extendidos en tongadas sucesivas, de espesor uniforme y sensiblemente paralelas a la explanada final. El espesor de las tongadas será el adecuado para que, con los medios disponibles, se obtenga en todo su espesor el grado de compactación exigido. Dicho espesor, en general y salvo especificación en contrario por parte de la Propiedad o del Proyecto, será de 30 cm. En todo caso, el espesor de las tongadas será de 3/2 del tamaño máximo del material a utilizar. El extendido se programará y realizará de tal forma que los materiales de cada tongada sean de características uniformes y, si no lo fueran, se conseguirá esta uniformidad mezclándolos convenientemente con maquinaria adecuada para ello.
- Los fragmentos de roca o de bolos, tendrán un tamaño máximo de 30 cm y quedarán totalmente rodeados de material fino, tomándose todas las precauciones necesarias para impedir que existan huecos que puedan ser rellenados a lo largo de la vida de los terraplenes, por el producto de descomposición de la roca.
- No se extenderá ninguna tongada mientras no se haya comprobado que la superficie subyacente cumple con las condiciones exigidas y sea autorizada su extensión por parte de la Propiedad.
- Durante la ejecución de las obras, la superficie de las tongadas deberá tener la pendiente transversal necesaria, en general en torno al 4%, para asegurar la evacuación de las aguas sin peligro de erosión y evitar la concentración de vertidos.



- En rellenos de más de 5 m de altura, y en todos aquellos casos en que sea previsible una fuerte erosión de la superficie exterior del relleno, se procederá a la construcción de caballones de tierra en los bordes de las tongadas que, ayudados por la correspondiente pendiente longitudinal, lleven las aguas hasta bajantes dispuestas para controlar las aguas de escorrentía.
- Se procederá asimismo a la adopción de las medidas protectoras del entorno, previstas en el Proyecto o indicadas por la Propiedad, frente a la acción, erosiva o sedimentaria, del agua de escorrentía.
- La dirección de las pendientes y las zonas de desagüe deberán ser sometidas a la aprobación de la Propiedad.
- Deberá conseguirse que todo el perfil del terraplén o relleno estructural quede debidamente compactado, para lo cual se podrá dar un sobreancho a la tongada que se vierte del orden de un 1 m que permita posteriormente el acercamiento del compactador al borde, y después de la compactación, recortar el talud.
- En todo caso no serán de abono estos sobreanchos.

Humectación o desecación:

- En el caso de que sea preciso añadir agua para conseguir el grado de compactación previsto, se efectuará la operación humectando uniformemente los materiales, bien en las zonas de procedencia (canteras o préstamos), bien en los acopios intermedios o bien en la tongada, disponiendo los sistemas y controles adecuados para garantizar la uniformidad de la humectación.
- Todas las operaciones precisas para conseguir la humedad adecuada están comprendidas en la unidad de obra correspondiente.

Compactación:

- Conseguida la humedad más conveniente, se procederá a la compactación mecánica de la tongada.
- Las densidades mínimas de los terraplenes y rellenos estructurales estarán en función de su ubicación.
- Para terraplenes será del 95% del Proctor Modificado en el núcleo y del 100% en coronación, salvo indicación expresa en los Planos.
- Los equipos de compactación deberán ser aprobados previamente por la Propiedad, la cual fijará las condiciones de utilización del equipo, con indicación específica del número mínimo de compactadores autorizados que debe utilizarse continuamente durante la ejecución de terraplenes, en función de los metros cúbicos de material extendido por hora.



- En las zonas en las que, por su poca extensión, pendiente, proximidad de obras de fábrica, etc., no pueda utilizarse el equipo autorizado, se efectuará la compactación por medio de pisones manuales, neumáticos o vibratorios, hasta alcanzar el grado de compactación requerido.
- El Contratista será responsable de la conservación de la estabilidad de los terraplenes hasta su recepción definitiva y deberá sustituir cualquier parte de la obra que se haya descompactado, desplazado o deteriorado por negligencia o falta de cuidado imputables a él y también cuando los daños sean debidos a causas naturales previsibles, como precipitaciones atmosféricas o a otras causas que sean evitables y no se puedan atribuir a movimientos del subsuelo.

Los terraplenes se terminarán con terreno adecuado en las siguientes condiciones:

- En las zonas en que el terreno natural sea de tipo tolerable S/G PG3, se terminará la explanada con una capa superficial de 60 cm de suelo adecuado procedente de préstamo o del sobrante de la propia obra. El extendido y compactado se realizará en dos tongadas.
- En las zonas en que el terreno natural sea de tipo adecuado o seleccionado S/G PG3 y tenga el espesor mínimo que indica el PG3 para constituir una plataforma tipo E1, en principio no sería necesario el aporte de tierras de préstamo. Sin embargo, para la colocación de la red de tierras se ejecutará una excavación en zanja de 60 cm de espesor, y posteriormente se realizará el relleno de esos 60 cm con terreno adecuado, extendido y compactado en dos tongadas.
- De cualquier infracción a lo dispuesto en los anteriores párrafos será único responsable el Contratista, con obligación de retirar las tierras indebidamente utilizadas o depositadas si la Propiedad lo estime necesario.

Medición y Abono

La unidad incluye el suministro de todos los materiales, mano de obra, maquinaria y medios auxiliares necesarios para la ejecución de la unidad de obra y cuantas operaciones fueran necesarias para una correcta ejecución de la unidad.

Se medirá y abonará por m³ deducidos a partir de las secciones o anchos teóricos en planta más los excesos inevitables, autorizados por el Director de Obra.

Las unidades previstas de medición en este capítulo son las siguientes:

- Subbase de calzada con suelo seleccionado, extendida, nivelada y compactada con rodillo autopropulsado vibrante.



4.2.8. Viales

La red principal de viales presentará un ancho mínimo de 4 m e interconectará los Centros de Transformación o Estaciones de Potencia con el Centro de Seccionamiento de la Planta.

Estarán compuestos por una subbase de suelo seleccionado compactado al 95% PM con un mínimo de 0,10 m de espesor y una base de zahorra natural de 0,20 m de espesor compactada al 95% PM.

Se define en Planos las características del trazado y todos los parámetros que le afectan.

Las calidades y características de los materiales a emplear en ejecución de los accesos vienen definidos en el apartado 4.2.1 (Materiales Básicos) del presente Pliego.

Ejecución

Los terraplenes y las excavaciones se harán de acuerdo a lo especificado en los apartados correspondientes: apartados 4.2.6 y 4.2.7.

Se procederá al extendido de las tongadas con los espesores necesarios, de cara a conseguir el espesor final indicado, con las tolerancias que le sean aceptables según el PG3 vigente y no presentando desviaciones sobre las cotas definitivas mayores de 3 cm, para lo cual se nivelará, previamente a la extensión, cada 10 m, comprobándose posteriormente las cotas obtenidas, en los mismos puntos. Todos estos trabajos se realizarán durante la fase de Movimiento de Tierras.

Posteriormente, durante la fase de Obra Civil, se ejecutarán el resto de los paquetes que forman el firme, de forma que se extenderá una capa de zahorra artificial, de 5 cm de espesor, compactada.

Una vez conseguida la humectación conveniente, deducida de los pertinentes ensayos, se procederá a la compactación.

Medición

Tanto el desmonte como el terraplén necesario para la ejecución del vial, que comprende la fase de Movimiento de Tierras, se medirán por m³ totalmente acabado.

La capa de zahorra artificial, que comprende la fase de Movimiento de Tierras, se medirá por m² totalmente acabada.

La unidad incluye el suministro de todos los materiales, mano de obra, maquinaria y medios auxiliares necesarios para la ejecución de la unidad de obra, y cuantas operaciones fueran necesarias para una correcta ejecución de la unidad.



Las unidades previstas de medición en este capítulo son las siguientes:

- Base de zahorra artificial en viales: extendida, nivelada y compactada con rodillo autopropulsado vibrante.
- Acondicionamiento de vial de acceso al finalizar la obra. Reparando de posibles daños tras el paso de transportes pesados.

4.2.9. Drenaje Superficial

De acuerdo a lo que disponga el Estudio Hidrológico del emplazamiento, la Planta podrá contar con un sistema de drenaje que permita evacuar, controlar, conducir y filtrar todas las aguas pluviales hacia los drenajes naturales del área ocupada por la Instalación.

El sistema de drenaje estará compuesto por una red de cunetas longitudinales en los viales de la Instalación Fotovoltaica donde se considere necesario, que captarán el agua de escorrentía y la conducirán hacia los puntos de menor cota. Se deberá asegurar que el sistema de drenaje da continuidad al drenaje natural del terreno

4.2.9.1. Cuneta Triangular

Se refiere esta unidad a las cunetas sin revestir incluidas en la sección transversal de desmontes y que, por tanto, se han medido en la unidad de excavación.

Ejecución

Las cunetas se perfilarán de acuerdo con las dimensiones indicadas. En caso de aprovechar una cuneta existente se procederá a su limpieza y un reperfilado de los materiales para conseguir las dimensiones y pendientes reflejadas.

La excavación se realizará, en lo posible, de aguas abajo hacia aguas arriba y, en cualquier caso, se mantendrá con la nivelación y pendiente tales que no produzca retenciones de agua ni encharcamientos.

Cuando el terreno natural en el que se realice la excavación no cumpla la condición de suelo tolerable, podrá ser necesario, a juicio de La Propiedad, colocar una capa de suelo seleccionado según lo especificado en el artículo 330, del PG-3, de más de 10 cm convenientemente nivelada y compactada.

Durante la construcción de las cunetas se adoptarán las medidas oportunas para evitar erosiones. Se cuidará la terminación de las superficies.



Medición y Abono

La cuneta sin revestir ejecutada en obra se medirá por m totalmente acabado.

La unidad incluye el suministro de todos los materiales, mano de obra, maquinaria y medios auxiliares necesarios para la ejecución de la unidad de obra, y cuantas operaciones fueran necesarias para una correcta ejecución de la unidad.

Se considera incluido en la unidad, en todos los casos, la retirada de los productos sobrantes de la ejecución y su transporte a lugar de vertedero.

Las unidades previstas de medición en este capítulo son las siguientes:

- Formación de cuneta de tierra, taludes y transporte de productos sobrantes a vertedero.

4.2.9.2. Caños y Pasos Salvacunetas

Se entiende como caños, los pasos transversales bajo la calzada para el drenaje transversal. Se llevan a cabo mediante tubos de hormigón armado o vibro-prensado reforzados con hormigón en masa.

Se entiende por pasos salvacunetas, los restablecimientos de los accesos a fincas y caminos, permitiendo a la vez la circulación de las aguas por las cunetas y la facilitación para su evacuación.

Estas actividades de obra incluyen las siguientes operaciones:

- Nivelación y replanteo.
- La demolición de firmes, pavimentos y en el caso de pasos salvacunetas la demolición de los existentes.
- La excavación de la zanja.
- La cama de hormigón en asiento de la conducción.
- El refuerzo con hormigón.
- El suministro, nivelación y colocación de la tubería.
- Las pruebas sobre la funcionalidad de la conducción.
- El relleno con zahorra artificial, compactación y perfilado de la superficie resultante.
- Cuantas operaciones fueran necesarias para una correcta ejecución de la unidad.

Materiales

Los tubos para los pasos salvacunetas serán de hormigón en masa, fabricados mecánicamente por vibro-prensado, de CLASE 3 según la Norma ASTM C-14-M. La resistencia característica a la compresión del



hormigón no será inferior a 27.5 N/mm² a los veintiocho días, en probeta cilíndrica. La longitud de los tubos será de 2 m.

Los tubos para los caños serán de hormigón armado de diámetro nominal 800 mm, de CLASE III según la norma ASTM C-76-M (valor mínimo de la carga de rotura por aplastamiento: 5200 Kp/cm²). Se fabricarán mecánicamente por un procedimiento que asegure una elevada compacidad del hormigón. Deberá disponer de armaduras longitudinales continuas y espiras o cercos circulares soldados. El recubrimiento de las armaduras por el hormigón será de al menos 2 cm. No se permitirán longitudes de los tubos inferiores a 2 m.

El hormigón de asiento y refuerzo de los tubos será del tipo HM-20 y sus características se regularán por lo especificado en el artículo referente a hormigones de este Pliego. El relleno posterior se realizará con zahorra artificial con las características indicadas en el artículo correspondiente de este Pliego.

Ejecución

La colocación de los tubos se realizará contrapendiente. Antes del encastre definitivo y del sellado de juntas se comprobará la correcta colocación y alineación.

Se realizará una zanja perpendicularmente a la carretera principal de acceso de dimensiones adecuadas para colocar la obra de drenaje transversal.

La ejecución de las excavaciones se adaptará a lo indicado en el artículo correspondiente a excavaciones del presente pliego.

Para la formación de la base de caños y pasos salvacunetas se preparará el terreno natural del lecho de la zanja. Posteriormente se ejecutará una cama de hormigón a todo lo ancho de la zanja para el correcto asiento de los tubos con sus juntas. Una vez preparado el asiento, se procederá a la colocación de los tubos, en sentido ascendente, con una pendiente aproximada del 0,5%, cuidando su perfecta alineación y pendiente.

Los tubos se revisarán minuciosamente, rechazando los que presenten desperfectos.

La colocación se efectuará con los medios adecuados, realizándose el descenso al fondo de la zanja mediante grúa o brazo de retroexcavadora, de ninguna manera mediante rodadura o lanzamiento, quedando totalmente prohibido el descenso manual. En todo caso se evitarán daños en los tubos por golpes o mala sujeción.

Se preverá y cuidará la inmovilidad de los tubos durante la operación de relleno. Una vez instalada la tubería se procederá a ejecutar el refuerzo de hormigón con el espesor indicado. Se deberá asegurar mediante vibrado el relleno completo del espacio comprendido entre la tubería, la solera y el talud de la



zanja. El hormigón utilizado tendrá un cono de Abrams comprendido entre 6 y 8 cm. El vertido en la zona de clave y hastiales se hará hasta conformar la especificación y se realizará con hormigón de consistencia comprendida entre 4 y 6 cm, pudiéndose picar con barra.

Una vez reforzada la tubería se iniciará el relleno con zahorra artificial por encima del refuerzo si fuera necesario, procediéndose seguidamente, a la compactación mediante plancha vibrante. Se seguirá con el relleno hasta la cota de definición con el mismo material, procediéndose mediante tongada que no excedan de 0,40 m, debiéndose obtener una compactación igual o superior al 100% del Proctor Normal según la norma NLT 107/76.

Dado que por encima de los caños deben transitar los vehículos pesados de los transportes especiales, se pondrá especial cuidado en asegurar que el recubrimiento de hormigón en masa es el indicado, independientemente del espesor de firme de hormigón en masa mencionado más arriba.

El Contratista deberá asegurarse que el extremo de desagüe no está por debajo del nivel del terreno. Si eso ocurriera, el Contratista deberá reducir la pendiente del tubo, con la autorización previa de la Propiedad.

Medición

La medición de los caños y pasos salvacunetas se realizará por m totalmente acabado, incluyendo todas las operaciones señaladas en el primer apartado de este artículo, y cuantas operaciones fueran necesarias para una correcta ejecución de la unidad.

La unidad incluye el suministro de todos los materiales, mano de obra, maquinaria y medios auxiliares necesarios para la ejecución de la unidad de obra.

Las unidades previstas de medición en este capítulo son las siguientes:

- Tubería de hormigón poroso, asentada sobre cama de hormigón, con ayuda de maquinaria auxiliar (grúa autocamión o pala retroexcavadora), incluso medios auxiliares y comprobación de niveles, sin incluir excavación ni relleno de grava filtrante (Criterios de diseño y montaje según CTE/DB-HS-5).

4.2.9.3. Badén de Hormigón

En caso de que los cauces sean muy poco pronunciados o el desnivel del terreno sea insuficiente para permitir la instalación de tubos como ODT, se recurrirá a la ejecución de vados hormigonados (HA-20), protegiendo el camino de la socavación y restituyendo el flujo natural del agua.



Los badenes son depresiones en el perfil del vial que permiten el paso de vehículos. Una desventaja del badén es que por lo general implica una reducción en la velocidad de los vehículos que pasan por dicha estructura. La mayor ventaja es que permite el paso de material de arrastre que trae el curso del agua, particularmente si este es de gran tamaño. El badén debe tener una longitud aproximadamente igual al ancho del cauce, de manera que la topografía natural se altere mínimamente.

Así mismo el perfil de la vía debe mantener una transición suave y se deben instalar señales que prevengan al conductor de la existencia de un badén para evitar el tránsito durante lluvias muy intensas y cuando la vía se encuentre seca, los vehículos no salten debido al cambio brusco de pendiente en los extremos del badén.

Es importante proteger el cauce aguas debajo de los mismos debido a que se puede producir erosión regresiva que termina destruyendo el camino.

Medición y Abono

La unidad incluye el suministro de todos los materiales, mano de obra, maquinaria y medios auxiliares necesarios para la ejecución de la unidad de obra.

Las unidades previstas de medición en este capítulo son las siguientes:

- Baden de hormigón armado, incluyendo: excavación, hormigón de limpieza, armado con acero, redondos, fratasado manualmente, incluso curado. totalmente terminado.

4.2.10. Cerramiento Perimetral

Se construirá un cerramiento a lo largo de todo el perímetro de la Planta consiste en la instalación de una valla de cerramiento con malla de simple torsión para impedir el acceso no controlado de vehículos, peatones y animales.

Los detalles, la ubicación y dimensiones del cerramiento se definen en el documento de Planos de este Proyecto.

Materiales

Se instalará un cerramiento cinegético de malla metálica anudada galvanizada tipo 200-17-30 de forma que el cerramiento perimetral sea único para proteger la integridad de la planta frente a accesos no autorizados. El cerramiento tendrá una altura de 2 m y el ancho de los huecos será de 0,30 m

Los postes serán tubulares de acero galvanizado, anclados al suelo con hormigón y distanciados 3 m. La cabeza superior de los postes estará cerrada mediante un tapón de material plástico. Las pletinas para



sujetar la malla a los postes de anclaje serán de acero galvanizado, previamente perforadas y soldadas al poste. Las grapas de fijación serán galvanizadas o inoxidable.

Carpintería Metálica

La carpintería de aluminio estará formada por perfiles extrusionados, de eje rectilíneo, sin alabeos ni rebabas, de espesor mínimo 1,5 mm.

Las hojas de puertas están formadas por perfiles descritos y tapado del hueco formado por chapa de aluminio de espesor mínimo 1,5 mm, no presentando alabeos, grietas ni deformaciones, y sus ejes serán rectilíneos.

Los junquillos serán de aleación de aluminio de 1 mm de espesor mínimo. Se colocarán a presión en el propio perfil y en toda su longitud.

Las uniones entre perfiles se harán por medio de escuadras interiores, unidas a los perfiles por tornillos, remaches o ensamble a presión. Los ejes de los perfiles se encontrarán en un mismo plano y sus encuentros formarán ángulo recto.

Ejecución

Comprenderán los siguientes trabajos:

- Excavación para cimientos de postes. Los hoyos se centrarán a lo largo de la línea de la valla.
- En todos los extremos se colocará poste principal de extremo, arriostrado. En los ángulos menores de 145°, se colocarán postes principales de ángulo, arriostrados. Además, en todos los cambios de alineaciones, tanto verticales como horizontales (mayores de 145°), se colocará poste principal de centro. Además, cada 2 m, como máximo se colocará un poste intermedio. Cada 42 m, como máximo, se colocará un poste principal de centro.
- En todos los postes principales, tanto de centro como de ángulo, los extremos de los alambres horizontales quedarán rígidamente fijados al poste, de forma que impida absolutamente la extracción del alambre. En los postes intermedios los alambres no tienen extremo, sino que se fijan al poste mediante atado con grapas galvanizadas o inoxidable que se fijan rígidamente a las pletinas de acero soldadas al poste.
- La malla deberá tener la misma tensión en todos los postes y no presentar zonas abombadas ni deterioradas por un montaje defectuoso.

Medición y Abono

Se medirán por metros (m) realmente ejecutados, siempre según la definición de Planos o las indicaciones de la Dirección Facultativa.



El precio incluye la excavación necesaria para el emplazamiento de los cerramientos, su cimentación, el suministro, colocación y empleo de todos los materiales, tanto para la cimentación como para los postes, mallas y la puerta de acceso, así como accesorios de atado, tensado, anclaje y arriostamiento, incluso en aquellos postes que, por razones de cambio de alineación o de interrupción de la valla, fuera necesario arriostar de modo especial. Igualmente incluye los tratamientos anticorrosivos, y pintado, así como cualquier trabajo, maquinaria o elemento auxiliar necesario para la correcta y rápida ejecución de estas unidades de obra.

El precio también incluye extendido "in situ" de los materiales procedentes de la excavación necesaria en cimiento de postes del cerramiento.

Las unidades previstas de medición en este capítulo son las siguientes:

- Cerramiento de valla perimetral para proteger la integridad de la Planta frente a accesos no autorizados. Incluida cimentación de postes.
- Puerta metálica automática, dotada de teleportero que permita su operación desde la consola de control del sistema de seguridad.

4.2.11. Excavación en Zanjas

Consiste en el conjunto de operaciones necesarias para abrir zanjas y pozos. Su ejecución incluye las operaciones de excavación, entibación, posibles agotamientos, nivelación y evacuación del terreno, y el consiguiente transporte de los productos removidos a depósito o lugar de empleo.

Las zanjas terminadas tendrán la rasante y anchura exigida en los Planos, salvo modificaciones que determine la Propiedad de modo justificado.

Ejecución de las Obras

El Contratista notificará al Director de Obra, con la antelación suficiente, el comienzo de cualquier excavación, a fin de que éste pueda efectuar las mediciones necesarias sobre el terreno inalterado. El terreno natural adyacente al de la excavación no se modificará ni removerá sin autorización del Director de Obra.

Una vez efectuado el replanteo de las zanjas o pozos, el Director de Obra autorizará la iniciación de las obras de excavación. La excavación continuará hasta llegar a la profundidad señalada en el Proyecto y obtenerse una superficie firme y limpia a nivel o escalonada, según se ordene. No obstante, el Director de Obra podrá modificar tal profundidad si, a la vista de las condiciones del terreno, lo estima necesario a fin de asegurar una cimentación satisfactoria.



Se vigilarán con detalle las franjas que bordean la excavación, especialmente si en su interior se realizan trabajos que exijan la presencia de personas.

También estará obligado el Contratista a efectuar la excavación de material inadecuado para la cimentación, y su sustitución por material apropiado, siempre que se lo ordene el Director de Obra.

Se tomarán las precauciones necesarias para impedir la degradación del terreno de fondo de excavación en el intervalo de tiempo que medie entre la excavación y la ejecución de la cimentación u obra de que se trate.

Se estará, en todo caso, a lo dispuesto en la legislación vigente en materia medioambiental, de seguridad y salud, y de almacenamiento y transporte de productos de construcción.

Durante el tiempo que permanezcan abiertos, el Contratista establecerá señales de peligro, especialmente por la noche.

En aquellos casos en que se hayan previsto excavaciones con entibación, el Contratista podrá proponer al Director de Obra efectuarlas sin ella, explicando y justificando de manera exhaustiva las razones que apoyen su propuesta. El Director de Obra podrá autorizar tal modificación, sin que ello suponga responsabilidad subsidiaria alguna. Si en el Contrato no figurasen excavaciones con entibación y el Director de Obra, por razones de seguridad, estimase conveniente que las excavaciones se ejecuten con ella, podrá ordenar al Contratista la utilización de entibaciones, sin considerarse esta operación de abono independiente.

Las entibaciones no se levantarán sin orden expresa del Director de Obra, y se elevará como mínimo 5 cm por encima de la línea del terreno o de la franja protectora.

Control

Se inicia con el control del desbroce del terreno y los trabajos de replanteo de la zanja. A continuación, se irá controlando durante la excavación, la calidad de los productos obtenidos y el acopio, o su retiro para transporte a vertedero o para préstamo según sea el caso.

Cuando se llega al fondo de la zanja, debe comprobarse la cota de fondo y los taludes; se controla la ejecución de la cama de asiento si fuese necesaria.

En último término, se controla el relleno de la zanja y la compactación de este. Se aplicará el análisis granulométrico (UNE 103102) y Proctor modificado (UNE 103501).



Medición y Abono

El precio de la excavación de la zanja está incluido en el precio de canalizaciones eléctricas, se considerarán incluidos todos los medios necesarios para su instalación definitiva: mano de obra, medios auxiliares, suministro, instalación, etc.

4.2.12. Canalización Eléctrica

Los cables se colocarán dentro de tubos o canales, fijados directamente sobre las paredes, enterrados, directamente empotrados en estructuras, en el interior de huecos de la construcción, en bandeja o soporte de bandeja, según se indique en la Memoria y los Planos.

4.2.12.1. Bandejas

Materiales

Para conductores aislados en bandeja sólo se utilizarán conductores aislados con cubierta (incluidos cables armados o con aislamiento mineral), unipolares o multipolares según norma UNE 20.460- 5-52.

El material usado para la fabricación será acero laminado de primera calidad, galvanizado por inmersión.

La anchura de las canaletas será de 100 mm como mínimo, con incrementos de 100 en 100 mm. La longitud de los tramos rectos será de 2 m. El fabricante indicará en su catálogo la carga máxima admisible, en N/m, en función de la anchura y de la distancia entre soportes. Todos los accesorios, como codos, cambios de plano, reducciones, tes, uniones, soportes, etc., tendrán la misma calidad que la bandeja.

Ejecución

Las bandejas y sus accesorios se sujetarán a la estructura, techos y paramentos mediante herrajes de suspensión, a distancias tales que no se produzcan flechas superiores a 10 mm y estarán perfectamente alineadas con los cerramientos de los locales. No se permitirá la unión entre bandejas o la fijación de las mismas a los soportes por medio de soldadura, debiéndose utilizar piezas de unión y tornillería cadmiada. Para las uniones o derivaciones de líneas se utilizarán cajas metálicas que se fijarán a las bandejas.

Medición y Abono

Las unidades previstas de medición en este capítulo son las siguientes:

- Suministro e instalación de bandeja portacables metálica.



4.2.12.2. Tubos

El tubo a emplear en las canalizaciones subterráneas será de tipo corrugado, curvable y estará fabricado con polietileno u otro material que en su composición no contenga prácticamente ninguno de los elementos siguientes: metales pesados, halógenos e hidrocarburos volátiles.

La superficie interior deberá resultar lisa al tacto, si bien se admitirán ligeras ondulaciones propias del proceso de extrusión.

La superficie exterior corrugada será uniforme y no presentará deformaciones acusadas, estando coloreada en el proceso de extrusión y no pintado por imprimación.

No se admitirán superficies con burbujas, rayas longitudinales profundas, quemaduras ni poros.

Las características mecánicas que deben cumplir los tubos son las siguientes:

- Radio de curvatura: en cada caso será especificado por el fabricante.
- Resistencia de compresión: superior a 450 N, para una deflexión del 5%.
- Resistencia al impacto según la siguiente tabla:

| Dimensión Exterior del tubo (mm) | Masa del Martillo (kg) +1/0% | Altura de Caída (mm) +0/1% |
|----------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|
| De 61 a 90 | 5 | 400 |
| De 91 a 140 | | 570 |
| Mayor de 140 | | 800 |

En cuanto a las temperaturas de diseño de los tubos, deberán cumplir los siguientes requisitos:

- Temperatura de utilización en régimen permanente: - 5°C a 90°C
- Temperatura de reblandecimiento VICAT: ³ 126°C
- Los tubos serán suministrados en rollos y deberán marcarse a intervalos regulares, no superiores a 3 m, con las siguientes marcas:
 - El nombre del fabricante o marca de fábrica.
 - Indicación del material (PE, etc.).
 - Tipo de tubo N (uso normal).
 - Año de fabricación.

Las dimensiones de los tubos no enterrados y con unión roscada utilizados en las instalaciones eléctricas son las que se prescriben en la UNE-EN 60.423. Para los tubos enterrados, las dimensiones se corresponden con las indicadas en la norma UNE-EN 50.086-2-4. Para el resto de los tubos, las dimensiones serán las establecidas en la norma correspondiente de las citadas anteriormente. La



denominación se realizará en función del diámetro exterior. El diámetro interior mínimo deberá ser declarado por el fabricante.

En lo relativo a la resistencia a los efectos del fuego considerados en la norma particular para cada tipo de tubo, se seguirá lo establecido por la aplicación de la Directiva de Productos de la Construcción (89/106/CEE).

En caso de proximidad de canalizaciones eléctricas con otras no eléctricas, se dispondrán de forma que entre las superficies exteriores de ambas se mantenga una distancia mínima de 3 cm.

En caso de proximidad con conductos de calefacción, de aire caliente, vapor o humo, las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que no puedan alcanzar una temperatura peligrosa y, por consiguiente, se mantendrán separadas por una distancia conveniente o por medio de pantallas calorífugas.

Las canalizaciones eléctricas no se situarán por debajo de otras canalizaciones que puedan dar lugar a condensaciones, tales como las destinadas a conducción de vapor, de agua, de gas, etc., a menos que se tomen las disposiciones necesarias para proteger las canalizaciones eléctricas contra los efectos de estas condensaciones.

Las canalizaciones deberán estar dispuestas de forma que faciliten su maniobra, inspección y acceso a sus conexiones. Las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que, mediante la conveniente identificación de sus circuitos y elementos, se pueda proceder en todo momento a reparaciones, transformaciones, etc.

El diámetro exterior mínimo de los tubos, en función del número y la sección de los conductores a conducir, se obtendrá de las tablas indicadas en la ITC-BT-21, así como las características mínimas según el tipo de instalación.

Ejecución de las Obras

En las operaciones de carga y descarga de los tubos se evitarán los choques, siempre perjudiciales; se depositarán sin brusquedades en el suelo, no dejándolos caer, se evitará dejarlos rodar sobre piedras y, en general se tomarán las precauciones necesarias para su manejo de tal manera que no sufran golpes de importancia.

La superficie de almacenamiento será plana. El terreno no ha de ser pantanoso ni inestable y no contendrá residuos corrosivos.

Se almacenarán los tubos, según el diámetro, en su pila respectiva, siguiendo un plan racional de almacenamiento. Se realizará lo mismo para las piezas especiales y accesorios.



Se recomienda siempre reducir al máximo el tiempo de almacenamiento, aunque sólo sea por preservar los revestimientos de los perjuicios de la intemperie y la acción prolongada del sol.

Se realizará el corte de los tubos en un plano ortogonal a las generatrices del tubo.

Para la ejecución de las canalizaciones bajo tubos protectores, se tendrán en cuenta las prescripciones generales siguientes:

- El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo líneas verticales y horizontales o paralelas a las aristas de las paredes que limitan el local donde se efectúa la instalación.
- Los tubos se unirán entre sí mediante accesorios adecuados a su clase que aseguren la continuidad de la protección que proporcionan a los conductores.
- Las curvas practicadas en los tubos serán continuas y no originarán reducciones de sección inadmisibles. Los radios mínimos de curvatura para cada clase de tubo serán los especificados por el fabricante conforme a UNE-EN.
- Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de colocarlos y fijados éstos y sus accesorios, disponiendo para ello los registros que se consideren convenientes, que en tramos rectos no estarán separados entre sí más de 50 m. El número de curvas en ángulo situadas entre dos registros consecutivos no será superior a 3. Los conductores se alojarán normalmente en los tubos después de colocados éstos.
- Los registros podrán estar destinados únicamente a facilitar la introducción y retirada de los conductores en los tubos o servir al mismo tiempo como cajas de empalme o derivación.

Cuando los tubos se instalen en montaje superficial, se tendrán en cuenta, además, las siguientes prescripciones:

- Los tubos se fijarán a las paredes o techos por medio de bridas o abrazaderas protegidas contra la corrosión y sólidamente sujeta. La distancia entre éstas será, como máximo, de 0,50 m. Se dispondrán fijaciones de una y otra parte en los cambios de dirección, en los empalmes y en la proximidad inmediata de las entradas en cajas o aparatos.
- Los tubos se colocarán adaptándose a la superficie sobre la que se instalan, curvándose o usando los accesorios necesarios.
- En alineaciones rectas, las desviaciones del eje del tubo respecto a la línea que une los puntos extremos no serán superiores al 2%.

Medición y Abono

El precio de los tubos está incluido en el precio de zanjas para canalizaciones eléctricas.



Se considerarán incluidos todos los medios necesarios para su instalación definitiva: mano de obra, medios auxiliares, suministro, instalación, etc.

Se considera la instalación de tubos en todos los pasos hormigonados, acceso a Centros de Transformación, cruces de caminos y carreteras, etc.

4.2.13. Cinta de Señalización de Cables Enterrados

La cinta para señalización subterránea de cable enterrado será de polietileno y se ajustará a la Recomendación Unesa RU 0205B: Señalización subterránea de cables enterrados y a la norma UNE 48103.

La cinta llevará una impresión indeleble, por una cara, con las siguientes indicaciones que serán proporcionales al ancho de la cinta:

- Color Amarillo Naranja Vivo
- Anchura $15 \pm 0,5$ cm
- Espesor $0,1 \pm 0,01$ cm
- Lado Triángulo $10,5 \pm 0,3$ cm

Ejecución de las Obras

Se instalarán cintas de señalización en todas las canalizaciones subterráneas, según número y disposición que se indique, dependiendo del tipo de zanja.

Ensayos y Pruebas

Las cintas a instalar deberán cumplir con lo establecido en la RU-0205B.

Medición y Abono

El precio de las cintas está incluido en el precio de zanjas para canalizaciones eléctricas, se considerarán incluidos todos los medios necesarios para su instalación definitiva: mano de obra, medios auxiliares, suministro, instalación, etc.



4.2.14. Criterios de Aceptación y Rechazo

4.2.14.1. Generalidades

De manera general será motivo de rechazo todos aquellos materiales, equipos y/o procedimientos de ejecución que no cumplan lo marcado en la Instrucción EHE, Pliego de Condiciones Generales PG-3 y normas UNE que sean de aplicación.

De manera general, será motivo de rechazo todos aquellos materiales, equipos y/o procedimientos de ejecución que no cumplan lo marcado en la presente especificación y aquellas otras especificaciones que sean de aplicación en el Proyecto.

La Dirección Facultativa será la que tenga la potestad de adoptar un criterio de aceptación o rechazo en aquellos casos no especificados o que sean caso de duda.

4.2.14.2. Hormigones

Los criterios de aceptación y rechazo se regirán por lo dispuesto en este Pliego o en la documentación de Proyecto.

4.2.14.3. Armaduras de Acero

Los criterios de aceptación y rechazo se regirán por lo dispuesto en este Pliego o en la documentación de Proyecto.

4.2.14.4. Excavaciones

No se aceptarán las siguientes condiciones de acabado y ejecución:

- Profundidad de excavación inferior a la especificada.
- Dimensiones geométricas inferior a la especificada.
- Alineación de la excavación incorrecta.
- Pendientes de la excavación diferente a lo especificado.
- Presencia de grandes raíces y excesiva cantidad de materia orgánica.

4.2.14.5. Excavación y Relleno de Zanjas

No se aceptarán las siguientes condiciones de acabado y ejecución:

- Zanjas que no se hayan hecho conforme al trazado replanteado.
- Zanjas de dimensiones no conforme a lo especificado.



- Rellenos con presencia de agua en las zanjas.
- Rellenos por debajo de la cota de relleno especificada.
- Ausencia y espesor de rellenos de hormigón cuando sea prescrito.
- Hormigones de relleno que no sean HM-20
- Ensayo menor al 95% del ensayo Proctor de referencia.

4.2.14.6. Explanada

No se aceptarán las siguientes condiciones de acabado:

- Suelos que no cumplen los requisitos de los suelos a emplear según lo prescrito en la presente especificación.
- El espesor de cada tipo de suelo no variará más de 15 mm de lo especificado.
- Espesores de tongadas mayores de las especificadas.
- Anchura de explanada no variará en más de 1% de la especificada.
- Existencia de zonas donde se pueda acumular agua en la explanada.
- Contenido de materia orgánica mayor del 5%.
- Ensayo Proctor menor al 95% del ensayo Proctor de referencia.
- Humedad tras compactación fuera de rango entre -2% y +1% del ensayo Proctor de referencia.

4.2.14.7. Secciones de Firme

No se aceptarán las siguientes condiciones de acabado y ejecución:

- Carencia de certificado acreditativo de calidad del material según PG-3.
- Materiales de ahorro que no cumplan los requisitos de material especificados.
- No se aceptará espesores de firme inferiores a lo especificado en Proyecto.
- Espesores de tongadas mayores de las especificadas.
- Anchura de explanada no variará en más de 1% de la especificada.
- Pendiente transversal inferior al 2% y mayor de lo especificado.
- Existencia de zonas donde se pueda acumular agua en la explanada.
- Ensayo Proctor menor al 95% del ensayo Proctor de referencia.

4.2.14.8. Drenajes

No se aceptarán las siguientes condiciones de acabado y ejecución:

- Carencia de certificado acreditativo de calidad del material según PG-3.



- Partidas que no cumplan los ensayos de resistencia.
- Tubos de dimensiones exteriores e interiores no especificadas.
- Grietas, roturas, irregularidades y defectos en general en los tubos.
- Pendientes que no cumplen con lo especificado.
- Colocación de tubos sin solera de hormigón.
- Dimensiones, anchura y profundidad que no cumplan con lo especificado.
- Ausencia de revestimiento de hormigón cuando se prescriba.
- Espesores revestimiento de hormigón inferiores a los prescritos.
- Cotas incorrectas a las especificadas.
- Zonas donde se acumule agua.

4.2.15. Puntos de Inspección

El programa de puntos de inspección se desarrollará con el control de los siguientes elementos:

- Replanteo inicial del desbroce
- Control geométrico del desbroce.
- Control geométrico de la Excavación,
- Ensayo de granulometría para clasificación de suelos
- Explanada, control geométrico
- Control geométrico de la Explanada
- Ensayos compactación de la Explanada
- Certificado calidad material del firme.
- Control geométrico y rasante del firme.
- Ensayo de compactación del firme
- Ensayo humedad y densidad del firme
- Control geométrico de las cunetas
- Control de las pendientes de los taludes
- Certificados de calidad de los elementos prefabricados
- Pasos salvacunetas: dimensiones y pendientes de tubos.
- Drenaje transversal: dimensiones, cotas y pendientes.

4.2.16. Control Medioambiental

Se realizará por el contratista un Programa de Vigilancia Medio Ambiental para la ejecución de los trabajos. Dicho Plan, será presentado a la Dirección Facultativa para su aprobación. Dicho Plan contendrá como contenidos mínimos:



- Estado descriptivo del terreno previo al inicio de las obras.
- Descripción de las obras a ejecutar.
- Descripción de los equipos a utilizar.
- Medidas preventivas y correctores descritas en la Declaración de Impacto Ambiental.
- Actuaciones protectoras y preventivas durante la fase de construcción:
- Limitación de paso de vehículos. Balizamientos.
- Control de las emisiones de polvo y partículas.
- Gestión de la tierra vegetal procedente de los desbroces y excavaciones.
- Control de residuos y vertidos a cauces.
- Respeto de los elementos arbolados.
- Emplazamientos especiales para almacenamiento y acopio de materiales
- Control y seguimiento:
- Responsabilidades. Persona designada por el contratista.
- Registros.
- Cumplimiento de las medidas de la Declaración de Impacto Ambiental
- Informes periódicos. Quincenales.
- Control arqueológico.
- Responsabilidades. Persona designada por el contratista.
- Registros.
- Cumplimiento de las medidas de la Dirección General de Patrimonio.
- Informes periódicos. Quincenales

4.2.17. Normativa

- Norma 3.1-IC. Trazado.
- Norma 5.1-IC. Drenaje.
- Norma 5.2-IC. Drenaje superficial.
- Norma 6.1-IC. Secciones de firme.
- NCSP-07. Norma de Construcción Sismorresistente: Puentes.
- O.C. 11/02 Sobre criterios a tener en cuenta en el proyecto y construcción de puentes con elementos prefabricados de hormigón estructural.
- O.C. 306/89 Sobre caminos y vías de servicio y accesos a áreas y zonas de servicio.
- Pliego de prescripciones técnicas para obras de carreteras y puentes, PG-3.
- Instrucción de hormigón estructural, aprobado por el RD 2661/1998.
- Pliego General de condiciones para la recepción de cementos RC-03.



- Eurocódigo 7, Estudio Geotécnico. Marzo 1999.
- Norma Básica de la Edificación NBA EA-95, Estructuras en acero (RD 1829/1995)
- Norma Básica de la Edificación NBE AE-88 Acciones en la edificación (RD 1370/1088)
- NCSE-94: Norma de construcción Sismorresistente. Parte General y Edificación.
- Código Técnico de la Edificación, aprobado por RD (1371/2007)
- Ley 31/95 de Prevención de Riesgos Laborales.
- Ley 54/2003 Reforma del Mercado Normativo de PRL.
- Ley 16/2002 de 1 de Julio de Prevención y Control Integrado de la Contaminación.
- RD 1627/1997, por el que establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de la construcción.
- UNE-ENV 1992-1-6:1996. EUROCÓDIGO 2: Proyecto de estructuras de hormigón. Parte 1-6: Reglas Generales. Estructuras de hormigón en masa
- UNE-ENV 1992-3:2000. EUROCÓDIGO 2: Proyecto de estructuras de hormigón. Parte 3: Cimentaciones de hormigón.
- UNE-ENV 1992-2:1997. EUROCÓDIGO 2: Proyecto de estructuras de hormigón. Parte 2: Puentes de hormigón.
- UNE-ENV 1992-1-3:1995. EUROCÓDIGO 2: Proyecto de estructuras de hormigón. Parte 1-3: Reglas Generales. Elementos y estructuras prefabricados de hormigón.
- UNE 0303-2:2001. Cementos con características adicionales. Parte 2: Cementos resistentes al agua de mar
- UNE 6832:1997. Especificaciones para la ejecución de uniones soldadas de barras para hormigón estructural
- UNE 7130:1958. Determinación del contenido total de sustancias solubles en aguas para amasado de hormigones
- UNE 7131:1958. Determinación del contenido total de sulfatos en aguas de amasado para morteros y hormigones
- UNE 7132:1958. Determinación cualitativa de hidratos de carbono en aguas de amasado para morteros y hormigones
- UNE 7133:1958. Determinación de terrones de arcilla en áridos para la fabricación de morteros y hormigones
- UNE 7134:1958. Determinación de partículas blandas en áridos gruesos para hormigones
- UNE 7178:1960. Determinación de los cloruros contenidos en el agua utilizada para la fabricación de morteros y hormigones
- UNE 7234:1971. Determinación de la acidez de aguas destinadas al amasado de morteros y hormigones, expresada por su pH



- UNE 7235:1971. Determinación de los aceites y grasas contenidos en el agua de amasado de morteros y hormigones
- UNE 7236:1971. Toma de muestras para análisis químico de las aguas destinadas al amasado de morteros y hormigones
- UNE 13225:2005. Productos prefabricados de hormigón. Elementos estructurales lineales.
- UNE 23727:1990. Ensayos de reacción al fuego de los materiales de construcción. Clasificación de los materiales utilizados en construcción.
- UNE 36094:1997. Alambre y cordones de acero para armaduras de hormigón pretensado
- UNE 36094:1997. Alambres y cordones de acero para armaduras de hormigón pretensado
- UNE 41184:1990. Sistema de pretensado para armaduras postensas, definiciones, características y ensayos.
- UNE 53981:1998. Plásticos. Bovedillas de poliestireno expandido (EPS) para forjados unidireccionales con viguetas prefabricadas
- UNE 80217:1991. Métodos de ensayos de cemento. Determinación del contenido de cloruros, dióxido de carbono y alcalinos en los cementos
- UNE 80307:2001. Cementos para usos especiales
- UNE 80310:1996. Cementos de aluminato de calcio
- UNE 83115:1998. Áridos para hormigones. Medida del coeficiente de friabilidad de las arenas.
- UNE 83414:1990-EX. Adiciones del hormigón. Ceniza volante. Recomendaciones generales para la adición de cenizas volantes a los hormigones.
- UNE 83460-2:2005. Adiciones al hormigón. Humo de sílice. Parte 2. Recomendaciones generales para la utilización del humo de sílice.
- UNE 112010:1994. Corrosión en armaduras. Determinación de cloruros en hormigones endurecidos y puestos en servicio.
- UNE 112011:1994. Corrosión en armaduras. Determinación de la profundidad de carbonatación en hormigones endurecidos y puestos en servicio.
- UNE 146507-2:1999-EX. Ensayos de áridos. Determinación de la reactividad potencial de los áridos. Método químico parte 2. Determinación de la reactividad álcali-carbonato.
- UNE 146508:1999-EX. Ensayo de áridos. Determinación de la reactividad potencial álcali-sílice y álcali-silicato de los áridos. Método acelerado en probetas de mortero.
- UNE 146509:1999-EX. Determinación de la reactividad potencial de los áridos con los alcalinos. Método de los prismas de hormigón.
- UNE 146901-1-M:2004. Áridos designación
- UNE-EN 196-1:2005. Método de ensayo de cementos. Parte 1. Determinación de resistencias mecánicas.
- UNE-EN 196-2:1996. Queda anulada por UNE-EN 196-2:2006



- UNE-EN 196-2:2006. Métodos de ensayos de cemento. Parte 2. Análisis químico de cementos.
- UNE-EN 196-3:2005. Método de ensayo de cementos. Parte 3. Determinación del tiempo de fraguado y de la estabilidad de volumen.
- UNE-EN 197-1-2000/A1:2005. Cemento. Parte 1. Composición, especificaciones y criterios de conformidad de los cementos comunes
- UNE-EN 197-4:2005. Cemento. Parte 4. Composición, especificaciones y criterios de conformidad de los cementos de escorias de horno alto de baja resistencia.
- UNE-EN 287-1:2004. Cualificación de soldadores. Soldeo por fusión. Parte 1. Aceros.
- UNE-EN 445:1996. Lechadas para tendones de pretensado: Métodos de ensayo
- UNE-EN 447:1996. Lechadas para tendones de pretensado. Especificaciones para lechadas corrientes.
- UNE-EN 450:1995. Cenizas volantes para hormigón. Definiciones, especificaciones y control de calidad.
- UNE-EN 450:2006. Cenizas volantes para hormigón. Parte 1. Definiciones, especificaciones y control de calidad.
- UNE-EN 451-1:2006. Método de ensayo de cenizas volantes. Parte 1. Determinación del contenido de óxido de calcio libre.
- UNE-EN 451-2:1995. Método de ensayo de cenizas volantes. Parte 2. Determinación de la finura por tamizado en húmedo.
- UNE-EN 523:1997. Vainas de fleje de acero para tendones de pretensado. Terminología, requisitos, control de calidad.
- UNE-EN 524:1997. Vainas de fleje de acero para tendones de pretensado. Métodos de ensayo.
- UNE-EN 933-1:1998. Ensayo para determinar las propiedades geométricas de los áridos. Parte 1. Determinación de la granulometría de las partículas. Métodos del tamizado.
- UNE-EN 933-2:1996. Ensayo para determinar las propiedades geométricas de los áridos. Parte 2. Determinación de la granulometría de las partículas. Tamices de ensayo. Tamaño normal de las aberturas.
- UNE-EN 933-3:1997. Ensayo para determinar las propiedades geométricas de los áridos. Parte 3. Determinación de la forma de las partículas. Índice de lajas.
- UNE-EN 933-4:2000. Ensayos para determinar las propiedades geométricas de los áridos. Parte 4. Determinación de la forma de las partículas.
- UNE-EN 933-8:2000. Ensayo para determinar las propiedades geométricas de los áridos. Parte 8. Evaluación de los finos. Ensayo del equivalente de arena.
- UNE-EN 933-8:2000. Ensayos para determinar las propiedades geométricas de los áridos. Parte. Evaluación de los finos. Ensayo del equivalente de arena.



- UNE-EN 933-9:1999. Ensayo para determinar las propiedades geométricas de los áridos. Parte 9. Evaluación de los finos. Ensayo azul de metileno.
- UNE-EN 934-6:2002. Aditivos para hormigones, morteros y pastas. Parte 6. Toma de muestras, control y evaluación de la conformidad.
- UNE-EN 934-6:2002. Aditivos para hormigones, morteros y pastas. Parte 6. Toma de muestras, control y evaluación de la conformidad.
- UNE-EN 934-2-2002/A1:2005. Aditivos para hormigones, morteros y pastas. Parte 2. Aditivos para hormigones. Definiciones. Requisitos. Conformidad. Marcado y etiquetado.
- UNE-EN 1015-11:2000. Método de ensayo de morteros para la albañilería. Parte 11. Determinación de la resistencia a flexión y a compresión del mortero endurecido.
- UNE-EN 1097-2:1999. Ensayo para determinar las propiedades mecánicas y físicas de los áridos. Parte 2. Métodos para la determinación de la resistencia a la fragmentación.
- UNE-EN 1097-2:1999. Técnica del vacío. Símbolos gráficos.
- UNE-EN 1097-6:2001. Ensayo para determinar las propiedades mecánicas y físicas de los áridos. Parte 6. Determinación de la densidad de partículas y absorción de aguas.
- UNE-EN 1363-1:2000. Ensayos de resistencia al fuego. Parte 1: Requisitos generales.
- UNE-EN 1367-2:1999. Ensayos para determinar las propiedades térmicas y de alteración de los áridos. Ensayo de sulfato de magnesio.
- UNE-EN 1520:2003. Componentes prefabricados de hormigón armado de áridos ligeros con estructura abierta.
- UNE-EN 1542:2000. Productos y sistemas para la protección y preparación de estructuras de hormigón. Métodos de ensayos. Determinación de la adhesión por tracción directa.
- UNE-EN 1744-1:1999. Ensayo para determinar las propiedades químicas de los áridos. Parte 1. Análisis químico.
- UNE-EN 1770:1999. Productos y sistemas para la protección y reparación de estructuras de hormigón. Métodos de ensayos. Determinación del coeficiente de dilatación térmica.
- UNE-EN 1990:2003. Eurocódigos. Bases de cálculo de estructuras.
- UNE-EN 1991-1-2:2004. Eurocódigo 1. Acciones en estructuras. Parte 1-2. Acciones Generales. Acciones en estructuras expuestas al fuego.
- UNE-EN 10002-1:2002. Materiales metálicos. Ensayos de tracción. Parte 1. Método de ensayo a temperatura ambiente.
- UNE-EN 10080:2006. Acero para el armado del hormigón. Acero soldable para armaduras de hormigón armado. Generalidades.
- UNE-EN 12350-1:2006. Ensayos de hormigón fresco. Parte 1. Toma de muestras.
- UNE-EN 12350-2:2006. Ensayos de hormigón fresco. Parte 2. Ensayo de asentamiento.
- UNE-EN 12350-3:2006. Ensayos de hormigón fresco. Parte 3. Ensayo Vebe.



- UNE-EN 12350-7:2001. Ensayos de hormigón fresco. Parte 7. Determinación del contenido del aire. Métodos de presión
- UNE-EN 12390-1:2001. Ensayos de hormigón endurecido. Parte 1: Forma, medidas y otras características de las probetas y moldes.
- UNE-EN 12390-2:2001. Ensayos de hormigón endurecido. Parte 2. Fabricación y curado de probetas para ensayos de resistencia.
- UNE-EN 12390-3:2003. Ensayos de hormigón endurecido. Parte 3. Determinación de la resistencia a compresión de probetas.
- UNE-EN 12390-5:2001. Ensayos de hormigón endurecido. Parte 5. Resistencia a flexión de probetas.
- UNE-EN 12390-6:2001 Ensayos de hormigón endurecido. Parte 6. Resistencia a tracción indirecta de probetas.
- UNE-EN 12390-8:2001. Ensayos de hormigón endurecido. Parte 8. Profundidad de penetración de agua baja presión.
- UNE-EN 12390-8:2001. Ensayos de hormigón endurecido. Parte 8. Profundidad de penetración de agua bajo presión.
- UNE-EN 12504-1:2001. Ensayos de hormigón en estructuras. Parte 1. Testigos. Extracción. Examen y ensayo a compresión.
- UNE-EN 12504-2:2002. Ensayos de hormigón en estructuras. Parte 2. Ensayos no destructivos. Determinación del índice de rebote.
- UNE-EN 12504-4:2006. Ensayos de hormigón en estructuras. Parte 4. Determinación de la velocidad de los impulsos ultrasónicos.
- UNE-EN 12620:2003. Áridos para hormigón
- UNE-EN 12620:2004. Áridos para hormigón
- UNE-EN 12794:2006. Productos prefabricados de hormigón. Pilotes de cimentación.
- UNE-EN 13224-2005/AC: 2005. Productos prefabricados de hormigón. Elementos para forjados nevados.
- UNE-EN 13263-1:2006. Humo de sílice para hormigón. Parte 1. Definiciones, requisitos y criterios de conformidad.
- UNE-ENV 13381-3:2004. Ensayos para determinar la contribución a la resistencia al fuego de los elementos estructurales. Parte 3. Protección aplicada a elementos de hormigón.
- UNE-EN 13693:2005. Productos prefabricados de hormigón. Elementos especiales para cubiertas.
- UNE-EN 14216:2005. Cemento. Composición, especificaciones y criterios de conformidad de los cementos especiales de muy bajo calor de hidratación.



- UNE-EN 14647:2005. Cemento de aluminato cálcico. Composición, especificaciones y criterios de conformidad.
- UNE-EN 80305:2001. Cementos blancos.
- UNE-EN ISO 377:1998. Acero y productos de acero. Localización y preparación de muestras y probetas para ensayos mecánicos.
- UNE-EN ISO 9001:2000. Sistemas de gestión de la calidad. Requisitos.
- UNE-EN ISO 14001:2004 Sistemas de gestión ambiental. Requisitos para su uso.
- UNE-EN ISO 15614-1:2005. Especificación y cualificación de los procedimientos de soldeo para los materiales metálicos. Ensayo de procedimiento de soldeo.
- UNE-EN ISO 15630-1:2002. Acero para el armado y el pretensado del hormigón. Métodos de ensayo. Parte 1. Barras, alambres y alambón para hormigón.
- UNE-EN ISO 15630-2:2002. Acero para el armado y el pretensado del hormigón. Métodos de ensayo. Parte 2. Mallas soldadas.
- UNE-EN ISO 15630-3:2003. Acero para el armado y el pretensado del hormigón. Métodos de ensayo. Parte 3. Acero para pretensar

4.3. Edificio de Control y Almacén

La Instalación Fotovoltaica contará con un Edificio de Control que tendrá, al menos, las siguientes dependencias:

- Oficina del Site Manager: Oficina totalmente equipada y de al menos 13 m². Dispondrá al menos de una taquilla con llave de al menos 3 m².
- Oficina del Scada: Presentará una superficie mínima de 22 m² y 4 puestos de trabajo totalmente equipados.
- Sala de Reuniones: Presentará una superficie mínima de 15 m²
- Cocina / Sala de Descanso: Incluirá horno-microondas, frigorífico y todo el mobiliario necesario para 4 personas.
- Sala de Comunicaciones y Cuarto de Servidores.
- Salas de Descanso: Sala de descanso para hombres y mujeres con capacidad para al menos 5 personas. Incluirá zona para cambios de ropa, taquillas y duchas.

La Instalación Fotovoltaica contará además con un edificio que servirá de almacén de repuestos y material consumible de uso diario. Todo el stock deberá estar correctamente clasificado y protegido de humedades, polvo, radiación solar, etc. Para acceder al almacén se dispondrá de una rampa con una pendiente máxima del 12%.

Se realizarán las siguientes actividades:



4.3.1. Desbroce

Se realizará un desbroce del terreno coincidente con la proyección en planta del edificio de control. Se aplicará lo establecido en el apartado 4.2.5.

4.3.2. Excavación de la Explanación y en Pozos

Se aplicará lo establecido en el apartado 4.2.6.

4.3.3. Terraplén y Rellenos Auxiliares

Se aplicará lo establecido en el apartado 4.2.7.

4.3.4. Cimentación

La cimentación es aquella parte de la estructura encargada de transmitir las cargas al terreno.

Las calidades y características de los materiales a emplear en ejecución de las cimentaciones vienen definidas en el apartado 4.2.1 del presente Pliego.

El Centro de Control debe apoyarse en una solera de hormigón en masa de 10 cm de espesor medio que, a su vez, se debe realizar sobre una subbase de zahorra compactada de, al menos 15 cm de espesor.

La solera se ejecutaría con hormigón armado con un mallazo electrosoldado de 20×20 cm de cuadro y de varilla de 4 mm de diámetro.

En la solera se deben colocar los elementos de anclaje del Centro de Control, formados por varillas curvadas de acero corrugado de 10 mm de diámetro embutidas directamente en el grueso de la solera y atadas al mallazo.

4.3.5. Aislamiento

En caso de que hubiera que aislar la oficina de servicio, se recomienda el uso de aislantes con poliuretano:

- Espuma de poliuretano para proyección "in situ".
- Planchas de espuma de poliuretano.



Ejecución

La superficie del soporte deberá encontrarse limpia, seca y libre de polvo, grasas u óxidos. Deberá estar correctamente saneada y preparada si así procediera con la adecuada imprimación que asegure una adherencia óptima.

En caso de aislamiento por proyección, la humedad del soporte no superará a la indicada por el fabricante como máxima para la correcta adherencia del producto proyectado. Se seguirán las instrucciones del fabricante en lo que se refiere a la colocación o proyección del material. Las placas deberán colocarse solapadas, a tope o a rompejuntas, según el material.

Cuando se aisle por proyección, el material se proyectará en pasadas sucesivas de 10 a 15 mm, permitiendo la total espumación de cada capa antes de aplicar la siguiente. Cuando haya interrupciones en el trabajo deberán prepararse las superficies adecuadamente para su reanudación. Durante la proyección se procurará un acabado con textura uniforme, que no requiera el retoque a mano. En aplicaciones exteriores se evitará que la superficie de la espuma pueda acumular agua, mediante la necesaria pendiente.

El aislamiento quedará bien adherido al soporte, manteniendo un aspecto uniforme y sin defectos. Se deberá garantizar la continuidad del aislamiento, cubriendo toda la superficie a tratar, poniendo especial cuidado en evitar los puentes térmicos.

El material colocado se protegerá contra los impactos, presiones u otras acciones que lo puedan alterar o dañar. También se ha de proteger de la lluvia durante y después de la colocación, evitando una exposición prolongada a la luz solar.

El aislamiento irá protegido con los materiales adecuados para que no se deteriore con el paso del tiempo. El recubrimiento o protección del aislamiento se realizará de forma que éste quede firme y lo haga duradero.

Control:

- Durante la ejecución de los trabajos deberán comprobarse, mediante inspección general, los siguientes apartados:
- Estado previo del soporte, el cual deberá estar limpio, ser uniforme y carecer de fisuras o cuerpos salientes.
- Fijación del producto mediante un sistema garantizado por el fabricante que asegure una sujeción uniforme y sin defectos.
- Correcta colocación de las placas solapadas, a tope o a rompejunta, según los casos.
- Ventilación de la cámara de aire si la hubiera.



Medición y Abono

En general, se medirá y valorará el m² de superficie ejecutada en verdadera dimensión. En casos especiales, podrá realizarse la medición por unidad de actuación. Siempre estarán incluidos los elementos auxiliares y remates necesarios para el correcto acabado, como adhesivos de fijación, cortes, uniones y colocación.

4.3.6. Instalación Eléctrica Edificio de Control

Se aplicará lo establecido en el apartado 4.2.12.

4.3.7. Iluminación

Las luminarias y sus accesorios de instalación y montaje deberán cumplir las siguientes normas:

- UNE-EN 60598-1 Luminarias parte 1: Requisitos generales.
- UNE-EN 60598-2 Luminarias, requisitos particulares aplicables, completa.
- UNE-EN 10130:2008. Productos planos laminados en frío de acero bajo en carbono para embutición o conformación en frío.
- DIN 50017 Pintura de luminaria.
- EN 60928 Balasto Electrónico con Precaldeo.
- EN 60929 Balasto Electrónico con Precaldeo.
- UNE 210311-11 Cables aislados con PVC de tensiones nominales iguales o inferiores a 450/750 V., P-11. Cables para luminarias.
- UNE-EN 60061 Casquillos y portalámparas aplicables, completa.
- UNE-EN 6400 Portalámparas para lámparas fluorescentes tubulares.
- UNE-EN 55015 Límites y métodos de medida de las características relativas a la perturbación radioeléctrica de los equipos de iluminación, aplicables, completo.
- UNE-ENE 60081 Lámparas fluorescentes de doble casquillo. Requisitos de funcionamiento.
- UNE-ENE 61195 Lámparas fluorescentes de doble casquillo. Requisitos de seguridad.
- Mercado CE conforme a R.D. 154/95.
- Reglamento Electrotécnico de B.T.

Ejecución

La conexión a todas las luminarias y focos se realizará con manguera de cobre flexible de 0,6 /1 kV, con aislamiento en Polietileno Reticulado.



La ejecución del sistema de iluminación incluirá el montaje, fijación y conexión de la luminaria y su caja de derivación al circuito correspondiente.

Se colocará iluminación de emergencia, para lo que se emplearán lámparas fluorescentes o incandescentes, estancos o no. Pueden ir centralizados o no. En el montaje de luminaria emergencia se deberá seguir las instrucciones del fabricante.

Medición y Abono

Se medirán y abonarán por unidad realmente colocada, instalada y probada.

4.3.8. Puesta a Tierra

Se aplicará lo establecido en el apartado 4.4.3.

4.3.9. Instalación de Protección Contra Incendios

Actualmente, las características de estos sistemas están regulados por el Código Técnico de la Edificación. Documento Básico SI. Seguridad en caso de incendio.

La protección contra incendios se basa en dos tipos de medidas:

- Medidas de protección pasiva.
- Medidas de protección activa.

Dentro de la protección activa se han de considerar dos tipos de medidas:

- Medidas de detección de incendios.
- Medidas de extinción de incendios, que pueden ser:
 - Manuales: Extintores, Bocas de incendio equipadas (BIE), Hidrantes, Columna seca.
 - Automáticos: Dotados de sistemas de diversos productos para extinción: Agua, Gases y Polvo.

Ejecución

La ejecución del sistema de protección contra incendios se realizará con conformidad con lo establecido en:

- Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales.
- DB- SI Seguridad en caso de incendio del Código Técnico de la Edificación.



4.4. Instalación Eléctrica

4.4.1. Instalación de Baja Tensión

Todos los materiales a emplear en la presente instalación serán de primera calidad y reunirán las condiciones exigidas en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y demás disposiciones vigentes referentes a materiales y prototipos de construcción.

Todos los materiales podrán ser sometidos a los análisis o pruebas, por cuenta de la contrata, que se crean necesarios para acreditar su calidad. Cualquier otro que haya sido especificado y sea necesario emplear deberá ser aprobado por la Dirección Facultativa.

Todos los trabajos incluidos en el presente Proyecto se ejecutarán esmeradamente, con arreglo a las buenas prácticas de las instalaciones eléctricas, de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, y cumpliendo estrictamente las instrucciones recibidas por la Dirección Facultativa, no pudiendo, por tanto, servir de pretexto al contratista la baja en subasta, para variar esa esmerada ejecución ni la primerísima calidad de las instalaciones proyectadas en cuanto a sus materiales y mano de obra, ni pretender proyectos adicionales.

4.4.1.1. Conductores

Todo el cableado que se instale deberá cumplir reglamentación y se dimensionará bajo el criterio de minimización de pérdidas.

El cableado de Baja Tensión utilizado para el conexionado de los strings será de tipo “cable solar”, trabajar de forma continua a 120°C y contar con un aval de durabilidad por un periodo de al menos 25 años.

Podrán ser instalados en bandejas, conductos, paredes y equipos y estarán especialmente indicados para aplicaciones con aislamiento de protección (clase II).

Los conductores utilizados se registrarán por las especificaciones del Proyecto, según se indica en Memoria, Planos y Mediciones.

Ejecución

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

Los conductores tendrán la sección adecuada para evitar caídas de tensión y calentamientos.



Concretamente, para cualquier condición de trabajo, los conductores de la parte CC deberán tener la sección suficiente para que la caída de tensión sea inferior del 1,5% y los de la parte CA para que la caída de tensión sea inferior del 2%, teniendo en ambos casos como referencia las tensiones correspondientes a cajas de conexiones.

Deberá tener la longitud necesaria para no generar esfuerzos en los diversos elementos ni posibilidad de enganche por el tránsito normal de personas.

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

Las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que, por conveniente identificación de sus circuitos y elementos, se pueda proceder en todo momento a reparaciones, transformaciones, etc.

Medición y Abono

Las unidades previstas de medición son las siguientes:

- Suministro y tendido de puente de CC con cable de cobre de "calidad solar" para interconexión de paneles solares, desde los paneles extremos de cada serie hasta los terminales positivo/negativo del bus cc, incluyendo: movimiento de bobinas, medición y extracción del cable de la bobina, corte del cable, tendido y engrapado a estructura de paneles con bridas de poliamida, incluyendo suministro de bridas. desde paneles hasta bus de corriente continua.
- Suministro, tendido e instalación de bus cc (conexión strings-caja seccionamiento de bus cc). totalmente instalado y conexionado. Se mide en metros.
- Suministro, tendido e instalación de puente de interconexión entre cajas de seccionamiento de bus e inversores. totalmente instalado y conexionado.

4.4.1.2. Cajas de Concentración

Las conexiones entre la agrupación de strings se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material plástico resistente incombustible o metálicas, estancas IP65, en cuyo caso estarán aisladas interiormente y protegidas contra la oxidación. Las dimensiones de estas cajas serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener. Su profundidad será igual, por lo menos, a una vez y media el diámetro del tubo mayor, con un mínimo de 40 mm; el lado o diámetro de la caja será de al menos 80 mm. Cuando se quieran hacer estancas las entradas de los tubos en las cajas de conexión, deberán empelarse prensaestopas adecuados.

La rigidez dieléctrica será tal que, desconectados los aparatos de utilización (receptores), resista durante 1 min una prueba de tensión de $2U + 1000$ V a frecuencia industrial, siendo U la tensión máxima de servicio expresada en voltios, y con un mínimo de 1.500 V.



Las corrientes de fuga no serán superiores, para el conjunto de la instalación o para cada uno de los circuitos en que ésta pueda dividirse a efectos de su protección, a la sensibilidad que presenten los interruptores diferenciales instalados como protección contra los contactos indirectos.

Cada circuito en salida de cuadro estará protegido contra las sobrecargas y cortocircuitos. La protección contra corrientes de defecto hacia tierra se hará por circuito o grupo de circuitos según se indica en el Proyecto, mediante el empleo de interruptores diferenciales de sensibilidad adecuada, según ITC-BT-24.

Los cuadros serán adecuados para trabajo en servicio continuo. Las variaciones máximas admitidas de tensión y frecuencia serán del +5% sobre el valor nominal.

Los cuadros serán diseñados para servicio exterior, completamente estancos al polvo y la humedad, ensamblados y cableados totalmente en fábrica, y estarán constituidos por una estructura metálica de perfiles laminados en frío, adecuada para el montaje sobre el suelo, y paneles de cerramiento de chapa de acero de fuerte espesor forrados de fábrica de ladrillo o de cualquier otro material que sea mecánicamente resistente y no inflamable.

Alternativamente, la cabina de los cuadros podrá estar constituida por módulos de material plástico, con la parte frontal transparente. Las puertas estarán provistas con una junta de estanquidad de neopreno o material similar, para evitar la entrada de polvo.

Todos los cables se instalarán dentro de canaletas provistas de tapa desmontable. Los cables de fuerza irán en canaletas distintas en todo su recorrido de las canaletas para los cables de mando y control.

Cuando los cables de control coincidan, en algún tramo, con cables de potencia, deberán ir alojados en tubo de acero apantallado.

Los aparatos se montarán dejando entre ellos y las partes adyacentes de otros elementos una distancia mínima igual a la recomendada por el fabricante de los aparatos, en cualquier caso, nunca inferior a la cuarta parte de la dimensión del aparato en la dirección considerada.

La profundidad de los cuadros será de 500 mm y su altura y anchura la necesaria para la colocación de los componentes e igual a un múltiplo entero del módulo del fabricante. Los cuadros estarán diseñados para poder ser ampliados por ambos extremos.

Los aparatos indicadores (lámparas, amperímetros, voltímetros, etc.), dispositivos de mando (pulsadores, interruptores, conmutadores, etc.), paneles sinópticos, etc., se montarán sobre la parte frontal de los cuadros.

Todos los componentes interiores, aparatos y cables, serán accesibles desde el exterior por el frente. El cableado interior de los cuadros se llevará hasta una regleta de bornes situada junto a las entradas de los cables desde el exterior.



Las partes metálicas de la envoltura de los cuadros se protegerán contra la corrosión por medio de una imprimación a base de dos manos de pintura anticorrosiva y una pintura de acabado de color que se especifique en las Mediciones o, en su defecto, por la Dirección Técnica durante el transcurso de la instalación.

Los compartimentos que hayan de ser accesibles para accionamiento o mantenimiento, estando el cuadro en servicio, no tendrán piezas en tensión al descubierto.

El cuadro y todos sus componentes serán capaces de soportar las corrientes de cortocircuito (kA) según especificaciones reseñadas en planos y mediciones.

Ejecución

Las cajas de seccionamiento de bus irán a la intemperie, con grado de protección adecuado y adosadas a la estructura metálica fija a un extremo de ella.

Medición y Abono

Las unidades previstas de medición son las siguientes:

- Cajas de seccionamiento: suministro y montaje de caja de seccionamiento de bus cc y armario que incluye descargador de sobretensiones.

4.4.1.3. Elementos de Conexión

Los elementos de conexión en la Instalación Fotovoltaica son el conjunto de piezas y accesorios que se necesitan para poder instalar de forma adecuada los equipos: módulos fotovoltaicos, cajas de concentración, inversor, transformador, etc. y que funcionen correctamente.

Conexión a realizar en la parte de baja tensión:

- Conexión de módulos para la formación de strings.
- Conexión entre string y caja de concentración. Se realiza, la conexión al portafusibles de la caja, mediante la actuación de un sistema tornillo/tuerca del tipo hexagonal, que a su vez lleva incorporado un sistema de control del par de apriete aplicado. Las principales características, ensayos de tipo y los procedimientos de calificación y aceptación están en correspondencia con la Norma UNE 21-021. Las secciones admisibles y corrientes máximas en la conexión de placas fotovoltaicas con cables unipolares de tensión asignada 0,6/1,5 kV son las indicadas en la Norma UNE 21-123.
- Conexión de cables unipolares de tensión asignada 0,6/1,5 kV a caja de seccionamiento de bus e inversores. Los conectores terminales de compresión pala son elementos mecánicos que trabajan



a tracción y cuya única función es mejorar el contacto eléctrico y mecánico del cable, estos elementos serán empleados a la intemperie o bajo techo. Este tipo de conector es adecuado para utilizarlo en conexiones que se encuentran sometidas a esfuerzos mecánicos ya sea por efecto del viento o bien propios de la instalación, tales como conexión a equipos.

Ejecución

Los trabajos de interconexión entre los distintos elementos que componen el sistema se deben realizar en seco y con herramientas secas.

Para el correcto montaje de los conectores entre las placas fotovoltaicas con cables unipolares de tensión asignada 0,6/1,5 kV se recomienda seguir, en lo posible, los siguientes pasos:

- Situar el conector sobre el cable a conectar.
- Cortar el conductor derivado a la distancia necesaria.
- Introducir el conductor hasta el fondo, en el capuchón de la derivación.
- Fijar la conexión, con la mano, mediante el tornillo de apriete hasta posicionar los conductores en el conector.
- Sujetar el conector con la mano y atornillar hasta romper la cabeza fusible de la tuerca dinamométrica.
- La segunda cabeza de la tuerca dinamométrica solamente es utilizable para permitir un eventual desmontaje de la conexión.
- No debe reutilizarse el conector una vez instalado.
- La conexión puede ser realizada bajo tensión eléctrica, pero SIN carga.

Control

Comprobar que todas las conexiones eléctricas de la planta se han realizado correctamente y se encuentran en buenas condiciones.

Detectar puntos calientes en conexiones eléctricas, así como en todos elementos (inversores incluidos) pertenecientes a la instalación que contenga conexiones eléctricas.

Para la realización de las termografías a las conexiones eléctricas y empalmes, la central fotovoltaica estará en funcionamiento y los paneles conectados a los cuadros CC. Se medirá en un día soleado sin nubes y la planta estará funcionando, al menos, al 70% de su potencia nominal, salvo que las condiciones climáticas impidan la realización de las pruebas con dichas condiciones.

La instalación se considerará válida siempre que se cumpla:



- Todas las conexiones están realizadas correctamente, con el apriete, orden y separación adecuados.
- Todos los empalmes se encuentran en buenas condiciones.
- No deberá aparecer ningún punto caliente en las conexiones. Entendiendo como punto caliente aquel en el que se detecte una temperatura superior a la temperatura de funcionamiento en condiciones normales.
- El rango de temperaturas se encuentra dentro de los límites esperados.

Medición y Abono

Las unidades previstas de medición son las siguientes:

- Conexionado de terminales de las series: Conexión de los terminales de los módulos fotovoltaicos para la formación de las series. Se incluye la formación de una coca y su atado a estructura/panel con brida poliamida conforme a las especificaciones de montaje. Unidad medida por cada panel solar.
- Conexionado de las series a las cajas de concentración: Suministro y conexión de los terminales de las series a las entradas de las cajas de concentración.
- Conexionado salidas cajas: Suministro y montaje de conectores a perforación para conexión a las salidas de las cajas de concentración.
- Conexionado de terminales en los inversores: Suministro y montaje de conectores y terminales de compresión para conexión a las entradas de los inversores.

4.4.2. Instalaciones de Media Tensión

4.4.2.1. Aparata de Media Tensión

Las celdas responderán en su concepción y fabricación a la definición de aparata bajo envolvente metálica compartimentada de acuerdo con la norma UNE-EN 62271-200:2005.

Las celdas a emplear serán celdas modulares equipadas de aparellaje fijo que utiliza el hexafluoruro de azufre como elemento de corte y extinción. Serán celdas de interior y su grado de protección según la Norma 20-324-94 será IP 30 en cuanto a la envolvente externa.

Las características generales de las celdas son las siguientes, en función de la tensión nominal, $U_n=33$ kV:

- Tensión asignada: 33 kV
- Tensión soportada a impulso tipo rayo:
 - A tierra y entre polos: 170 kV



- A la distancia de seccionamiento: 195 kV
- Tensión asignada a frecuencia industrial durante 1 minuto:
 - A tierra y entre polos: 70 kV
 - A la distancia de seccionamiento: 80 kV
- Tensión nominal del embarrado: 33 kV
- Capacidad de corte: 40 kA
- Corriente de corta duración (3s): 16 kA
- Clasificación arco interno IAC AF, 1 s: 20 kA
- Endurancia Mecánica Cierre/Apertura: 5.000
- Temperatura: -25/40°C

Se deberán distinguir, al menos, los siguientes compartimentos:

- Compartimento de aparellaje. Estará relleno de SF6 y sellado de por vida según se define en el anexo GG de la recomendación CEI 298-90. El sistema de sellado será comprobado individualmente en fabricación y no se requerirá ninguna manipulación del gas durante toda la vida útil de la instalación (hasta 30 años).
 - La presión relativa de llenado será de 0,4 bar. Toda sobrepresión accidental originada en el interior del compartimento de aparellaje estará limitada por la apertura de la parte posterior del cárter. Los gases serían canalizados hacia la parte posterior de la cabina sin ninguna manifestación o proyección en la parte frontal.
 - Las maniobras de cierre y apertura de los interruptores y cierre de los seccionadores de puesta a tierra se efectuarán con la ayuda de un mecanismo de acción brusca independiente del operador.
 - El seccionador de puesta a tierra dentro del SF6, deberá tener un poder de cierre en cortocircuito de 40 kA.
 - El interruptor realizará las funciones de corte y seccionamiento.
- Compartimento del juego de barras. Se compondrá de tres barras aisladas de cobre conexionadas mediante tornillos de cabeza allen de M8. El par de apriete será de 2,8 mdaN.
- Compartimento de conexión de cables. Se podrán conectar cables secos y cables con aislamiento de papel impregnado.
- Compartimento de mandos. Contiene los mandos del interruptor y del seccionador de puesta a tierra, así como la señalización de presencia de tensión. Se podrán montar en obra los siguientes accesorios si se requieren posteriormente: Motorizaciones, Bobinas de cierre y/o apertura y Contactos auxiliares. Este compartimento deberá ser accesible en tensión, pudiéndose motorizar, añadir accesorios o cambiar mandos manteniendo la tensión en el centro.



- Compartimento de control. En el caso de mandos motorizados, este compartimento estará equipado de bornas de conexión y fusibles de baja tensión. En cualquier caso, este compartimento será accesible con tensión tanto en barras como en los cables.

Ejecución

Los cables se conectionarán desde la parte frontal de las cabinas. Los accionamientos manuales irán reagrupados en el frontal de la celda a una altura ergonómica a fin de facilitar la explotación.

El interruptor y el seccionador de puesta a tierra deberá ser un único aparato, de tres posiciones (cerrado, abierto y puesto a tierra) asegurando así la imposibilidad de cierre simultáneo de interruptor y seccionador de puesta a tierra. La posición de seccionador abierto y seccionador de puesta a tierra cerrado serán visibles directamente a través de mirillas, a fin de conseguir una máxima seguridad de explotación en cuanto a la protección de personas se refiere.

La conexión del circuito de puesta a tierra se realizará mediante pletinas de cobre de 25x5 mm conectadas en la parte posterior superior de las cabinas formando un colector único.

Pruebas Reglamentarias

La aparamenta eléctrica que compone la instalación deberá ser sometida a los diferentes ensayos de tipo y de serie que contemplen las normas UNE o recomendaciones UNESA conforme a las cuales esté fabricada.

Asimismo, una vez ejecutada la instalación, se procederá, por parte de entidad acreditada por los organismos públicos competentes al efecto, a la medición reglamentaria de los siguientes valores:

- Resistencia de aislamiento de la instalación, Resistencia del sistema de puesta a tierra y Tensiones de paso y de contacto.

Medición y Abono

Las unidades previstas de medición son las siguientes:

- Cabina MT protección línea: suministro y montaje celda de línea, de corte y aislamiento.
- Cabina MT interruptor general: suministro y montaje de celda de protección de interruptor automático de vacío.
- Cabina MT protección transformador: suministro y montaje de cabina ruptofusible.
- Cabina MT medida: suministro y montaje de celda de medida 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, protección y contadores de medida de energía.



- Celda de ampliación cuadro MT: suministro, montaje, instalación y puesta en marcha de celda de ampliación cuadro de media.

4.4.2.2. Conductores Eléctricos de MT

Para la conexión entre centros de transformación y éstos con el centro de seccionamiento del Parque Fotovoltaico se utilizarán únicamente cables de aislamiento de etileno propileno, atendiendo a las siguientes normas:

- RU 3305 C: Cables unipolares con conductores de aluminio y aislamiento seco para redes de alta tensión hasta 30 kV.
- UNE 60228: Conductores de cables aislados.
- UNE 21143: Ensayo de cubiertas exteriores de cables que tienen una función especial de protección y que se aplican por extrusión.
- UNE-EN 50267-2-1: Métodos de ensayo comunes para cables sometidos a fuego.
- Ensayo de gases desprendidos durante la combustión de materiales procedentes de cables eléctricos.
- Procedimiento de determinación de la cantidad de gases halógenos ácidos.
- UNE-EN 60811: Métodos de ensayo comunes para materiales de aislamiento y cubierta de cables eléctricos y de cables de fibra óptica.

El cable está formado por hilos de aluminio de clase 2, capa semiconductor interna, aislamiento de HEPR (etileno propileno), capa semiconductor externa, pantalla metálica, con sistema de obturación longitudinal al agua, constituida por una corona de hilos de cobre de sección nominal de 16 mm² y cubierta exterior.

No se admitirán cables que presenten defectos superficiales o que no vayan en las bobinas de origen. No se admitirán conductores de procedencia distinta en el mismo circuito.

Materiales:

Las diferentes capas de materiales que componen el cable de Media Tensión son:

- Conductor. Constituido por hilos de aluminio de clase 2, según IEC 60228; UNE-EN 60228.
- Capa semiconductor interna. Capa extrusionada de material conductor, la cual forma un cuerpo único con el aislante y no se separará del mismo.
- Capa de aislamiento. Constituida por etileno propileno. Las características de este material serán las especificadas según la norma IEC 60502.
- Pantalla semiconductor externa. Capa de mezcla extrusionada y reticulada de características químicas semejantes a las del aislamiento, pero de baja resistencia eléctrica.



- Pantalla metálica. Constituida por fibras de cobre colocadas en hélice recubriendo uniformemente todo el perímetro del cable. Sobre estas fibras se coloca habitualmente una contraespira de fleje de cobre, en hélice abierta. Según la Recomendación Unesa RU 3305 C.
- Constituida por un compuesto termoplástico a base de poliolefina que no contendrá hidrocarburos volátiles, halógenos ni metales pesados con excepción del plomo, del que se admitirá un contenido inferior al 0,5%.

Además, el cable, en su diseño y construcción, permitirá una fácil separación y recuperación de los elementos constituyentes para el reciclado o tratamiento adecuado de los mismos al final de su vida útil y llevará inscritas sobre la cubierta, de forma legible e indeleble, las marcas siguientes:

- Nombre del fabricante.
- Designación completa del cable.
- Año de fabricación (dos últimas cifras).
- Referencia de calidad UNESA.
- Indicación de calidad concertada, cuando la tenga.
- Identificación para la trazabilidad (nº de partida u otro).
- La separación entre marcas no será superior a 30 cm.

Ejecución

Manipulación de las bobinas de cable:

- Izado de bobinas mediante grúa. Hay que suspender la bobina mediante una barra de dimensiones suficientes que pase por los agujeros centrales de los platos. Las cadenas de izado tendrán un separador por encima de la bobina que impida que se apoyen directamente sobre los platos.
- Izado y transporte mediante carretilla elevadora. La bobina ha de quedar soportada por la parte inferior de los platos, de forma que la horquilla se apoye en los dos platos a la vez. El traslado de la carretilla será paralelo al eje de la bobina.
- Carga y descarga de bobinas de cable. La carga y descarga de la bobina debe hacerse mediante grúa o carretilla elevadora. Bajo ningún concepto, se podrá retener la bobina con cuerdas, cables o cadenas que abracen la bobina ya que podrían romper las duelas y apoyarse sobre la capa exterior del cable enrollado. También es totalmente inadmisibles dejar caer la bobina al suelo desde el camión o plataforma de transporte, incluso aunque la bobina sea pequeña y se utilice un amortiguador como arena.

Transporte mediante camión o plataforma de transporte:



- Las bobinas de cable se transportarán siempre de pie y nunca tumbadas sobre uno de los platos laterales. Las bobinas estarán inmovilizadas por medio de cuñas adecuadas para evitar el desplazamiento por rodadura, y trabas para evitar el desplazamiento lateral. El eje de la bobina se dispondrá preferentemente perpendicular al sentido de la marcha.

Rodadura sobre el suelo:

- Deberá evitarse en todo momento, salvo casos excepcionales y en recorridos cortos.

Almacenamiento y conservación:

- Siempre que sea posible debe evitarse la colocación de bobinas de cable a la intemperie, sobre todo si el tiempo de almacenamiento ha de ser prolongado.
- El almacenamiento no debe hacerse sobre suelo blando, y debe evitarse que la parte inferior de la bobina esté permanentemente en contacto con agua. En lugares húmedos es aconsejable disponer de una aireación adecuada, separando las bobinas entre sí. Si las bobinas han de estar almacenadas durante un período largo se cubrirán para que no estén expuestas directamente a la intemperie.
- Los extremos de los cables han de estar protegidos para evitar la penetración de humedad. En caso de pérdida de las protecciones originales de los cables, deben reponerse lo antes posible, utilizando soldadura si existen tubos de plomo o encintado en los demás casos; en ambos casos pueden emplearse capuchones de goma fabricados al efecto.

Tendido de cables:

- El tendido y la protección del cable deberán efectuarse siempre en presencia del Director de Obra o persona por él delegada, programando dicha operación con la suficiente antelación.

A continuación, se tratan las distintas fases del tendido:

- Ubicación de la bobina. Antes de empezar el tendido del cable se estudiará el lugar más adecuado para colocar la bobina con objeto de facilitar el mismo. En el caso de suelo con pendiente es preferible realizar el tendido en sentido descendente.

Si existen canalizaciones, curvas o puntos de paso dificultoso próximos a uno de los extremos de la canalización es preferible colocar la bobina en el otro extremo a fin de que durante el tendido quede afectada la menor longitud del cable.

- Extracción del cable:



- La bobina se suspende por medio de una barra o eje adecuado que pasa por el agujero central. El eje se soporta mediante gatos mecánicos u otros elementos de elevación adecuados al peso y dimensiones de la bobina.
 - Los pies de soporte del eje deben estar dimensionados para asegurar la estabilidad de la bobina durante su rotación. Cuando la bobina esté suspendida por el eje, de forma que pueda hacerse rodar (es suficiente una elevación de 0,10 a 0,15 m respecto al suelo) se quitarán las duelas de protección de forma que ni ellas ni el útil empleado para desclavarlas puedan dañar al cable y se inspeccionará la superficie interior de las tapas para eliminar cualquier elemento saliente que pudiera dañar al cable (clavos, astillas, etc.).
 - La extracción se hará por rotación de la bobina alrededor del eje y extracción del cable por la parte superior de la bobina.
 - Como alternativa, la bobina puede estar montada sobre un vehículo y soportada por el eje, efectuándose entonces la extracción por desplazamiento del vehículo. Se dispondrá algún dispositivo de frenado.
 - El desenrollado ha de ser lento para evitar que las capas superiores penetren entre las inferiores debido a la presión, con el consiguiente trabado del cable.
 - La extracción del cable, tirando del mismo, debe estar perfectamente sincronizada con el frenado de la bobina. Al dejar de tirar del cable hay que frenar inmediatamente la bobina para evitar la formación de bucles.
- Manipulación del cable. Se tomarán las precauciones necesarias para procurar que el cable no sufra golpes, rozaduras, pinchazos, ni tampoco esfuerzos importantes, ni de tensión, ni de flexión ni de tracción.
 - Radios de curvatura. Los radios de curvatura mínimos, finales, una vez los cables en su posición definitiva, están indicados en las normas de cables o en las recomendaciones de los fabricantes del cable. Para los de MT, $R > 15 D$.
 - Esfuerzos de tiro durante el tendido. Para los cables tripolares los esfuerzos de tracción no deben sobrepasar 4 daN/mm² de sección del conductor, si es de cobre o 2,4 daN/mm² de sección del conductor si es aluminio, considerando la sección del conductor que soporta efectivamente el esfuerzo de tracción. Para cables unipolares estos valores pueden aumentarse en un 25% (valor x 1,25).
 - Por otro lado, en ningún caso el esfuerzo total en el cable debe sobrepasar:
 - 2.500 daN en cables unipolares.
 - 3.000 daN en cables multipolares.

La máxima tracción admisible en tramos con curvas es: $450 \times R$ daN.

- Tendido de tubos. En ambos extremos de las canalizaciones entubadas, a ejecutar en todos los cruces de caminos se instalarán arquetas de registro en ambos extremos de la canalización



entubada. En estos casos, para reducir el esfuerzo de tiro, se utilizarán rodillos a la entrada y a la salida de los tubos. Los rodillos se colocarán elevados respecto al tubo para evitar el rozamiento entre cable y tubo.

- Temperaturas bajas. Cuando la temperatura ambiente sea inferior a 0°C no se permitirá hacer el tendido del cable.
 - Estanqueidad de los extremos del cable. En ningún caso se dejarán los extremos del cable en la zanja sin haber asegurado antes una buena estanqueidad de estos. Lo mismo es aplicable al extremo de cable que haya quedado en la bobina.
 - Solape entre cables para confeccionar los empalmes. Cuando dos cables que se canalicen vayan a ser empalmados, se solaparán al menos en una longitud de 0,50 m. Cuando el tendido se haya efectuado por medios mecánicos se cortará 1 m del extremo del cable, ya que, al haber sido sometido a mayor esfuerzo, puede presentar desplazamiento de la cubierta en relación con el resto del cable.
- Tendido en zanja. Antes de proceder al tendido del cable se recorrerán detenidamente las zanjas y se comprobarán los siguientes puntos:
 - La entrada del cable a la zanja debe hacerse con una pendiente suave.
 - El suelo de la zanja que va a recibir el cable debe ser liso, estar libre de aristas vivas, cantos, piedras, etc. y disponer de un lecho de mínimo 6 cm de arena.
 - A lo largo de la zanja debe haber rodillos dispuestos cada 3-6 m, contruidos de forma que puedan girar libremente, tengan una base suficiente para no volcar y no puedan dañar al cable. A la salida de la bobina se debe colocar un rodillo de mayor anchura para abarcar las distintas posiciones del cable a lo ancho de la bobina. Deberá tenerse especial cuidado en la posición de los rodillos en todas las curvas en las que se dispondrán algunos rodillos verticalmente para evitar que el cable se ciña al borde de la zanja.
 - Los bordes de la zanja, así como los montones de tierra cercanos a los mismos, deberán estar libres de piedras, cantos u objetos que puedan caer al fondo de la zanja.
 - Agrupación de ternas. Se colocará una sujeción tipo abrazadera cada 1 m, envolviendo las tres fases de M.T. de forma que queden agrupadas y las mantenga unidas.
 - No se dejará nunca el cable tendido en una zanja abierta hasta el día siguiente sin haber tomado antes la precaución de cubrirlo por lo menos con una capa de 0,08 m de arena fina y con la protección de placas de PE.
 - A mano. Cuando los cables se tiendan a mano, los operarios estarán distribuidos de manera uniforme a lo largo de la zanja. Habrá operarios en la entrada del cable a la zanja, en las curvas y en las entradas y salidas de canalizaciones. En la bobina habrá un operario que se ocupará exclusivamente del frenado de la misma cuando tome demasiada velocidad y uno o dos más se cuidarán de que todas las precauciones se realicen



correctamente. Otro operario irá siguiendo el extremo del cable por si aparece alguna dificultad. La parada intempestiva del cable se anunciará mediante silbatos, timbres u otro medio de comunicación eficiente.

- Con medios mecánicos. Cuando los cables se tiendan mediante abrazaderas, tirando del extremo del cable al que se le haya adaptado una manga de arrastre o cabeza apropiada, el esfuerzo de tracción por milímetro cuadrado del conductor no debe sobrepasar el indicado por el fabricante de este. Será imprescindible la colocación de dinamómetros para medir dicha tracción. En el tendido mecánico deberán utilizarse sistemas de vigilancia y aviso, de forma que el operador del cabrestante pueda responder inmediatamente a la necesidad de cualquier parada intempestiva. Debe existir también un sistema de comunicaciones eficiente entre el director de obra, sus ayudantes y el personal que controla el frenado de la bobina.
- Tendido en tubo. Los diámetros de los tubos y sus características serán los descritos en su apartado correspondiente. Antes de iniciar la instalación del cable hay que limpiar el tubo asegurándose de que no hay cantos vivos ni aristas, de que los distintos tubos están adecuadamente alineados y de que no existen taponamientos. Durante el tendido hay que proteger el cable de las bocas del tubo para evitar daños en la cubierta. Se colocará un rodillo a la entrada del tubo, que conduzca el cable por el centro del mismo, y se colocará un segundo rodillo a la salida del tubo de forma que se obligue el cable a salir por la parte media de la boca sin apoyarse sobre el borde inferior de la misma. Una vez instalado el cable deben taparse las bocas de los tubos para evitar la entrada de gases y roedores. Previamente, se protegerá la parte correspondiente de la cubierta del cable con yute, arpillera alquitranada, trapos, etc., y se tapanán las bocas con mortero pobre, lechada espumas etc., que sea fácil de eliminar y no esté en contacto con la cubierta del cable.
- Disposición de los cables. En las canalizaciones eléctricas existirán varios circuitos próximos de cables unipolares en capa. El orden de fases en una canalización en un mismo nivel será de la siguiente forma:

S S S
TR RT TR

- Puesta a tierra. Todas las pantallas de los cables en Media Tensión deben ser puestas a tierra al menos en los extremos de cada cable. Si los cables son unipolares, o las pantallas están aisladas, la puesta a tierra puede realizarse en un solo extremo y en conexión con el empalme se adoptarán protecciones contra la tensión de contacto de las pantallas del cable.
- Ensayos y pruebas de las pantallas de los conductores. Las verificaciones y ensayos a realizar en los cables antes de su puesta en servicio serán los siguientes:



- Medida de la resistencia de aislamiento.
- Comprobación de continuidad y orden de fases.
- Ensayo de rigidez dieléctrica.

Las verificaciones y ensayos se llevarán a cabo una vez concluida la instalación del cable y de sus accesorios.

Medición y Abono

En el precio se considerarán incluidos todos los medios necesarios para su instalación definitiva: mano de obra, medios auxiliares, suministro instalación, pruebas, etc.

Las unidades previstas de medición son las siguientes:

- Cableado MT: Suministro y montaje de circuito de media tensión, compuesto por cable de aislamiento totalmente instalado.
- Puente interconexión MT trafo-protección de trafo: Interconexión entre celda de protección y transformador, en media tensión formado por circuito trifásico, tendido desde cabina de protección de transformadores hasta bornas de alta tensión de transformador. Totalmente peinado e identificado, incluido el suministro, realización e instalación.
- Puente interconexión BT trafo-cuadro general BT: Suministro e instalación de puente de interconexión en baja tensión formado por circuito trifásico, tendido desde bornas de baja tensión de transformador hasta cuadro repartidor de baja tensión. Totalmente peinado e identificado.
- Cableado MT: Suministro y montaje de circuito de MT.

4.4.2.3. Accesorios

Los empalmes y terminales serán adecuados a la naturaleza, composición y sección de los cables, y no deberán aumentar la resistencia eléctrica de éstos. Los terminales deberán ser, asimismo, adecuados a las características ambientales (interior, exterior, contaminación, etc.).

Los terminales se montarán en el extremo de un cable para garantizar la unión eléctrica con otras partes de una red y mantener el aislamiento hasta el punto de conexión.

Los empalmes deberán garantizar la conexión eléctrica entre dos cables para formar un circuito continuo e incluirán la unión metálica para dar continuidad a la pantalla del cable, en su caso.

Las características de los accesorios no especificadas en este pliego serán las indicadas en la norma UNE-EN 61210.



Características Constructivas: La reconstitución del aislamiento, pantallas y cubiertas se realizará de acuerdo con la técnica de fabricación correspondiente al diseño. El fabricante indicará las características de los materiales usados para la confección de empalmes o terminales, así como sus verificaciones y ensayos.

Los materiales especificados serán adecuados para su empleo, y no serán afectados por el contacto con otros materiales utilizados en la confección del terminal o empalme ni aumentarán la velocidad de corrosión de cualquier metal con el que puedan entrar en contacto.

Los elementos a colocar sobre el aislamiento del cable tendrán condiciones adecuadas para adaptarse totalmente a éste, evitando oclusiones de aire.

Los terminales y empalmes deberán sellar totalmente, tanto el cable como el conductor.

No se admitirá que el aislamiento y la cubierta estén formados por cintas o materiales cuya forma y dimensiones dependan de la habilidad del operario. Además, sólo se aceptarán éstas como elementos de sellado, cierre o relleno, debiendo ser de características autosoldable y antisurco.

La toma de tierra de los terminales, así como en su caso, el manguito de unión de pantallas metálicas será de cobre estañado para ser engastados por compresión. La pieza de toma de tierra y manguito se suministrará como parte integrante del accesorio.

En los empalmes se mantendrá la continuidad de la pantalla metálica, por medio de conexiones adecuadas que garanticen la perfecta conexión eléctrica, así como el apantallamiento total del empalme.

Estas conexiones deberán soportar corrientes de cortocircuito no inferiores a las específicas para las pantallas de los cables que forman el empalme.

Los empalmes serán confeccionados de tal forma, que estén contenidos en una sola envolvente, una por fase, quedando todas las conexiones en el interior.

Los terminales enchufables se acoplarán a los transformadores de distribución o a las funciones de protección o de línea de las celdas prefabricadas con dieléctrico SF6, a través de las superficies de acoplamiento indicadas en las normas UNE-EN 50180 y UNE-EN 50181, respectivamente.

Todos los terminales enchufables serán apantallados. La intensidad asignada de los terminales enchufables es 630 A, que será la intensidad admisible del correspondiente pasatapas.

Marcas y formas de suministro: Los terminales y empalmes llevarán inscritas, de forma legible e indeleble, las marcas siguientes: Nombre o marca de identificación del fabricante y Año de fabricación (dos últimas cifras).



Además de las marcas anteriores, cada elemento constitutivo del conjunto deberá llevar una referencia del fabricante que permita, en todo momento, la identificación de cada una de las piezas que lo constituyen. Si esto no fuese posible, la identificación de cada pieza puede ir marcada en su envase, siempre que dicho envase contenga solamente una pieza.

Una vez finalizado el montaje del accesorio deberá poderse identificar perfectamente la marca y/o nombre del fabricante y el año de fabricación.

En el embalaje de los accesorios, deberá incluirse las instrucciones detalladas de montaje en castellano y la relación de los elementos constitutivos del accesorio.

Los accesorios que contengan productos químicos auxiliares deberán llevar marcados los envases con la denominación de su contenido. En el caso de productos tóxicos, su denominación responderá a lo especificado para este tipo de productos en el RD 363/1.995.

Ejecución de las obras: La ejecución de empalmes o uniones serán realizadas siguiendo las instrucciones que aporte el fabricante de cada accesorio. El número de empalmes será el menor número de ellos posibles. El Contratista someterá a la Dirección de Obra la hoja de tendido para su aceptación o rechazo.

En el caso de empalmes se deberá hacer constar por escrito la ubicación descriptiva del empalme para una posterior localización del mismo, incluyendo coordenadas UTM de su localización.

Ensayos y Pruebas

Los empalmes a instalar deberán estar completamente probados en fábrica, y serán de acuerdo a la norma UNE-HD 629.1 y UNE-EN 61442 en cuanto a ensayos de calidad.

Medición y Abono

Las unidades previstas de medición son las siguientes:

- Terminal MT: Suministro y montaje de terminal enchufable de conexión. Totalmente instalado.

4.4.3. Red de Tierras

Como es preceptivo, y para evitar tensiones de paso y de contacto peligrosas, y al objeto de mantener los valores de éstas dentro de los límites admitidos por el Reglamento de Alta Tensión (ITC-RAT 13), todos los elementos metálicos deberán estar conectados a la Red de Tierras de la Planta Fotovoltaica, la cual debe disponer de una malla de puesta a tierra a la que se conecten.



Todas las masas de la Instalación Fotovoltaica, tanto de la instalación en corriente continua como de las de alterna, estarán conectadas a una única tierra. Esta tierra será independiente de la del neutro del transformador, de acuerdo con el Reglamento de Baja Tensión.

Materiales

Se dispondrán las siguientes puestas a tierras interconectadas:

- Red de tierras general que discurrirá por las canalizaciones subterráneas de BT, MT y sistema de seguridad.
- Puesta a tierra del módulo fotovoltaico, por contacto directo de los marcos de los módulos a la estructura soporte.
- Puesta a tierra de la estructura de soporte mediante la conexión de la hinca (cimentación) extrema de cada fila con la red de tierras general mediante latiguillos de cobre aislado de 35 mm² de sección. Todas las mesas de una misma fila se interconectarán mediante latiguillos de cobre aislado de 16 mm².
- Conexión a tierra de las cajas de concentración (o string boxes), mediante latiguillos de cobre aislado de 16 mm² de sección.
- Red de tierras exterior a cada uno de los centros de transformación, formada por un anillo de conductor de cobre desnudo de 35 mm² y picas en sus extremos, unido a una caja de seccionamiento. A ésta se interconectará la red general de tierras antes descrita así con la red de tierras de todas las partes metálicas de los equipos (inversor, transformador, celdas, cuadro de BT) que se ubicarán en el interior de los centros de transformación.

Las picas verticales serán barras de cobre o de acero de 14 mm de diámetro como mínimo; las barras de acero tienen que estar recubiertas de una capa protectora exterior de cobre o de acuerdo con la Norma UTE 3.90.01. Las longitudes mínimas de estos electrodos no serán inferiores a 2 m.

Los electrodos enterrados horizontalmente, según el artículo 8.2.3 del capítulo XXII del reglamento de baja tensión, deben estar enterrados a una profundidad que impida sean afectados por las labores del terreno y por las heladas y nunca a menos de 50 cm.

Ejecución

Todas las soldaduras serán de tipo aluminotérmico y se realizarán de acuerdo con las instrucciones de los fabricantes especializados. Las soldaduras entre pletinas serán de tipo aluminotérmico u oxiacetilénico. En ningún caso se admitirán soldaduras con coqueas, fisuras, derrames o cualquier otro fallo.



Para la realización de las soldaduras aluminotérmicas se emplearán moldes, los cuales se secarán antes de obtener la primera soldadura con ellos, y después se conservarán en un lugar seco. El secado se realizará por llama, o encendido en ellos de un cartucho sin efectuar soldadura.

Los moldes se usarán un número de veces que no sobrepase el 80% del máximo recomendado por el fabricante, y siempre que no hayan sufrido daños en su geometría.

Antes de efectuar las soldaduras se limpiarán cuidadosamente los conductores a unir, con lima o cepillo de acero.

Aquellos conductores que hubieran sido tratados con aceite o grasas deberán desengrasarse previamente con un desengrasante adecuado.

Los conductores mojados deben secarse preferentemente con alcohol o soplete, teniendo en cuenta que la humedad puede producir soldaduras porosas, que serían rechazadas.

La conexión con pletina de cable de Cu en derivación en T, en ángulo de 90º, en cruz o empalme recto, mediante soldadura, incluye el suministro de equipos o moldes adecuados, cartuchos, corte, limpieza de superficies de contacto, preparación de la pletina o del cable, precalentado del molde previo a la iniciación de las soldaduras y, en general, la realización de todas las operaciones necesarias para la ejecución de la conexión.

Medición y Abono

Las unidades previstas de medición en este capítulo son las siguientes:

- Suministro y tendido de la red de tierras de la instalación y tendido en zanja.
- Puesta a tierra de la estructura de soporte de los módulos unida a la red de tierras general de la instalación.
- Suministro, montaje y ejecución de la red de puesta a tierra del centro de transformación, conectándose a dicha red las partes metálicas de la instalación que no estén en tensión normalmente pero que puedan estarlo como consecuencia de averías o causas fortuitas, tales como los chasis y bastidores de equipos y cuadros, etc. Se conectará a la red exterior mediante caja de puente de comprobación totalmente instalada.
- Suministro y montaje de arqueta de polipropileno para comprobación de la red de PAT de la instalación, incluyendo la excavación y transporte de tierras a vertedero, así como el suministro y montaje del puente de pruebas.
- Suministro, tendido y conexionado de la puesta a tierra de los equipos de seguridad.
- Puesta a tierra de las cajas de concentración unidas a la red de tierras general a través de latiguillo conectado a la estructura de soporte.



4.5. Sistema de Monitorización y Control

El sistema de monitorización de la Planta será el encargado de adquirir los datos de campo, visualizarlos y almacenarlos, además estará comunicado con el Sistema de Control de Planta, de manera que se pueda llevar a cabo una monitorización y gestión integral de la misma.

El Sistema de Control principal estará instalado en el Edificio de Control y será accesible de remoto.

Ejecución

En cada centro de transformación se instalará un cuadro de control, así como en el centro de control. Todos los inversores estarán integrados en una red de comunicaciones común.

En el cuadro de control se aloja el hardware de adquisición de datos al cual se cablearán las señales analógicas de los transformadores de corriente continua.

Respecto a la instalación de MT, al mismo cuadro de control se cablearán los contactos libres de potencial que indican estado (abierto-cerrado) en las celdas de línea, estado (abierto-cerrado) en la celda de protección, fusión de fusible de la celda de protección y alarma por temperatura en el transformador de potencia.

La red de comunicación mediante la cual se conectan los inversores y el cuadro de control permitirá transmitir al puesto central de control la información adquirida por el sistema de adquisición y también la información propia de los inversores, como las tensiones Vcc, tensiones compuestas e intensidades de fase en la parte de corriente alterna, potencias (en continua y en alterna), factor de potencia, frecuencia, temperatura de los puentes, temperatura ambiente y las siguientes alarmas:

- Fallo tensión de red.
- Fallo frecuencia de red.
- Fusión fusible de alterna o de continua.
- Error en secuencia de fases.
- Derivación en paneles.
- Actuación de protecciones internas.
- Alarma de isla.
- Sobretemperatura.
- Paro de emergencia.
- Disyuntor de extractor abierto.
- Temperatura ambiente excesiva, fallo de comunicación interna.



En el Centro de Seccionamiento también se dispondrá de un cuadro de control en el que se alojará el autómatas programable principal del sistema (concentrador). Dicho autómatas constituye también el sistema de adquisición de datos para la instalación de MT correspondiente, es decir, a él se cablearán los contactos libres de potencial que indican estado (abierto-cerrado) en la celda de protección.

Medición y Abono

Las unidades previstas de medición en este capítulo son las siguientes:

- Suministro, tendido y conexionado de cable de comunicaciones. incluye elementos de hardware necesarios para evitar atenuaciones de señal o disminución de rendimiento en la red, además de cajas terminales, incluyendo tendido bajo tubo.
- Conexionado de fibra óptica.
- Suministro e instalación de datalogger.
- Suministro, instalación y conexionado de armarios de control en cada centro de transformación (totalmente equipado).
- Suministro e instalación de transformador de corriente continua toroidal.
- Suministro e instalación transformador de intensidad.
- Suministro, instalación y conexión switch gestionable.
- Suministro, instalación y conexión de conversor IP-serie, dispositivo capaz de cambiar de medio de transmisión de datos bus serie RS-485 a ethernet y de cambiar de protocolo modus RTU a TCP/IP.
- Suministro, instalación y conexionado de convertidor analógico/ethernet.
- Suministro y montaje de un servidor para el parque fotovoltaico, incluida licencia del sistema operativo (totalmente instalado).
- Suministro e instalación de sistema de gestión de planta fotovoltaica, unidad central de control.



4.6. Estación Meteorológica

Se instalarán estaciones meteorológicas, en cantidades requeridas según Proyecto, para realizar los análisis de los datos de radiación, temperatura, viento, etc. oportunos en el emplazamiento de la Planta.

Cada estación se compondrá del mástil, y estructura de soporte necesaria, los equipos de medición, el sistema de control y SCADA y el suministro de energía necesario del que se deberá disponer uno principal (desde el centro de control) y otro secundario (paneles solares).

El mástil será diseñado para soportar los esfuerzos del viento que puedan darse en su emplazamiento. Se instalará sobre zapata de hormigón armado.

Ejecución

Además, dispondrá de un sistema de protección contra descargas atmosféricas. El pararrayos se conectará a una pica de puesta a tierra, separada de la instalación de puesta a tierra de la torre.

Se suministrará un armario eléctrico de intemperie que se instalará sobre la zapata de la torre, en el que se realizarán todas las conexiones eléctricas.

En el armario eléctrico se deberán realizar las siguientes conexiones:

- Alimentación trifásica en 400 V desde el centro de control.
- Red de fibra óptica del parque fotovoltaico.
- Red de tierras del parque fotovoltaico.
- Conexión de todos los sensores de la torre.

La alimentación principal será realizada desde el cuadro de servicios auxiliares del centro de control. Esta alimentación principal contará además con un Sistema de Alimentación Ininterrumpida (SAI), instalado en el armario eléctrico intemperie de la torre meteorológica, para el caso de fallo de la alimentación desde el centro de control.

Se dispondrá además un panel solar de potencia adecuada como alimentación secundaria de la torre meteorológica.

Medición y Abono

Las unidades previstas de medición en este capítulo son las siguientes:

- Piranómetros: piranómetro termoelectrico estándar secundario, según ISO 9060 (el de más alta calidad).
- Soporte para piranómetros: soporte para piranómetro, para montaje sobre mástil vertical mediante abrazaderas.
- Célula calibrada de silicio monocristalino para medida de radiación solar, compensadas con la temperatura.
- Sonda para medir temperatura del módulo.
- Cable de interconexión de la sonda de temperatura de superficies planas con el datalogger.
- Anemómetro y veleta: conjunto anemómetro de cazoletas y veleta, con brazo soporte.
- Termohigrómetro: sensor combinado de temperatura ambiente y humedad relativa del aire.
- Protector de radiación solar con ventilación natural para sensores de temperatura y humedad relativa.



- Datalogger y equipo de comunicación: datalogger con display y equipo de comunicaciones ethernet.
- Torreta y mástil soporte para sensores: torreta de celosía y mástil tubular horizontal para la instalación de sensores de radiación solar, pedestal para fijar o embutir en basamento de hormigón y otros accesorios de montaje.
- Visualizador y teclado frontal, con teclado integrado montado sobre una puerta frontal interior.
- Receptor GPS: GPS con antena y cable de conexión, para sincronización exacta del reloj interno de la estación.
- Paquete de software para instalación en el ordenador central (con sistema operativo Windows) para el procesamiento y almacenamiento de los datos recibidos de la estación meteorológica.
- Panel solar y su estructura soporte para la recarga de las baterías internas de la estación.
- Adaptador de sensores.
- Juego de cables de interconexión para el enlace de los sensores a la estación, recarga externa y comunicaciones.
- Obra civil: cimentación de torreta, rompimientos, reposiciones, etc.
- Trabajos de instalación y puesta en marcha: instalación y puesta en marcha del sistema completo en la ubicación definida por la Propiedad.

4.7. Sistema de Seguridad

El sistema de seguridad está compuesto básicamente por equipos de detección perimetral (cámaras de detección de movimiento), por un circuito cerrado de televisión (CCTV), un equipo de grabación y transmisión de vídeo y un sistema de control de acceso.

Ejecución

En la ejecución de las instalaciones se prestará especial atención a la hora de realizar el cableado y la ubicación de los equipos que componen el sistema de seguridad.

Se procurará, en la medida de lo posible que el cableado discurra por zonas no visibles y protegidas por los propios elementos de la instalación, para así evitar posibles intentos de sabotaje del mismo.

Control

Se comprobará que la instalación se corresponde con la definida en el Proyecto.

Se realizará una inspección visual para comprobar que todo el perímetro que rodea a las instalaciones FV está vallado.



La puerta será de apertura automática y dotada de teleportero que permita su operación desde la consola de control del sistema de seguridad.

Se comprobará desde el centro de control o de vigilancia de la Planta que cualquier intrusión en los recintos donde se ubican las instalaciones de la misma Planta, será detectado y grabado convenientemente tanto de día como de noche además de producir una alarma que permita al personal de vigilancia actuar convenientemente. Para ello:

- Se provocará el disparo de todas las alarmas.
- Se comprobará el correcto funcionamiento diurno y nocturno de las cámaras, así como de su localización en todo el perímetro de la instalación.
- En el caso de existir domos, se comprobará su correcta configuración y direccionamiento en caso de alarma.
- Se comprobará el correcto funcionamiento del sistema de detección de intrusiones (detección de movimiento por análisis de imagen o similar).
- Se comprobará el funcionamiento de equipo de grabación y demás equipamiento auxiliar.
- Se comprobará que no existe ningún elemento externo que afecte o pueda llegar a afectar al funcionamiento o funcionalidad del sistema de seguridad.
- Se comprobará la posibilidad de operar el sistema remotamente, desde CRA o similar.

El sistema de seguridad será aceptado si:

- Cumple especificaciones contractuales.
- Las cámaras aportan una adecuada visión de todo el perímetro, tanto de día como de noche.
- Se activan todas las alarmas.
- Funcionan todos los equipos auxiliares.
- No existen elementos externos que afecten o puedan llegar a afectar al funcionamiento o funcionalidad del sistema de seguridad salvo causas ajenas al Contratista no previstas durante el transcurso normal de la construcción de la planta.

Medición y Abono

Las unidades previstas de medición en este capítulo son las siguientes:

- Cámara de detección de movimiento: suministro e instalación de cámara de detección de movimiento, fija día/noche.
- Cámara IP exterior domo motorizada, incluida carcasa: suministro e instalación cámara domo de detección de movimiento y activación de alarma.
- Videograbador: suministro e instalación de videograbador de imágenes.



- Equipo servidor procesador de imágenes: suministro e instalación de pc para gestión de alarmas, incluida licencia.
- Software de control de alarmas: suministro e instalación de software de control de alarmas para pc, incluida licencia de usuario.
- Armario rack.
- Suministro e instalación de sistema de alimentación ininterrumpida (SAI) para equipos del sistema de seguridad.
- Foco iluminación infrarroja tipo led.
- Suministro e instalación de báculo troncocónico colocación de cámaras y focos infrarrojos.
- Suministro y montaje de soporte para fijar a pared una cámara domo.
- Suministro e instalación de armario de exteriores autoventilado permite alojar en su interior el equipamiento de fibra óptica, así como la electrónica de red de fibra óptica correspondiente.
- Suministro e instalación de manguera de fibra óptica para distribución.
- Suministro e instalación de partida para conexiones de fibra óptica. Incluye conectores, latiguillos, etc. Incluye realización de pruebas.
- Suministro, tendido y conexión de manguera para alimentación de equipos. Incluye realización de pruebas.
- Suministro e instalación de cable trenzado y apantallado para telemetría de domo. Incluye realización de pruebas.
- Suministro e instalación de cable para transmisión de señal de video y alimentación. Incluye realización de pruebas.
- Suministro, tendido y conexión de cable ethernet, incluidos conectores. Incluye realización de pruebas.
- Sistema de control de acceso instalado en la puerta de entrada a la instalación fotovoltaica, consistente en lectores de proximidad que indicarán al sistema la llegada y el abandono de la planta fotovoltaica.
- Pruebas y puesta en marcha del sistema de seguridad en obra, incluyendo formación a usuario.



MEDICIONES Y PRESUPUESTO

**Instalación Solar Fotovoltaica con Conexión a la
Red en Villa de Otura (Granada), España**

PSFV Campos de Granada III

Potencia Instalada Total: 4,99 MWp

Situación

(T.M. Villa de Otura - España)

441330.00 m E

4104004.00 m N

UTM Huso 30



1. PRESUPUESTO

| Código | Capítulo | Ud | Descripción | CanPres | PrPres (€/Ud) | ImpPres |
|------------|--|----|--|---------------|---------------|-----------------------|
| 1 | Estudios e Ingenierías | | | | | 35.600,00 € |
| | | ud | Ingeniería de detalle | 1,00 | 35.600,00 € | 35.600,00 € |
| 2 | Suministro de Equipos Principales | | | | | 1.593.280,00 € |
| | | Wp | Módulos. Suministro de módulos tipo monocristalinos, potencia 570 Wp, fabricante Jinko o similar. | 4.979.000,000 | 0,20 € | 995.800,00 € |
| | | Wp | Inversores Centrales. Suministro de inversores tipo central, del fabricante español Ingeteam, cada uno con una potencia de 1.689 kVA @30°C (1.520 kVA @50°C). Incluye centro de transformación MSK de hasta 5,379 MVA @30°C. | 4.979.000,000 | 0,04 € | 199.160,00 € |
| | | Wp | Seguidores. Seguidores tipo 1 eje N-S, configuración 2Vx26, fabricante Soltec o similar. | 4.979.000,000 | 0,08 € | 398.320,00 € |
| 3 | Obra Civil | | | | | 179.876,53 € |
| 3.1 | Viales de acceso | | | | | |
| | | ml | Caminos de acceso | 103,25 | 47,69 € | 4.923,99 € |
| 3.2 | Viales internos | | | | | |
| | | ml | Caminos internos | 1.351,01 | 34,77 € | 46.974,62 € |
| 3.3 | Acondicionamiento del terreno | | | | | |
| | | ha | Acondicionamiento del terreno. Desbroce y destocoado de la superficie de actuación con medios mecánicos, con carga y transporte a vertedero dentro de la parcela de los productos sobrantes para acopio temporal y posterior uso de la tierra vegetal dentro de la parcela | 7,93 | 1.313,52 € | 10.416,21 € |
| | | m³ | Excavaciones del terreno / Movimiento de tierra. Incluye Desmante en terreno blando con medios mecánicos, carga sobre camión y transporte a zona de extendido dentro de la obra, y Terraplen con extendido, regado y compactado al 95% del P.M. con material procedente de la excavación. Medido sobre perfil teórico. | 12,35 | 3,94 € | 48,66 € |
| | | Ud | Demolición de Edificaciones existentes en el emplazamiento | | 25.000,00 € | - € |



| 3.4 Centro de transformación (CTs) | | | | |
|------------------------------------|---|----------|------------|-------------|
| ud | Cimentación CTs. Realización in situ de cimentación para los centros de transformación. Se incluye excavación, señalización, retirada de tierras sobrantes a vertedero autorizado. | 1,00 | 5.791,36 € | 5.791,36 € |
| 3.5 Hincas de seguidores | | | | |
| ud | Hincado directo. Suministro e instalación de hincas con instalación directa en el terreno mediante hincapostes. | 1.176,00 | 38,83 € | 45.664,08 € |
| 3.6 Canalizaciones enterradas | | | | |
| ml | Canalización enterrada para Baja Tensión , para cableado solar y CC, dimensiones 1200x1100mm (ancho x profundo). Excavación a realizar por medios mecánicos incluyendo relleno, capa de arena de limpieza de espesor 600mm, suministro y colocación de tubo tipo PEAD de diámetro 63mm, cinta señalizadora, capa de arena final y compactación. Incluso retirada de tierra sobrante a vertedero, embocado en arquetas y edificios, pp de albañilería, pequeño material y todo incluido de acuerdo a pliego de condiciones y planos. | 1.444,90 | 13,66 € | 19.737,33 € |
| ml | Canalización enterrada para Media Tensión dentro de las parcelas , para cables de conexión entre CTs y subestación o centro de seccionamiento, dimensiones 550x1300mm (ancho x profundo). Excavación a realizar por medios mecánicos incluyendo relleno, capa de arena de limpieza de espesor 700mm, capa de tierra procedente de la excavación de espesor 600mm, suministro y colocación de cinta señalizadora, capa de tierra procedente la excavación final de espesor de 200mm y compactación. Incluso retirada de tierra sobrante a vertedero, embocado en arquetas y edificios, pp de albañilería, pequeño material y todo incluido de acuerdo a pliego de condiciones y planos. | 360,00 | 18,55 € | 6.678,00 € |



| | | | | | |
|-------------|--|---|----------|--------------|---------------------|
| | ml | Canalización enterrada con refuerzo de hormigón para cruces (caminos, arroyos, etc.). Excavación de 1,3 m de profundidad 0,55 m de anchura. Excavación realizada por medios mecánicos, enterrados bajo tubo, relleno con hormigón en masa HM100, colocación de cinta de señalización antes de la capa de terminación. Capa de terminación superficial. Incluso retirada de tierras sobrantes a vertedero autorizado. Incluso embocado en arquetas y edificio de centro de transformación. Incluso pp de ayudas de albañilería y material auxiliar. | 16,00 | 27,93 € | 446,88 € |
| 3.7 | Vallado Perimetral | | | | |
| | ud | Cimentación Vallado Perimetral. Incluye la cimentación de todos los postes que componen el vallado de la planta. | 420,00 | 70,63 € | 29.664,60 € |
| 3.8 | Centro de Seccionamiento | | | | |
| | ud | Centro de seccionamiento. Incluye la cimentación del centro de seccionamiento que alberga las celdas de protección y de línea y de donde sale la línea de evacuación de la planta. | - | 5.791,36 € | - € |
| 3.9 | Edificio de Control y Almacén O&M | | | | |
| | ud | Edificio de Control, Operación y Mantenimiento, y Almacén Repuestos. Instalación completa del edificio de control y almacén de repuestos. Incluye cimentaciones, servicios sanitarios, etc. de acuerdo al pliego de condiciones del proyecto. | | 140.596,00 € | - € |
| 3.10 | Sistema de Drenaje | | | | |
| | ml | Cuneta. Ejecución de cuneta triangular formada por la excavación y reperfilado de cuneta de 1.50 metros de ancho y 50 cm, con transporte del material sobrante de la excavación a vertedero. | 1.351,01 | 6,63 € | 8.957,20 € |
| | ml | Obra de Drenaje Transversal (ODT) para permitir el cruce de caminos y las ramblas/cauces existentes. Tubo de Hormigón armado prefabricado de diámetro nominal 600 mm, clase 90, colocado bajo acceso para continuidad de cuneta, incluso excavación, colocación y relleno con el material seleccionado necesario para su correcto arriñonamiento, totalmente terminado. | 10,00 | 57,36 € | 573,60 € |
| 4 | Suministro y Montaje Mecánico | | | | 300.007,81 € |



| | | | | |
|------------|---|--------------|-------------|--------------------|
| ud | Instalación de oficinas y acceso a obra. Incluye accesos, vallado, servicios higiénicos, locales de descanso o alojamiento y comedores, primeros auxilios y señalización. | 1,00 | 60.208,90 € | 60.208,90 € |
| ml | Vallado Perimetral. Suministro, instalación y montaje del vallado. Incluye instalación de la malla metálica en los postes previamente cimentados. | 1.258,10 | 14,73 € | 18.531,81 € |
| ud | Puerta de acceso. Suministro y montaje de la puerta de acceso de la planta. | 1,00 | 5.229,96 € | 5.229,96 € |
| Wp | Seguidores. Montaje de seguidores de 1 eje según manual de instalación del fabricante. | 4.979.000,00 | 0,02 € | 99.580,00 € |
| Wp | Módulos FV. Instalación de los módulos fotovoltaicos en los seguidores. | 4.979.000,00 | 0,01 € | 49.790,00 € |
| ud | Cajas de conexión. Suministro e instalación de cajas de conexión de cables strings. Incluyen protecciones contra contactos directos, sobretensiones, fusibles, y sistema de monitorización. | 30,00 | 1.304,28 € | 39.128,40 € |
| ud | Centros de Transformación. Montaje y ensamblaje de CTs. Incluye instalación de inversores, trafo, celdas de media tensión, protecciones y servicios auxiliares. | 1,00 | 27.538,74 € | 27.538,74 € |
| ud | Centro de Seccionamiento. Suministro, montaje y ensamblaje del centro de seccionamiento. Incluye instalación de celdas de media tensión, protecciones y servicios auxiliares. | - | 76.029,00 € | - € |
| 5 | Suministro y Montaje Eléctrico | | | 57.459,93 € |
| 5.1 | Instalación de Baja Tensión (CC) | | | 45.481,12 € |
| ml | Cable Solar 6 mm2 tipo PV ZZ-F o similar, de cobre y 1,5 kV, para conexión de los strings y las cajas de agrupación. Suministro, instalación y conexión incluido terminales, conectores MC4, y pequeño material. | 14.926,48 | 1,51 € | 22.538,98 € |
| ml | Cable baja tensión 185 mm2 tipo XZ1-AL o similar, de aluminio y 1,5 kV, para conexión de las cajas de agrupación a los inversores. Suministro, instalación y conexión, incluido terminales de conexión y pequeño material. | | 1,65 € | - € |



| | | | | |
|---|---|----------|---------|-------------------|
| ml | Cable baja tensión 240 mm2 tipo XZ1-AL o similar, de aluminio y 1,5 kV, para conexión de las cajas de agrupación a los inversores. Suministro, instalación y conexión, incluido terminales de conexión y pequeño material. | 3.035,76 | 2,12 € | 6.435,81 € |
| ml | Cable baja tensión 300 mm2 tipo XZ1-AL o similar, de aluminio y 1,5 kV, para conexión de las cajas de agrupación a los inversores. Suministro, instalación y conexión, incluido terminales de conexión y pequeño material. | 7.084,26 | 2,33 € | 16.506,33 € |
| 5.2 Instalación de Media Tensión | | | | 6.544,80 € |
| ml | Cable de media tensión 240 mm2 tipo RHZ1-OL o similar, de aluminio y 18/30 kV, para conexión de centro de transformación con centro de seccionamiento o subestación. Suministro, instalación y conexiones incluido terminales, soportes auxiliares y pequeño material. | 1.080,00 | 6,06 € | 6.544,80 € |
| ml | Cable de media tensión 300 mm2 tipo RHZ1-OL o similar, de aluminio y 18/30 kV, para conexión de centro de transformación con centro de seccionamiento o subestación. Suministro, instalación y conexiones incluido terminales, soportes auxiliares y pequeño material. | | 8,30 € | - € |
| ml | Cable de media tensión 400 mm2 tipo RHZ1-OL o similar, de aluminio y 18/30 kV, para conexión de centro de transformación con centro de seccionamiento o subestación. Suministro, instalación y conexiones incluido terminales, soportes auxiliares y pequeño material. | | 9,05 € | - € |
| ml | Cable de media tensión 500 mm2 tipo RHZ1-OL o similar, de aluminio y 18/30 kV, para conexión de centro de transformación con centro de seccionamiento o subestación. Suministro, instalación y conexiones incluido terminales, soportes auxiliares y pequeño material. | | 10,80 € | - € |
| ml | Cable de media tensión 630 mm2 tipo RHZ1-OL o similar, de aluminio y 18/30 kV, para conexión de centro de transformación con centro de seccionamiento o subestación. Suministro, instalación y conexiones incluido terminales, soportes auxiliares y pequeño material. | | 11,90 € | - € |
| 5.3 Instalación Puesta a Tierra | | | | 5.434,01 € |
| ml | Suministro e instalación de circuito de red de tierra compuesto de conductor desnudo de cobre 1x35 mm2 en fondo de zanja | 1.933,81 | 2,81 € | 5.434,01 € |



| | | | | |
|----------|---|--------|-------------|--------------------|
| | normalizada, con empalmes y derivaciones mediante soldadura luminotécnica. | | | |
| 6 | Control y Comunicaciones | | | 90.728,62 € |
| ml | Cable de fibra óptica. Suministro e instalación de cable de Fibra Óptica Monomodo de 12 fibras para transmisión de señales y datos para control, maniobra y automatismos, para la comunicación entre los diferentes centros de transformación y edificio de operación. Incluido todos los elementos auxiliares, cajas de empalmes, conexiones, latiguillos y pequeño material. | 360,00 | 11,33 € | 4.078,80 € |
| ud | Racks de comunicaciones. Rack de comunicaciones, incluye router multifunciones tipo RB2011 o similar, Ethernet switches y módulos de alta velocidad, server y otros pequeños equipos, para la conexión de los centros de transformación con el sistema de control y comunicación central de la planta fotovoltaica. Suministro, instalación y conexiones incluido terminales, latiguillos y pequeño material. | 1,00 | 88,58 € | 88,58 € |
| ud | Sistema SCADA. Suministro e instalación de SCADA para monitorización y control de la planta i/RS485, incluyendo conexión de los equipos mediante cable RS485. | 1,00 | 18.126,24 € | 18.126,24 € |
| ud | Estación meteorológica. Suministro e instalación de sistema de sensores meteorológicos para mediciones de rendimiento. Compuesto por: Báculo de 4 m para sensores, sensor velocidad y dirección de viento, piranómetro secondary standard para medición de GHI, piranómetro secondary standard para medición de radiación en el plano de los módulos FV, sensor de humedad y temperatura ambiente PT100, incluyendo protector de radiación solar, sensor de temperatura de módulos FV. | 1,00 | 36.985,00 € | 36.985,00 € |
| ud | Sistema de control central de planta "Power Plant Controller" o "PPC" para el control centralizado de la planta fotovoltaica e interfaz de comunicación. Suministro, instalación, conexiones, configuración de hardware incluido terminales, armarios, pantallas, teclados, software, pequeño material y todo incluido para su puesta en funcionamiento. | 1,00 | 14.000,00 € | 14.000,00 € |



| | | | | |
|----------|--|----------|-------------|--------------------|
| ud | SAI - Suministro e Instalación de Sistema de Alimentación Ininterrumpida (SAI), marca Endata, Salicru o similar. | 1,00 | 17.450,00 € | 17.450,00 € |
| 7 | Sistema de Seguridad | | | 90.090,84 € |
| ml | Canalización enterrada para cables CCTV dimensiones 450x1000mm (ancho x profundo). Excavación a realizar por medios mecánicos incluyendo relleno, capa de arena de limpieza de espesor 500mm, suministro y colocación de tubo tipo PVC de diámetro 100mm, cinta señalizadora, capa de arena final y compactación. Incluso retirada de tierra sobrante a vertedero, embocado en arquetas y edificios, pp de albañilería, pequeño material y todo incluido de acuerdo a pliego de condiciones y planos. | 1.258,10 | 15,00 € | 18.871,50 € |
| ud | Cimentación de báculos. Cimentación de postes de seguridad realizada en situ según proyecto. | 7,00 | 70,63 € | 494,41 € |
| ud | Poste de seguridad tipo "Comumnas CME", Fabricadas en acero al carbono según Directiva de la Construcción 89/106/CEE y en base a la norma armonizada EN 40-5:2002 y galvanizadas por inmersión en caliente. | 7,00 | 264,83 € | 1.853,81 € |
| ud | Sistema CCTV. Incluye conjunto de regulador, batería, cámaras de videovigilancia infrarrojas, lampara de IR, electrónica de control y envolvente IP 65. | 7,00 | 472,34 € | 3.306,38 € |
| ud | Cuadro de conexión tipo "7/TRP40/PAR", fabricante PARADOX, o similar. | 7,00 | 22,50 € | 157,50 € |
| ml | Cable de fibra óptica tipo Comelnet, monomodo y multimodo hasta OM4, o similar. | 1.258,10 | 1,50 € | 1.887,15 € |
| ml | Cable de alimentación eléctrica 0,6/1kV para alimentar el sistema CCTV. | 2.516,20 | 6,50 € | 16.355,30 € |
| ud | Sistema de control de acceso tipo Digiplex EVO, 192 zonas, hasta 999 usuarios, 32 puertas, comunicación por internet, GPRS, GSM, SMS, Voz, Línea terrestre, o similar. | 1,00 | 26.611,79 € | 26.611,79 € |
| ud | Centro de seguridad local, incluido red de datos de seguridad | 1,00 | 9.804,44 € | 9.804,44 € |
| ud | Repuestos para montaje y puesta en marcha | 1,00 | 4.500,00 € | 4.500,00 € |
| ud | Pruebas en fabrica | 1,00 | 3.000,00 € | 3.000,00 € |





| | | | | | |
|----------|---------------|--|------|-------------|-----------------------|
| | ud | Almacenamiento, embalaje y transporte | 1,00 | 3.248,56 € | 3.248,56 € |
| 8 | Varios | | | | 81.739,92 € |
| | ud | Aspectos Medioambientales | 1,00 | 3.555,94 € | 3.555,94 € |
| | ud | Seguridad y Salud y Gestión de Residuos | 1,00 | 35.590,33 € | 35.590,33 € |
| | ud | Dirección de obra | 1,00 | 35.600,00 € | 35.600,00 € |
| | ud | Pruebas y puesta en marcha | 1,00 | 6.993,65 € | 6.993,65 € |
| | | Total Presupuesto Ejecución Material | | | 2.428.783,66 € |
| | | Presupuesto Ejecución Planta Fotovoltaica | | | |
| | | Presupuesto de Ejecución Material | | | 2.428.783,66 € |
| | | Gastos generales (8%) | | | 194.302,69 € |
| | | Beneficio Industrial (6%) | | | 157.385,18 € |
| | | IVA (21%) | | | 583.899,02 € |
| | | TOTAL Presupuesto Ejecución Planta Fotovoltaica (SIN IVA) | | | 2.780.471,53 € |
| | | TOTAL Presupuesto Ejecución Planta Fotovoltaica (CON IVA) | | | 3.364.370,55 € |

El total del Presupuesto de Ejecución por Contrata del presente proyecto asciende a la cantidad de TRES MILLONES TRESCIENTOS SESENTA Y CUATRO MIL TRESCIENTOS SETENTA EUROS CON CINCUENTA Y CINCO (3.364.370,55 €), I.V.A. incluido.

