



PROYECTO DE EJECUCIÓN  
PLANTA FOTOVOLTAICA “PRADONUEVO”  
DE 3 MW DE POTENCIA  
T.M. VALDEMORO (MADRID)

Marzo 2023

**ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.**

- Los conductores, si van por el suelo, no serán pisados ni se colocarán materiales sobre ellos; al atravesar zonas de paso, estarán protegidos adecuadamente.
- Si existen tramos aéreos, el tensado de conductores se realizará con piezas especiales sobre apoyos.
- En la instalación de alumbrado, estarán separados los circuitos de valla, acceso a zonas de trabajo, escaleras, almacenes, etc.
- Los aparatos portátiles que sea necesario emplear serán estancos al agua y estarán convenientemente aislados.
- Las derivaciones de conexión a máquinas se realizarán con terminales de presión, disponiendo las mismas de mando de marcha y parada.
- Estas derivaciones, al ser portátiles, no estarán sometidas a tracción mecánica que origine su rotura.
- Las lámparas para alumbrado general, caso de emplearse, y sus accesorios se situarán a una distancia mínima de 2,50 m del piso o suelo; las que puedan alcanzarse con facilidad, estarán protegidas con una cubierta resistente.
- Existirá una señalización sencilla y clara a la vez, prohibiendo la entrada a personas no autorizadas a las zonas donde esté instalado el equipo eléctrico, así como el manejo de aparatos eléctricos a personas no designadas para ello.
- Igualmente se darán instrucciones sobre las medidas a adoptar en caso de incendio o accidente de origen eléctrico.
- Se sustituirán inmediatamente las mangueras que presenten algún deterioro en la capa aislante de protección o sean causantes de disparos en las protecciones.
- Cuando por su longitud deban efectuarse empalmes en las tiradas de cable, éstas serán resistentes a tracción mecánica. El embornado y encintado será hecho de forma que se garantice el aislamiento de los conductores y se evite todo tipo de fugas.

#### 1.15.4. PROTECCIONES PERSONALES

- Casco homologado de seguridad, dieléctrico, en su caso.



PROYECTO DE EJECUCIÓN  
PLANTA FOTOVOLTAICA “PRADONUEVO”  
DE 3 MW DE POTENCIA  
T.M. VALDEMORO (MADRID)

Marzo 2023

**ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.**

- Guantes aislantes.
- Pértigas de salvamento, maniobra y de verificación de ausencia de tensión.
- Herramientas manuales, con aislamiento.
- Botas aislantes, chaqueta ignífuga en maniobras eléctricas.
- Tarimas, alfombrillas, pértigas aislantes.

#### **1.15.5. PROTECCIONES COLECTIVAS**

- Se realizará mantenimiento periódico del estado de las mangueras, tomas de tierra, enchufes, cuadros de distribución, etc.
- Los aparatos portátiles eléctricos que sean necesarios emplear, se desconectarán de la red automáticamente si están fuera de control (pulsadores en lugar de interruptores de mando en el mismo aparato).

#### **1.16. MAQUINARIA**

A continuación se refieren los riesgos más frecuentes en el uso de la maquinaria:

##### **1.16.1. CAMIONES CON VOLQUETE, CAJA O PLATAFORMA**

- Choques con elementos fijos de la obra.
- Atropello y aprisionamiento de personas en maniobras y operaciones de mantenimiento.

##### **1.16.2. CAMIÓN GRÚA**

- Rotura del cable o gancho.
- Caída de la carga.
- Electrocutión por defecto de puesta a tierra.
- Caídas en altura de personas, por empuje de la carga.
- Golpes y aplastamientos por la carga.
- Ruina de la máquina por viento, exceso de carga, etc.

	PROYECTO DE EJECUCIÓN <b>PLANTA FOTOVOLTAICA “PRADONUEVO”</b> <b>DE 3 MW DE POTENCIA</b> <b>T.M. VALDEMORO (MADRID)</b>
Marzo 2023	<b>ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.</b>

### **1.16.3. HORMIGONERA**

La práctica totalidad del hormigón que se utilizará en obra será de elaboración en central, transportándose en camión y vertido con bomba en unos casos y cubo con grúa en otros.

- Dermatitis, debido al contacto de la piel con el cemento.
- Neumoconiosis, debido a la aspiración de polvo de cemento.
- Golpes y caídas por falta de señalización de los accesos, en el manejo y circulación de carretillas.
- Atrapamientos por falta de protección de los órganos motores de la hormigonera.
- Contactos eléctricos.
- Rotura de tubería por desgaste y vibraciones.
- Proyección violenta del hormigón a la salida de la tubería.
- Movimientos violentos en el extremo de la tubería.

### **1.17. SOLDADURA**

#### **1.17.1. SOLDADURA ELÉCTRICA**

- Las radiaciones activas son un riesgo inherente de la soldadura eléctrica por arco, y afectan no sólo a los ojos sino a cualquier parte del cuerpo expuesto a ellas. Por ello, el soldador deberá utilizar pantalla o yelmo, manoplas, manguitos, polainas y mandil.
- La alimentación eléctrica al grupo se realizará mediante conexión a través de un cuadro con disyuntor diferencial adecuado al voltaje de suministro.
- Antes de empezar el trabajo de soldadura, es necesario examinar el lugar y prevenir la caída de chispas sobre materias combustibles que puedan dar lugar a un incendio sobre el resto de la obra, con el fin de evitarlo de forma eficaz.



PROYECTO DE EJECUCIÓN  
PLANTA FOTOVOLTAICA “PRADONUEVO”  
DE 3 MW DE POTENCIA  
T.M. VALDEMORO (MADRID)

Marzo 2023

**ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.**

**1.17.2. SOLDADURA AUTÓGENA Y OXICORTE**

- El traslado de botellas se hará siempre con su correspondiente caperuza colocada, para evitar posibles deterioros del grifo, sobre el carro portabotellas.
- Se prohíbe tener las botellas expuestas al sol tanto en el acopio como durante su utilización.
- Las botellas de acetileno deben utilizarse estando en posición vertical. Las de oxígeno pueden estar tumbadas pero procurando que la boca quede algo levantada; para evitar accidentes por confusión de los gases, las botellas se utilizarán en posición vertical.
- Los mecheros irán provistos de válvulas antirretroceso de llama.
- Debe vigilarse la posible existencia de fugas en mangueras, grifos o sopletes, pero sin emplear nunca para ello una llama, sino mechero de chispa.
- Durante la ejecución de un corte hay que tener cuidado de que al desprenderse el trozo cortado no exista posibilidad de que caiga en lugar inadecuado, es decir, sobre personas y/o materiales.
- Al terminar el trabajo, deben cerrarse perfectamente las botellas mediante la llave que a tal efecto poseen, no utilizando herramientas como alicates o tenazas que además de no ser totalmente efectivas, estropean el vástago de cierre.
- Las mangueras se recogerán en carretes circulares.
- Apilar tendidas en el suelo las botellas vacías ya utilizadas (incluso de forma ordenada). Las botellas siempre se almacenan en posición “de pie”, atadas para evitar vuelcos y a la sombra.

**1.18. *MOTOVOLQUETE AUTOPROPULSADO (DUMPER)***

- Vuelco de vehículos.
- Atropellos.
- Caída de personas.
- Golpes por la manivela de puesta en marcha.



PROYECTO DE EJECUCIÓN  
PLANTA FOTOVOLTAICA “PRADONUEVO”  
DE 3 MW DE POTENCIA  
T.M. VALDEMORO (MADRID)

Marzo 2023

**ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.**

**1.19. CORTADORA DE MATERIAL CERÁMICO**

- Proyección de partículas y polvo.
- Descarga eléctrica.
- Rotura de disco.
- Cortes y amputaciones.

**1.20. COMPRESOR**

- Ruido.
- Rotura de manguera.
- Vuelco, por proximidad a los taludes.
- Emanación de gases tóxicos.
- Atrapamientos durante las operaciones de mantenimiento.

**1.21. MARTILLO NEUMÁTICO**

Las operaciones deberán ser desarrolladas por varias cuadrillas distintas, de forma que pueda evitarse la permanencia constante en el mismo y/u operaciones durante todas las horas de trabajo, para evitar lesiones en órganos internos. Los operarios que realicen estos trabajos deberán pasar reconocimiento médico mensual de estar integrados en el trabajo de picador. Las personas encargadas del manejo del martillo deberán ser especialistas en el manejo del mismo.

Antes del comienzo de un trabajo se inspeccionará el terreno circundante, intentando detectar la posibilidad de desprendimientos de tierras y roca por las vibraciones que se transmiten al terreno.

Se prohíbe realizar trabajos por debajo de la cota del tajo de martillos rompedores.

Se evitará apoyarse a horcajadas sobre la culata de apoyo, en evitación de recibir vibraciones indeseables.



PROYECTO DE EJECUCIÓN  
PLANTA FOTOVOLTAICA “PRADONUEVO”  
DE 3 MW DE POTENCIA  
T.M. VALDEMORO (MADRID)

Marzo 2023

**ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.**

**1.22. VIBRADOR**

- Descargas eléctricas.
- Caídas en altura.
- Salpicaduras de lechada en ojos.

**1.23. SIERRA CIRCULAR**

- Cortes y amputaciones en extremidades superiores.
- Descargas eléctricas.
- Rotura del disco.
- Proyección de partículas.
- Incendios.
- Calzado con plantilla anticlavo.

**1.24. MEDIOS AUXILIARES**

Los riesgos más frecuentes son:

**1.24.1. ANDAMIOS DE SERVICIOS**

- Caídas debidas a la rotura de la plataforma de trabajo o a la mala unión entre dos plataformas.
- Caídas de materiales.

**1.24.2. ANDAMIOS COLGADOS**

- Caídas debidas a la rotura de la plataforma de trabajo o a la mala unión entre dos plataformas.
- Caídas de materiales.
- Caídas originadas por la rotura de los cables.



PROYECTO DE EJECUCIÓN  
PLANTA FOTOVOLTAICA “PRADONUEVO”  
DE 3 MW DE POTENCIA  
T.M. VALDEMORO (MADRID)

Marzo 2023

**ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.**

**1.24.3. ANDAMIOS DE BORRIQUETAS**

- Vuelcos por falta de anclajes o caídas del personal por no usar tres tablonas como tablero horizontal.

**1.24.4. ESCALERA DE MANO**

- Caídas a niveles inferiores, debida a la mala colocación de las mismas, rotura de alguno de los peldaños, deslizamiento de la base por excesiva inclinación o estar el suelo mojado.
- Golpes con la escalera al manejarla de forma incorrecta.

**1.25. MANIOBRAS EN INSTALACIONES ELÉCTRICAS**

Siempre que se realice cualquier tipo de operación en las instalaciones eléctricas, ya sea durante el proceso de puesta en servicio o en posteriores operaciones de mantenimiento, deberán observarse las siguientes disposiciones (las “cinco reglas de oro”).

- 1) Abrir con corte visible todas las fuentes de tensión.
- 2) Bloquear los aparatos de corte.
- 3) Verificarla ausencia de tensión.
- 4) Poner a tierra y en cortocircuito todas las posibles fuentes de tensión.
- 5) Delimitar y señalizar la zona de trabajo.

Antes de realizar cualquier tipo de maniobra, deberán tenerse en cuenta las siguientes premisas:

- No accionar nunca un seccionador en carga.
- Siempre que haya que cortar servicio en un circuito en carga, primero deberá accionarse el interruptor de apertura de carga o del interruptor automático.
- Antes de cerrar un seccionador de puesta a tierra (p.a.t.) se comprobará la ausencia de tensión.
- Antes de restablecer servicio en un circuito se comprobará que estén abiertos los seccionadores de p.a.t.



PROYECTO DE EJECUCIÓN  
PLANTA FOTOVOLTAICA “PRADONUEVO”  
DE 3 MW DE POTENCIA  
T.M. VALDEMORO (MADRID)

Marzo 2023

**ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.**

- Familiarizarse con el centro y observar detenidamente la señalización si es que la hay.
- Utilizar el material de seguridad necesario para cada maniobra



PROYECTO DE EJECUCIÓN  
PLANTA FOTOVOLTAICA “PRADONUEVO”  
DE 3 MW DE POTENCIA  
T.M. VALDEMORO (MADRID)

Marzo 2023

**ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.**

## **2. PLIEGO DE CONDICIONES**

### **2.1. OBJETO**

El objeto del presente Pliego de Condiciones es establecer las normas legales y reglamentarias aplicables a las especificaciones técnicas para la construcción de una planta fotovoltaica, así como las prescripciones que se habrán de cumplir en relación con las características, la utilización y la conservación de las máquinas, útiles, herramientas, sistemas y equipos preventivos.

A la hora de analizar los aspectos que puedan intervenir en la seguridad y salud de los trabajadores y adoptar las medidas preventivas pertinentes, en cuanto a las normas legales y reglamentarias y prescripciones, no se debe tener en cuenta el presente Pliego de forma aislada, ya que su interpretación va estrechamente ligada a los restantes documentos de este Estudio de Seguridad y Salud, en especial con la Memoria. En caso de darse alguna contradicción entre los diversos documentos que componen el presente Estudio de Seguridad y Salud, siempre se tomará como preferente la opción que esté de la parte de la seguridad de los trabajadores.

#### **2.1.1. DISPOSICIONES LEGALES DE APLICACIÓN**

Son de obligado cumplimiento las disposiciones contenidas en:

- Real Decreto Legislativo 8/2015, de 30 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley General de la Seguridad Social.
- Real Decreto Legislativo 2/2015, de 23 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley del Estatuto de los Trabajadores.
- 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 337/2010, de 19 de marzo, 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; el Real Decreto 1109/2007, de 24 de agosto, por el que se desarrolla la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por



PROYECTO DE EJECUCIÓN  
PLANTA FOTOVOLTAICA “PRADONUEVO”  
DE 3 MW DE POTENCIA  
T.M. VALDEMORO (MADRID)

Marzo 2023

**ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.**

el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en obras de construcción.

- Real Decreto 899/2015, de 9 de octubre, 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 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud de las obras de construcción.
- Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 1644/2008, de 10 de octubre, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas.
- Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de los equipos de protección individual.
- 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, sobre 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 lumbares, para los trabajadores.
- Convenio Colectivo General del Sector de la Construcción vigente.
- Real Decreto 1407/1992, de 20 de noviembre, por el que se regulan las condiciones para la comercialización y la libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual.
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, Real Decreto 842/2002 de 2 de Agosto de 2002, e Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Líneas Eléctricas de Alta Tensión, Real Decreto 223/2008 de 15 de febrero de 2008, y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-LAT 01 a 09.



PROYECTO DE EJECUCIÓN  
PLANTA FOTOVOLTAICA “PRADONUEVO”  
DE 3 MW DE POTENCIA  
T.M. VALDEMORO (MADRID)

Marzo 2023

**ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.**

- 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 337/2014, de 9 de mayo.
- Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados a la exposición al ruido.
- Reglamento de aparatos elevadores, Real Decreto 2291/1985 de 8 de noviembre, derogado parcialmente por Real Decreto 1314/1997 de 1 de agosto.
- Convenio Colectivo Provincial de la Construcción.
- Demás disposiciones oficiales relativas a la prevención de riesgos laborales que puedan afectar a los trabajadores que realicen la obra.
- Normas de Administración Local.
- Disposiciones posteriores que modifiquen, anulen o complementen a las citadas.

### **2.1.2. CONDICIONES DE LOS MEDIOS DE PROTECCIÓN**

En este apartado se indican una serie de normas y condiciones técnicas a cumplir por todos los medios y equipos de protección, tanto a nivel individual como colectivo. Es muy importante tener en cuenta que la protección colectiva siempre hay que adoptarla antes que la individual, ya que los medios de protección individuales se deben emplear como complemento de los medios de protección colectiva y en los casos en que ésta no se pueda aplicar.

#### **2.1.2.1. CONSIDERACIONES GENERALES**

Todas las prendas de protección personal o elementos de protección colectiva, tendrán fijado un período de vida útil, desechándose a su término.

Cuando por las circunstancias de trabajo se produzca un deterioro más rápido en una determinada prenda, equipo o elemento, se repondrá independientemente de la duración prevista o fecha de entrega.

Toda prenda, equipo o elemento de protección que haya sufrido un trato límite, es decir, el máximo para el que fue concebido (por ejemplo, por un accidente) será desechado y repuesto al momento.



PROYECTO DE EJECUCIÓN  
PLANTA FOTOVOLTAICA “PRADONUEVO”  
DE 3 MW DE POTENCIA  
T.M. VALDEMORO (MADRID)

Marzo 2023

**ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.**

Aquellas prendas que por su uso hayan adquirido más holgura o tolerancia de las admitidas por el fabricante, serán repuestas inmediatamente.

El uso de toda prenda, equipo o elemento de protección nunca representará un riesgo en sí mismo.

Se verificará periódicamente el estado de todos los elementos que intervengan en la seguridad de la obra.

En su colocación, montaje y desmontaje, se utilizarán protecciones personales y colectivas necesarias para la prevención de los riesgos que puedan derivarse de dichos trabajos.

Las partes activas de cualquier elemento de seguridad no serán accesibles en ningún caso.

No servirán como protección contra contactos directos con las partes activas los barnices, esmaltes, papeles o algodones.

Cuando se realicen conexiones eléctricas se comprobará la ausencia de alimentación de corriente.

En los obstáculos existentes en el pavimento se dispondrán rampas adecuadas, que permitan la fácil circulación.

Los medios personales responderán a los principios de eficacia y bienestar permitiendo realizar el trabajo sin molestias innecesarias para quien lo ejecute y sin disminución de su rendimiento, no presentando su uso un riesgo en sí mismo.

Los elementos de trabajo que intervengan en la seguridad tanto personal como colectiva, permitirán una fácil limpieza y desinfección.

Todas las protecciones que dispongan de homologación deberán de acreditarla para su uso. Para su recepción y, por tanto, poder ser utilizadas, carecerán de defectos de fabricación, rechazándose aquellas que presenten anomalías.

Los fabricantes o suministradores facilitarán la información necesaria sobre la duración de los productos, teniendo en cuenta las zonas y ambientes a los que van a ser sometidos.



PROYECTO DE EJECUCIÓN  
PLANTA FOTOVOLTAICA “PRADONUEVO”  
DE 3 MW DE POTENCIA  
T.M. VALDEMORO (MADRID)

Marzo 2023

**ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.**

Las condiciones de utilización se ajustarán exactamente a las especificaciones indicadas por el fabricante.

Los productos que intervengan en la seguridad de la obra y no sean homologados, cumplirán todas y cada una de las especificaciones contenidas en el Pliego de Condiciones y/o especificados por la Dirección Facultativa.

Cuando los productos a utilizar procedan de otra obra, se comprobará que no presenten deterioros, ni deformaciones; en caso contrario, serán rechazados automáticamente.

Periódicamente se comprobarán todas las instalaciones que intervengan en la seguridad de la obra. Se realizarán de igual modo limpiezas y desinfecciones de las casetas de obra.

Aquellos elementos de seguridad que sean utilizados únicamente en caso de siniestro o emergencia, se colocarán donde no puedan ser averiados como consecuencia de las actividades de la obra.

Periódicamente se comprobará el estado de las instalaciones, así como del mobiliario y enseres.

Cuando las protecciones, tanto individuales como colectivas y externas (señalización), presenten cualquier tipo de defecto o desgaste, serán sustituidas inmediatamente para evitar riesgos.

Se rechazarán aquellos productos que tras su correspondiente ensayo no sean capaces de absorber la energía a la que han de trabajar en la obra.

Periódicamente se medirá la resistencia de la puesta a tierra para el conjunto de la instalación.

Los equipos de extinción serán revisados todas las semanas, comprobando que los aparatos se encuentren en el lugar indicado y no han sido modificadas las condiciones de accesibilidad para su uso.

Se tendrá en cuenta el cumplimiento de las normas de mantenimiento previstas para cada tipo de protección, comprobando su estado de conservación antes de su utilización.



PROYECTO DE EJECUCIÓN  
PLANTA FOTOVOLTAICA “PRADONUEVO”  
DE 3 MW DE POTENCIA  
T.M. VALDEMORO (MADRID)

Marzo 2023

**ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.**

### **2.1.3. PROTECCIONES COLECTIVAS**

#### *2.1.3.1. CONDICIONES GENERALES*

Los dispositivos de protección colectiva deberán reunir los requisitos establecidos en cualquier disposición legal o reglamentaria que les sea de aplicación. Se verificarán previamente a su uso, posteriormente de forma periódica y cada vez que sus condiciones de seguridad puedan resultar afectadas por una modificación, periodo de no utilización o cualquier otra circunstancia, desechándose o sustituyéndose los que no ofrezcan las debidas garantías.

En la Memoria se han definido los medios de protección colectiva a emplear. El Contratista adjudicatario es el responsable de que en la obra se cumplan todos ellos.

#### *2.1.3.2. MEDICIÓN Y ABONO*

La medición de los elementos de protección colectiva se realizará de la siguiente forma:

- Señales y carteles, por unidades (ud).
- Balizamiento y vallas, por unidades (ud) o metros lineales (ml), según el caso.
- Redes protectoras, por metros cuadrados (m<sup>2</sup>).
- Otros elementos tales como escaleras de mano, extintores, interruptores, etc. por unidades (ud).

Todo ello realmente ejecutado y realizado.

Se abonarán una sola vez, de acuerdo a los precios que aparecen en el Presupuesto, aunque sean utilizados en más de una ocasión.

### **2.1.4. PROTECCIONES INDIVIDUALES**

#### *2.1.4.1. CONDICIONES GENERALES*

Todo elemento de protección personal se ajustará a lo dispuesto en el 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, y deberá reunir los requisitos establecidos en el Real Decreto 1407/1992, de 20 de noviembre, por el que se regulan las condiciones para la comercialización y la libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual, así como cualquier otra



PROYECTO DE EJECUCIÓN  
PLANTA FOTOVOLTAICA “PRADONUEVO”  
DE 3 MW DE POTENCIA  
T.M. VALDEMORO (MADRID)

Marzo 2023

**ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.**

disposición legal o reglamentaria que le sea de aplicación, en particular en lo relativo a su diseño y fabricación.

Esto implica que todo elemento de protección personal cumplirá con los requisitos exigidos por los EPIS correspondientes, con arreglo a las Normas de la CEE; por tanto, y de forma bien visible, llevará incorporada etiqueta que garantice el haber superado los ensayos correspondientes y en la que figurará la fecha de fabricación y la norma EN a la que dé cumplimiento.

Los equipos de protección individual que cumplan con la indicación expresada anteriormente, tienen autorizado su uso durante su periodo de vigencia. Llegada la fecha de caducidad, se llevará a cabo un acopio ordenado, que será revisado por el Coordinador en Materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra, para que se autorice su eliminación de la obra.

Los equipos de protección individual en uso que estén rotos serán reemplazados de inmediato, quedando constancia en la oficina de obra del motivo del cambio y el nombre de la empresa y de la persona que recibe el nuevo equipo de protección individual, con el fin de dar la máxima seriedad posible a la utilización de estas protecciones.

Los equipos de protección individual nunca se tomarán como sustitutivos de las protecciones colectivas, es decir, que se utilizarán cuando no sea posible el empleo de las colectivas o como complemento de las mismas.

**2.1.4.2. ACTIVIDADES Y SECTORES QUE REQUIEREN LA UTILIZACIÓN DE LOS EPI'S.**

**1. Protección de la cabeza (cascos protectores):** Para todo el personal que se encuentre en el recinto de la obra (incluidas las posibles visitas). Los cascos deberán cumplir la Norma Técnica Reglamentaria MT-1.

**2. Protección del pie:**

- Calzado de protección y de seguridad: para todo el personal que se encuentre en la obra.
- Botas impermeables: para maquinistas de movimientos de obras, trabajos de fabricación y manipulación de pastas y



PROYECTO DE EJECUCIÓN  
PLANTA FOTOVOLTAICA “PRADONUEVO”  
DE 3 MW DE POTENCIA  
T.M. VALDEMORO (MADRID)

Marzo 2023

**ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.**

morteros, y para cualquier persona que tenga que caminar por superficies embarradas, encharcadas o inundadas.

3. Protección ocular (gafas de protección): Para trabajos de soldadura, esmerilado, corte, pulido, perforación, burilado, tratamiento de roca, manipulación de pistolas grapadoras, máquinas que levanten virutas, trabajos con proyector de abrasivos, detergentes y corrosivos, trabajos eléctricos en tensión.
4. Protección facial (pantallas): Para trabajos de soldadura, esmerilado, corte, pulido, perforación, burilado, tratamiento de roca, manipulación de pistolas grapadoras, máquinas que levanten virutas, trabajos con proyector de abrasivos, detergentes y corrosivos, trabajos eléctricos en tensión.
5. Protección respiratoria: Para trabajos en los que se pueda dar insuficiencia de oxígeno, pintura con pistola sin ventilación suficiente, trabajos en pozos y canales de alcantarillado, voladuras, soldadura. Mascarilla para trabajos en atmósferas saturadas de polvo, o con producción de polvo.
6. Protección del oído: Para trabajos con dispositivos de aire comprimido, voladuras y en general, cuando el nivel de ruido sobrepasa los 80 decibelios. Estos equipos cumplirán la Norma Técnica Reglamentaria MT-2.
7. Protección del tronco, brazos y manos:
  - a) Prendas y equipos de protección para manipulación de productos ácidos y alcalinos, desinfectantes, detergentes y corrosivos.
  - b) Ropa de protección antiinflamable.
  - c) Guantes.
  - d) Faja de protección contra sobreesfuerzos y vibraciones.
8. Ropa de protección para el mal tiempo
9. Ropa y prendas de seguridad (señalización)
10. Dispositivos de presión del cuerpo y equipos de protección anticaídas: Para trabajos en andamios, montaje de piezas prefabricadas, postes, grúas, cabinas de conductor, trabajos en pozos y canalizaciones. Los cinturones de



PROYECTO DE EJECUCIÓN  
PLANTA FOTOVOLTAICA “PRADONUEVO”  
DE 3 MW DE POTENCIA  
T.M. VALDEMORO (MADRID)

Marzo 2023

**ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.**

seguridad tienen que cumplir los requisitos definidos por las Normas Técnicas Reglamentarias MT-13, MT-21 y MT-22.

11. Prendas y medios de protección de la piel: Para manipulación de revestimientos con productos o sustancias que puedan afectar a la piel o penetrar a través de ella.

#### **2.1.4.3. MEDICIÓN Y ABONO**

La medición de los elementos de protección individual se realizará por unidades (ud.).

Se abonarán una sola vez, de acuerdo a los precios que aparecen en el Presupuesto, aunque sean utilizados en más de una ocasión.

#### **2.1.5. MEDIOS AUXILIARES, MÁQUINAS Y EQUIPOS**

Se prohíbe el montaje de los medios auxiliares, máquinas y equipos, de forma parcial; es decir, omitiendo de uso de alguno o varios de los componentes con los que se comercializan para su función.

El uso, montaje y conservación de los medios auxiliares, máquinas y equipos, se hará siguiendo estrictamente las condiciones de montaje y utilización segura, contenidas en el manual de uso editado por su fabricante.

Todos los medios auxiliares, máquinas y equipos a utilizar en esta obra, tendrán incorporados sus propios dispositivos de seguridad exigibles por aplicación de la legislación vigente. Se prohíbe expresamente la introducción en el recinto de la obra de medios auxiliares, máquinas y equipos que no cumplan la condición anterior.

#### **2.1.6. PREVENCIÓN DE RIESGOS A TERCEROS**

##### **2.1.6.1. SEÑALIZACIÓN**

No se podrá dar comienzo a ninguna obra que afecte a carreteras, caminos u otras vías de circulación si no se ha obtenido el permiso correspondiente de la Autoridad Competente, y si el Contratista no ha colocado las señales informativas de peligro y de limitación previstas, en cuanto a tiempos, números y modalidad de disposición de las presentes normas.



PROYECTO DE EJECUCIÓN  
PLANTA FOTOVOLTAICA “PRADONUEVO”  
DE 3 MW DE POTENCIA  
T.M. VALDEMORO (MADRID)

Marzo 2023

**ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.**

Durante la ejecución de las obras, el Contratista cuidará la perfecta conservación de las señales, vallas y conos, de tal forma que se mantengan siempre en perfecta apariencia y no parezcan que tienen carácter provisional. Toda señal, valla o cono deteriorado o sucio deberá ser reparado, lavado o sustituido.

Las señales colocadas sobre la carretera no deberán permanecer allí más tiempo del necesario, siendo retiradas inmediatamente después de finalizado el trabajo.

Al descargar material de un vehículo de obras destinado a la ejecución de obras o señalización, nunca se dejará ningún objeto depositado en la calzada abierta al tráfico aunque sólo sea momentáneamente con la intención de retirarla a continuación.

Al finalizar los trabajos se retirarán todos los materiales dejando la zona limpia y libre de obstáculos que puedan representar algún peligro para el tráfico.

**2.1.6.2. OTRAS AFECCIONES.**

1. Vertidos:

Para la retirada de estos desechos de la obra se clasificarán de acuerdo con la normativa al efecto de la Junta de Residuos de la Administración Autonómica u organismo competente equivalente, que extenderá el correspondiente justificante de retirada para su archivo en obra.

2. Acopios:

No se puede permitir el acopio de materiales, áridos, tierras, etc., así como el estacionamiento de máquinas y vehículos, en los cauces naturales de vaguadas.

3. Polvo:

Está previsto el riego sistemático de los caminos de servicio para reducir la producción de polvo. Los silos contenedores de cemento disponen de filtros que admiten su conservación.

4. Humos:

Se prohibirá quemar materiales en la obra, por lo cual solo puede producirse humo, por escapes de máquinas y vehículos.

	<p style="text-align: center;">PROYECTO DE EJECUCIÓN  <b>PLANTA FOTOVOLTAICA “PRADONUEVO”</b>  <b>DE 3 MW DE POTENCIA</b>  <b>T.M. VALDEMORO (MADRID)</b></p>
<p>Marzo 2023</p>	<p style="text-align: center;"><b>ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.</b></p>

5. Ruidos:

Se cuidará que las máquinas de la obra productoras de ruido, como pueden ser compresores, grupos electrógenos, tractores, etc., mantengan sus carcasas atenuadoras en su posición, y se evitará en todo lo posible su trabajo nocturno.

6. Basuras:

La experiencia indica que no es suficiente disponer un contenedor (tipo bidón con tapa), junto al comedor de obra. Para mantener limpia la obra será necesario colocar algunos más para aquellos tajos de larga duración y donde es frecuente encontrar personas que prefieran comer al aire libre.

**2.1.7. INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR**

Las instalaciones provisionales de obra se adaptarán en lo relativo a elementos, dimensiones y características a lo especificado en los Artículos 39, 40, 41 y 42 de la Ordenanza General de Seguridad e Higiene.

En función del personal se dispondrá de las siguientes instalaciones:

- El vestuario dispondrá de taquillas individuales con llave, asientos, iluminación y calefacción.
- Los servicios higiénicos tendrán un lavabo y una ducha con agua fría y caliente por cada 10 trabajadores y un W.C. por cada 25 trabajadores, disponiendo de espejos y calefacción.
- El comedor dispondrá de mesas, asientos, pila lavavajillas, calienta comidas, calefacción y recipiente para desperdicios.
- Para el servicio de limpieza de estas instalaciones higiénicas, se responsabilizará a una persona, la cual podrá alternar este trabajo con otros propios de la obra.

**2.1.8. SERVICIOS DE PREVENCIÓN**

*2.1.8.1. SERVICIO TÉCNICO*

**2.1.8.1.1. TÉCNICO DE SEGURIDAD Y SALUD**



PROYECTO DE EJECUCIÓN  
PLANTA FOTOVOLTAICA “PRADONUEVO”  
DE 3 MW DE POTENCIA  
T.M. VALDEMORO (MADRID)

Marzo 2023

**ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.**

La obra deberá contar con un Técnico de Seguridad y Salud, en régimen compartido, cuya misión será la prevención de riesgos que puedan presentarse durante la ejecución de los trabajos y asesorar al Jefe de Obra sobre las medidas de seguridad a adoptar. Asimismo, investigará las causas de los accidentes ocurridos para modificar los condicionantes que los produjeron para evitar su repetición.

Las funciones a realizar por el Técnico de Seguridad son:

- Seguir las instrucciones del Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra.
- Informar puntualmente del sistema de prevención desarrollado al Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra.
- Controlar y dirigir, siguiendo las instrucciones del Plan que origine este Estudio de Seguridad y Salud, el montaje, mantenimiento y retirada de las protecciones colectivas.
- Dirigir y coordinar la Cuadrilla de Seguridad y Salud.
- Controlar las existencias y consumos de la prevención y protección decidida en el Plan de Seguridad y Salud aprobado y entregar a los trabajadores y visitas los equipos de protección individual.
- Realizar las mediciones de las certificaciones de Seguridad y Salud, para la Jefatura de Obra.

#### 2.1.8.1.2. VIGILANTE DE SEGURIDAD Y SALUD

Se nombrará Vigilante de Seguridad de acuerdo con lo previsto en la Ordenanza General de Seguridad y Salud en el Trabajo, a quien se asignarán las funciones recogidas en el artículo 9º de la O.G.S.H.T. y de entre las cuales se extractan las siguientes:

1. Promover el interés y cooperación de los trabajadores en orden a la Seguridad.
2. Comunicar por conducto jerárquico las situaciones de peligro que puedan producirse en cualquiera de los puestos de trabajo, proponiendo las medidas que a su juicio deban adoptarse.



PROYECTO DE EJECUCIÓN  
PLANTA FOTOVOLTAICA "PRADONUEVO"  
DE 3 MW DE POTENCIA  
T.M. VALDEMORO (MADRID)

Marzo 2023

**ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.**

3. Examinar las condiciones relativas al orden, limpieza, ambiente, instalaciones, máquinas, herramientas, etc., y procesos laborales en la empresa, comunicando al Jefe de Obra la existencia de riesgos que puedan afectar a la vida o salud de los trabajadores con objeto de que sean puestas en práctica las oportunas medidas de prevención.
4. Prestar los primeros auxilios a los accidentados y proveer cuanto fuera necesario para que reciban la inmediata asistencia sanitaria que el estado o situación de los mismos pudiera requerir.
5. Por cada "Empresa Subcontratada" con más de cinco trabajadores, se designará asimismo un Vigilante de Seguridad, que será el representante-vocal en el Comité de Seguridad y Salud de la obra.

#### 2.1.8.1.3. CUADRILLA DE SEGURIDAD Y SALUD

Estará formada por un oficial y dos peones. El Contratista adjudicatario queda obligado a la formación de estas personas en las normas de Seguridad que se incluyen dentro del Plan que origine este Estudio de Seguridad y Salud, para garantizar, dentro de lo posible, que realicen su trabajo sin accidentes.

#### 2.1.8.1.4. COMITÉ DE SEGURIDAD Y SALUD

Conforme se dispone en la Ley 31/1995, de Prevención de Riesgos Laborales, se constituirá el Comité de Seguridad y Salud, como órgano paritario y colegiado de participación destinado a la consulta regular y periódica de las actuaciones de la empresa en materia de prevención de riesgos. La composición y funciones de este comité se comentan en dicha Ley.

En cualquier caso será preciso que el Contratista cuente con un Técnico de Seguridad, cuyo nombre quedará inscrito en el libro de Dirección de Obra. Dicho Técnico de Seguridad tomará las medidas didácticas oportunas para que el personal conozca las normas de seguridad y prevención mínimas.



PROYECTO DE EJECUCIÓN  
PLANTA FOTOVOLTAICA “PRADONUEVO”  
DE 3 MW DE POTENCIA  
T.M. VALDEMORO (MADRID)

Marzo 2023

**ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.**

### **2.1.9. SERVICIOS MÉDICOS**

La empresa constructora dispondrá de un Servicio Médico de Empresa propio o mancomunado, para el reconocimiento médico de entrada, asistencia a los accidentados y en todos aquellos casos que sea necesario.

La empresa constructora instalará en una caseta de obra un botiquín que se revisará semanalmente y del cual se repondrá inmediatamente lo consumido. El contenido mínimo de cada botiquín será:

- Agua Oxigenada.
- Alcohol de 96°.
- Tintura de Yodo.
- Mercurocromo o cristalmina.
- Amoniaco.
- Gasa estéril.
- Algodón hidrófilo.
- Vendas.
- Esparadrapo antialérgico.
- Antiespasmódicos y tónicos cardiacos de urgencia.
- Torniquetes antihemorrágicos.
- Bolsas de goma para agua y hielo.
- Guantes esterilizados.
- Jeringuillas desechables.
- Agujas para inyectables desechables.
- Termómetro clínico.
- Pinzas.
- Tijeras.
- Camillas.

### **2.1.10. ACTIVIDADES FORMATIVAS**

Todo el personal que trabaje en la obra recibirá antes del inicio del trabajo la información referente a los riesgos que entraña su puesto de trabajo, información que se recogerá de la parte del Plan de Seguridad y Salud (que se elabore a partir del presente Estudio)



PROYECTO DE EJECUCIÓN  
PLANTA FOTOVOLTAICA “PRADONUEVO”  
DE 3 MW DE POTENCIA  
T.M. VALDEMORO (MADRID)

Marzo 2023

**ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.**

que le atañe, y de la entrega de ésta firmará el correspondiente “recibí”, del cual se facilitará copia al Coordinador.

Asimismo se realizarán cursos de formación al personal impartidos por personal acreditado. Se entregará la certificación correspondiente al Coordinador de las asistencias a estos cursos.

También recibirán normas específicas de su trabajo y normas de primeros auxilios, además de la información referida a los teléfonos de urgencias y demás de interés.

Al inicio de cada tajo se entregará al responsable del mismo la parte correspondiente del Plan de Seguridad y Salud que se elabore a partir del presente Estudio.

Todo personal subcontratado o trabajador autónomo deberá acreditar documentalmente la realización de esta formación básica en el momento de su incorporación a la obra.

Se colocarán en la obra carteles de propaganda referentes a seguridad en el trabajo.

#### **2.1.11. NORMAS REFERENTES AL PERSONAL EN OBRA**

Como directrices generales de seguridad y salud en la preparación de cualquier actividad:

- Planificar las actividades para no tener que improvisar.
- Planificar la organización de los tajos de manera que se minimicen las situaciones de riesgo.
- Todo el personal debe conocer el Plan de Seguridad y Salud.
- Preparar con antelación la herramienta adecuada para la realización de la obra y comprobar que está en correctas condiciones de uso.
- Adoptar las medidas que antepongan la protección colectiva a la individual.
- Comprobar que se dispone de los equipos de protección individual necesarios para las actividades que se tendrán que desarrollar, y que se encuentran en correcto estado.
- Informarse sobre las posibles medidas de emergencia a adoptar, si se diera el caso.

	PROYECTO DE EJECUCIÓN <b>PLANTA FOTOVOLTAICA “PRADONUEVO”</b> <b>DE 3 MW DE POTENCIA</b> <b>T.M. VALDEMORO (MADRID)</b>
Marzo 2023	<b>ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.</b>

Como directrices generales de seguridad y salud durante las actividades:

- Velar, según sus posibilidades, mediante el cumplimiento del Plan de Seguridad y Salud que se elabore, por su propia seguridad y salud, y por las de aquellas personas a las que pueda afectar su actividad profesional a causa de sus actos y omisiones.
- Cooperar con la propiedad (o en quien ésta pueda delegar) y con la empresa Contratista para que pueda garantizar unas condiciones de trabajo seguras.
- Utilizar correctamente los medios y equipos de protección necesarios y solicitarlos si no se tienen.
- Comunicar al jefe de trabajo si uno no se siente capacitado para la actividad que le han encomendado. No manejar máquinas para las que no se está autorizado.
- Estar atento continuamente a los riesgos de la actividad que se realiza y del entorno.
- Evitar riesgos. No llevar a cabo acciones temerarias.
- Comunicar los riesgos que se prevean.
- No tomar fármacos u otras sustancias que produzcan estados alterados de consciencia (somnolencia, euforia, etc...).
- Preguntar hasta que se hayan aclarado todas las dudas.
- Detener la actividad si hay riesgo grave e inminente y avisar al encargado.
- De producirse accidente, poner en marcha las medidas de emergencia y aplicar los primeros auxilios.

En cada equipo o grupo de trabajo, el Contratista deberá asegurar la presencia constante de un encargado o capataz, responsable de la aplicación de las presentes normas y en general del contenido del Plan de Seguridad y Salud que les afecte. El encargado o capataz deberá estar provisto siempre de una copia de tales normas, así como de todas las autorizaciones escritas eventuales recibidas del Coordinador en Materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de las obras. No se autoriza el alejamiento del encargado o capataz, el cual deberá hallarse en todo momento con el



PROYECTO DE EJECUCIÓN  
PLANTA FOTOVOLTAICA “PRADONUEVO”  
DE 3 MW DE POTENCIA  
T.M. VALDEMORO (MADRID)

Marzo 2023

**ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.**

grupo de trabajo, a disposición del Coordinador, Policía de Tráfico o Guardia Civil, y de los empleados de la Dirección de Obra.

## 2.1.12. TRATAMIENTO DE LOS ACCIDENTES

### 2.1.12.1. ESTADÍSTICAS DE LOS ACCIDENTES

Con la finalidad de efectuar el análisis comparativo y determinar la evolución de los posibles accidentes laborales, se definen, previamente, los siguientes conceptos, de acuerdo con las normas oficiales vigentes; estos parámetros deberán ser cuantificados a lo largo de la obra:

Índice de Incidencia (I.I.): es el número anual de siniestros con baja que se producen en el colectivo estudiado por cada cien trabajadores del mismo, es decir:

$$I.I. = \frac{\text{Número de siniestros con baja}}{\text{Número de trabajadores}} \times 10^2$$

Índice de Frecuencias (I.F.): es el número de accidentes anuales con baja por millón de horas trabajadas en el colectivo, o sea:

$$I.F. = \frac{\text{Número de accidentes con baja}}{\text{Número de horas trabajadas}} \times 10^6$$

Índice de Gravedad (I.G.): es el número anual de jornadas perdidas por accidente por cada mil horas trabajadas en el sector, por tanto:

$$I.G. = \frac{\text{Número de jornadas perdidas} + \text{Baremo}}{\text{Número de horas trabajadas}} \times 10^3$$

La Duración Media de Incapacidad (D.M.I.) es el número de jornadas perdidas anualmente por accidentes con baja dividido por el número de accidentes con baja, es decir:

$$D.M.I. = \frac{\text{Nº de jornadas perdidas por accidente}}{\text{Nº de accidentes con baja}}$$



PROYECTO DE EJECUCIÓN  
PLANTA FOTOVOLTAICA "PRADONUEVO"  
DE 3 MW DE POTENCIA  
T.M. VALDEMORO (MADRID)

Marzo 2023

**ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.**

### **2.1.13. ACCIONES A SEGUIR ANTE CASO DE ACCIDENTE LABORAL**

El accidente laboral significa un fracaso de la prevención de riesgos por multitud de causas, entre las que destacan las de difícil o nulo control. Por esto, es posible que pese a todo el esfuerzo desarrollado e intención preventiva, se produzca algún fracaso.

El Contratista adjudicatario queda obligado a recoger dentro de su "Plan de Seguridad y Salud" los siguientes principios de socorro:

1. El accidentado es lo primero. Se le atenderá de inmediato con el fin de evitar el agravamiento o progresión de las lesiones.
2. En caso de caída desde altura o a distinto nivel y en el caso de accidente eléctrico, se supondrá siempre que pueden existir lesiones graves. En consecuencia, se extremarán las precauciones de atención primaria en la obra.
3. En caso de gravedad manifiesta, se evacuará al herido en camilla y ambulancia;
4. El Contratista adjudicatario comunicará, a través del "Plan de Seguridad y Salud" que componga, la infraestructura sanitaria propia, mancomunada o contratada con la que cuenta, para garantizar la atención correcta a los accidentados y su más cómoda y segura evacuación de esta obra.
5. El Contratista adjudicatario queda obligado a instalar una serie de rótulos con caracteres visibles a 2 m., de distancia, en el que suministre a los trabajadores y resto de personas participantes en la obra, la información necesaria para conocer el centro asistencial, su dirección, teléfonos de contacto, etc.
6. El Contratista adjudicatario queda obligado a incluir en su Plan de Seguridad y Salud, un itinerario recomendado para evacuar accidentados, con el fin de evitar errores en situaciones límite que agraven las posibles lesiones del accidentado.

### **2.1.14. COMUNICACIONES EN CASO DE ACCIDENTE LABORAL**

El Contratista adjudicatario queda obligado a realizar las acciones y comunicaciones que se recogen más adelante, y que se consideran acciones clave para un mejor análisis



PROYECTO DE EJECUCIÓN  
PLANTA FOTOVOLTAICA “PRADONUEVO”  
DE 3 MW DE POTENCIA  
T.M. VALDEMORO (MADRID)

Marzo 2023

**ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.**

de la prevención decidida y su eficacia. Además el Contratista adjudicatario incluirá, en su Plan de Seguridad y Salud, la siguiente obligación de comunicación inmediata de los accidentes laborales:

Accidentes de tipo leve y grave:

- Al Coordinador en materia de Seguridad y Salud
- A la Dirección Facultativa de la obra.
- A la Autoridad Laboral

Accidentes mortales:

- Al juzgado de guardia.
- Al Coordinador en materia de Seguridad y Salud.
- A la Dirección Facultativa de la obra.
- A la Autoridad Laboral.

## **2.2. DERECHOS Y OBLIGACIONES DE LAS PARTES**

El empresario deberá adoptar las medidas necesarias y proporcionar a sus trabajadores equipos de protección individual adecuados para el desempeño de sus funciones y velar por el uso efectivo de los mismos cuando, por la naturaleza de los trabajos realizados, sean necesarios. Las obligaciones de los contratistas y subcontratistas, se recogen en el Artículo 11 del Real Decreto 1627/1997.

Los derechos de los trabajadores vienen reflejados en los Arts. 14 y 17, en el Capítulo III de la Ley 31/1995 de prevención de Riesgos Laborales y su modificación por la Ley 54/2003 de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales. Las obligaciones de los trabajadores se recogen también en el Artículo 12 del Real Decreto 1627/1997. Los trabajadores autónomos deberán cumplir lo establecido en el Plan de Seguridad y Salud.

Las funciones que el Coordinador en Materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra deberá desarrollar se establecen en el Artículo 9 del Real Decreto 1627/1997, de entre las que cabe destacar:



PROYECTO DE EJECUCIÓN  
PLANTA FOTOVOLTAICA “PRADONUEVO”  
DE 3 MW DE POTENCIA  
T.M. VALDEMORO (MADRID)

Marzo 2023

**ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.**

- Coordinar la aplicación de los principios generales de prevención y de seguridad.
- Coordinar las actividades de la obra.
- Aprobar el Plan de Seguridad y Salud elaborado por el Contratista.
- Organizar la coordinación de actividades empresariales.

La Dirección Facultativa asumirá esta función cuando no fuera necesaria la designación de Coordinador. Las responsabilidades de los coordinadores, de la dirección facultativa y del promotor no eximirán de sus responsabilidades a los contratistas y a los subcontratistas.

#### **2.2.1. LIBRO DE INCIDENCIAS**

Lo suministrará a la obra la Propiedad o el Colegio Oficial que vise el Estudio de Seguridad y Salud, tal y como se recoge en el Real Decreto 1627/1997.

El Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de obra está legalmente obligado a tenerlo a disposición de: la Dirección Facultativa de la obra, Encargado de Seguridad, Comité de Seguridad y Salud, Inspección de Trabajo, Técnicos y Organismos de prevención de riesgos laborales de las Comunidades Autónomas y contratistas, subcontratistas y trabajadores autónomos.

Una vez efectuada una anotación en el libro de incidencias, el Coordinador en Materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra está obligado a remitir, en el plazo de veinticuatro horas, una copia a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia en la que se realiza la obra. De la misma forma, se deberán notificar las anotaciones en el libro al contratista afectado y a los representantes de los trabajadores de éste.

#### **2.2.2. SEGUROS**

Será preceptivo en la obra que los técnicos responsables dispongan de cobertura en materia de Responsabilidad Civil Profesional; asimismo el Contratista debe disponer de cobertura de Responsabilidad Civil en el ejercicio de su actividad industrial, cubriendo el resto inherente a su actividad como Constructor por los daños a terceras personas de los que pueda resultar Responsabilidad Civil extracontractual a su cargo, por hechos



PROYECTO DE EJECUCIÓN  
PLANTA FOTOVOLTAICA “PRADONUEVO”  
DE 3 MW DE POTENCIA  
T.M. VALDEMORO (MADRID)

Marzo 2023

**ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.**

nacidos de culpa o negligencia; imputables al mismo o a las personas de las que debe responder. Se entiende que esta Responsabilidad Civil debe quedar ampliada al campo de la Responsabilidad Civil Patronal.

### **2.2.3. PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD**

El Contratista está obligado a redactar un Plan de Seguridad y Salud adaptando este Estudio a sus medios y métodos de ejecución.

Se adjuntarán las Normas Generales de Obligado Cumplimiento para todo personal de contrata dentro del recinto, comprometiéndose la contrata a cumplirlas y hacerlas cumplir a todo su personal, así como al personal de los posibles gremios o empresas subcontratados por ella; la contrata deberá informar a todo su personal de estas Normas y del presente pliego de condiciones, disponiendo en las oficinas de obra de una copia de estos documentos.

Antes de comenzar las obras, la contrata comunicará por escrito a la Dirección Facultativa el nombre del máximo responsable entre el personal que esté habitualmente en obra, quien tendrá en su poder una copia del Plan de Seguridad y Salud que se elabore.

En el Plan de Seguridad que se presente a la aprobación de la Dirección Facultativa de la obra, debe incluirse específicamente un Plan de emergencia, compuesto por un folio donde se especifiquen las actuaciones que se deben realizar en caso de un accidente o incendio.

Cuando ocurra algún accidente que precise asistencia facultativa, aunque sea leve, y la asistencia médica se reduzca a una primera cura, el Jefe de obra de la contrata principal realizará una investigación del mismo y, además de los trámites oficialmente establecidos, pasará un informe a la Dirección facultativa de la obra. Este informe se pasará a la Dirección Facultativa, como muy tarde, dentro del siguiente día del accidente. La Dirección facultativa de la obra podrá aprobar el informe o exigir la adopción de medidas complementarias no indicadas en el informe.

Para cualquier modificación del Plan de Seguridad y Salud que fuera preciso realizar, será preciso recabar previamente la aprobación de la Dirección Facultativa.

	<p style="text-align: center;">PROYECTO DE EJECUCIÓN  <b>PLANTA FOTOVOLTAICA “PRADONUEVO”</b>  <b>DE 3 MW DE POTENCIA</b>  <b>T.M. VALDEMORO (MADRID)</b></p>
<p>Marzo 2023</p>	<p style="text-align: center;"><b>ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.</b></p>

La contrata enviará a la Dirección facultativa mensualmente fotocopia de los abonos de la Seguridad Social y antes de comenzar el trabajo, deberá presentar:

- Relación sencilla de trabajadores, que incluyan: nombre y dos apellidos, oficio, categoría, domicilio de los interesados, número de la Seguridad Social y número del D.N.I.
- Alta individual en la Seguridad Social, documento A2, para quienes aún no figuren en el último TC2 cotizado y abonado.
- Relación nominal y mensual de cotización en seguros sociales, documento TC2, último abono, con los nombres de los trabajadores que hayan de prestar servicios activos.

El Jefe de obra suministrará las normas específicas de trabajo a cada operario de los distintos gremios, asegurándose de su comprensión y entendimiento.

Todo personal de nuevo ingreso en la contrata (aunque sea eventual) debe pasar el reconocimiento médico obligatorio antes de iniciar su trabajo; todo el personal se someterá a los reconocimientos médicos periódicos.



PROYECTO DE EJECUCIÓN  
**PLANTA FOTOVOLTAICA “PRADONUEVO”**  
 DE 3 MW DE POTENCIA  
 T.M. VALDEMORO (MADRID)

Marzo 2023

**ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.**

**3. PRESUPUESTO ESTUDIO DE SEGURIDAD E HIGIENE**

**3.1. PROTECCIONES INDIVIDUALES**

<b>CAPÍTULO 1: PROTECCIONES INDIVIDUALES</b>					
POS.	CANT.	UD.	CONCEPTO	P.UNIT.	TOTAL
1.01	10	Ud.	Casco de seguridad homologado	3,49 €	34,95 €
1.02	10	Ud.	Gafa antipolvo y anti-impactos	2,62 €	26,23 €
1.03	10	Ud.	Mascarilla antipolvo	4,89 €	48,90 €
1.04	10	Ud.	Filtro para mascarilla antipolvo	1,13 €	11,34 €
1.05	10	Ud.	Protector auditivo	5,94 €	59,43 €
1.06	2	Ud.	Cinturón antivibratorio	22,76 €	45,52 €
1.07	2	Ud.	Cinturón de banda ancha de cuero	10,48 €	20,97 €
1.08	10	Ud.	Cinturón con bolsa portaherramientas	5,25 €	52,45 €
1.09	10	Ud.	Mono o buzo de trabajo	8,74 €	87,40 €
1.10	10	Ud.	Impermeable	6,99 €	69,89 €
1.11	10	Ud.	Guantes dieléctricos	12,23 €	122,35 €
1.12	10	Ud.	Guantes de goma finos	0,87 €	8,72 €
1.13	10	Ud.	Guantes de cuero	1,22 €	12,21 €
1.14	10	Ud.	Botas impermeables al agua y a la humedad	6,99 €	69,89 €
1.15	10	Ud.	Botas de seguridad de lona	9,79 €	97,86 €
1.16	10	Ud.	Botas de seguridad de cuero	11,18 €	111,82 €
1.17	10	Ud.	Botas dieléctricas	13,98 €	139,79 €
1.18	10	Ud.	Chaleco reflectante	8,74 €	87,40 €
1.19	10	Ud.	Muñequera	1,40 €	13,96 €
1.20	2	Ud.	Casco para AT homologado	1,37 €	2,73 €
1.21	2	Ud.	Pértiga para AT	41,82 €	83,64 €
1.22	2	Ud.	Banqueta aislante de maniobra exterior AT	50,21 €	100,42 €
1.23	2	Ud.	Cinturón de seguridad para caídas homol.	65,42 €	130,83 €
1.24	2	Ud.	Aparato de freno de paracaídas, homolog.	35,75 €	71,50 €
1.25	2	Ud.	Cubierta de poliamida para freno de parac.	3,05 €	6,11 €
1.26	2	Ud.	Amarre regulable(1.10-1.80m), argolla revestida de P.V.C., homologado	8,68 €	17,36 €
1.27	2	Ud.	Dispositivo anticaída	46,71 €	93,42 €
1.28	2	Ud.	Pantalla de seguridad para soldador, con fijación en cabeza	2,10 €	4,20 €
1.29	2	Ud.	Pantalla facial de seguridad contra arco eléctrico, con fijación en casco	2,10 €	4,20 €
1.30	2	Ud.	Pantalla facial contra riesgo de proyecciones o salpicaduras	1,57 €	3,14 €
1.31	2	Ud.	Mandil de cuero para soldador	2,62 €	5,25 €
1.32	2	Ud.	Par de polainas para soldador	1,75 €	3,50 €
<b>TOTAL CAPÍTULO</b>					<b>1.647,38 €</b>



PROYECTO DE EJECUCIÓN  
**PLANTA FOTOVOLTAICA “PRADONUEVO”**  
 DE 3 MW DE POTENCIA  
 T.M. VALDEMORO (MADRID)

Marzo 2023

**ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.**

**3.2. PROTECCIONES COLECTIVAS**

<b>CAPÍTULO 2: PROTECCIONES COLECTIVAS</b>					
POS.	UD.	CONCEPTO	P.UNIT.	TOTAL	
2.01	4	Ud. Cartel indicativo de riesgo con soporte metálico, incluida la colocación	14,04 €	56,17 €	
2.02	1000	M Cordón de balizamiento reflectante, incluidos soportes, colocación y desmontaje	0,26 €	261,67 €	
2.03	1200	M Cinta plástica de balizamiento en colores blanco y rojo	0,03 €	41,87 €	
2.04	15	Ud. Valla autónoma metálica de contención peatones	5,94 €	89,14 €	
2.05	15	Ud. Jalón de señalización, incluida la colocación	0,52 €	7,85 €	
2.06	80	H Camión de riego, incluido el conductor	8,93 €	714,53 €	
2.07	2	H Mano de obra de señalización	3,79 €	7,57 €	
2.08	2	H Mano de obra de brigada de seguridad empleada en mantenimiento y reposición de protecciones	6,99 €	13,98 €	
2.09	1	Ud. Teléfono móvil disponible en obra, incluida conexión y utilización	209,34 €	209,34 €	
2.10	4	Ud. Extintor de polvo polivalente, incluido el soporte	36,43 €	145,72 €	
2.11	1	Ud. Aparato de doble comunicación para organizar el tráfico	193,43 €	193,43 €	
2.12	2	Ud. Instalación de puesta a tierra, compuesta por cable de cobre, electrodo conectado a tierra en masas metálicas, etc.	19,90 €	39,80 €	
2.13	3	Ud. Interruptor diferencial de media sensibilidad (300mA)	12,33 €	37,00 €	
2.14	3	Ud. Interruptor diferencial de alta sensibilidad (30mA)	14,73 €	44,19 €	
2.15	20	Ud. Tapa provisional para pozos, arquetas mediante tabloncillos de madera	13,98 €	279,58 €	
2.16	8	Ud. Señal de seguridad circular de D=60 cm., normalizada, con soporte metálico de acero galvanizado	98,54 €	788,36 €	
2.17	8	Ud. Señal de seguridad triangular de L=70 cm., normalizada, con tripode tubular	41,99 €	335,91 €	
2.18	4	Ud. Señal de seguridad manual a dos caras: Stop/Dirección obligatoria, tipo paleta	11,01 €	44,03 €	
2.19	500	Ud. Malla de polietileno alta densidad con tratamiento antiultravioleta, color naranja de 1,26 m de altura, incluido colocación y	0,37 €	183,17 €	
2.20	25	Ud. Pasarela para paso sobre zanjas	6,29 €	157,29 €	
2.21	8	Ud. Conos y balizas luminosas para señalización de desvíos y cortes provisionales de tráfico en caminos de accesos a la obra y caminos propios de la obra	13,63 €	109,04 €	
<b>TOTAL CAPÍTULO</b>				<b>3.759,64 €</b>	



PROYECTO DE EJECUCIÓN  
PLANTA FOTOVOLTAICA "PRADONUEVO"  
DE 3 MW DE POTENCIA  
T.M. VALDEMORO (MADRID)

Marzo 2023

**ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.**

**3.3. PREVENCIÓN Y PRIMEROS AUXILIOS**

<b>CAPÍTULO 3: PREVENCIÓN Y PRIMEROS AUXILIOS</b>				
POS.	UD.	CONCEPTO	P.UNIT.	TOTAL
3.01	2	Ud. Botiquín de urgencia para obra instalado	41,94 €	83,87 €
3.02	10	Ud. Reposición de material de botiquín de obra	14,76 €	147,64 €
3.03	10	Ud. Reconocimiento médico obligatorio	25,09 €	250,91 €
<b>TOTAL CAPÍTULO</b>				<b>482,43 €</b>

**3.4. INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR**

<b>CAPÍTULO 4: INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR</b>				
POS.	UD.	CONCEPTO	P.UNIT.	TOTAL
4.01	5	Ud. Mes de alquiler de caseta de servicios higiénicos con fosa séptica y limpieza periódica	80,38 €	401,90 €
4.02	5	Ud. Mes de alquiler de caseta prefabricada para vestuarios de obra de 6x2.35m, incluida instalación de fuerza y alumbrado	69,89 €	349,47 €
4.03	5	Ud. Mes de alquiler de caseta prefabricada para comedor de obra de 6x2.35m, incluida instalación de fuerza y alumbrado	69,89 €	349,47 €
4.04	5	Ud. Mes de alquiler de caseta prefabricada para uso de obra de 6x2.35m, incluida instalación de fuerza y alumbrado	69,89 €	349,47 €
4.04	5	Ud. Acometida provisional de electricidad a caseta de obra	14,73 €	73,67 €
4.05	2	Ud. Acometida provisional de saneamiento a caseta de obra	20,63 €	41,26 €
4.06	2	Ud. Acometida provisional de fontanería a caseta de obra	17,57 €	35,13 €
4.07	1	Ud. Calienta comidas para 50 servicios	23,00 €	23,00 €
4.08	3	Ud. Depósito de basuras de 800l	3,23 €	9,68 €
4.09	2	Ud. Pileta corrida construida en obra y dotada de tres grifos	14,76 €	29,53 €
4.10	15	H Equipo de limpieza y conservación de las instalaciones	12,30 €	184,48 €
4.11	10	Ud. Taquilla metálica individual con llave	10,48 €	104,84 €
4.12	1	Ud. Transporte de caseta prefabricada a obra, hasta una distancia de 100 Km. Incluso descarga y posterior recogida	465,78 €	465,78 €
4.13	2	Ud. Espejo para vestuarios y aseos, colocado	6,99 €	13,98 €
4.14	10	Ud. Percha para aseos o duchas en aseos en obra	1,05 €	10,47 €
4.15	2	Ud. Banco de polipropileno para cinco personas con soportes metálicos	10,86 €	21,72 €
4.16	1	Ud. Mesa metálica para comedor, capacidad para diez personas, colocada	11,74 €	11,74 €
<b>TOTAL CAPÍTULO</b>				<b>2.475,61 €</b>

**3.5. FORMACIÓN Y REUNIONES**

<b>CAPÍTULO 5: FORMACIÓN Y REUNIONES</b>				
POS.	UD.	CONCEPTO	P.UNIT.	TOTAL
5.01	10	H Formación de seguridad e higiene en el trabajo, considerando una hora a la semana realizado por encargo	6,37 €	63,73 €
5.02	1	H Comité de seguridad	13,60 €	13,60 €
5.03	12	H Costo mensual de conservación de instalaciones provisionales de obra	6,38 €	76,55 €
<b>TOTAL CAPÍTULO</b>				<b>153,88 €</b>



PROYECTO DE EJECUCIÓN  
PLANTA FOTOVOLTAICA "PRADONUEVO"  
DE 3 MW DE POTENCIA  
T.M. VALDEMORO (MADRID)

Marzo 2023

**ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.**

**3.6. PRESUPUESTO DE SEGURIDAD Y SALUD**

<b>Nº</b>	<b>CAPÍTULO</b>	<b>PRECIO</b>
1	<b>Protecciones Individuales</b>	1.647,38 €
2	<b>Protecciones Colectivas</b>	3.759,64 €
3	<b>Prevención y Primeros Auxilios</b>	482,43 €
4	<b>Instalaciones de Higiene y Bienestar</b>	2.475,61 €
5	<b>Formación y reuniones</b>	153,88 €
	<b>TOTAL SEGURIDAD Y SALUD</b>	<b>8.518,94 €</b>

Asciende el presupuesto del Estudio de Seguridad y Salud de este proyecto a **OCHO MIL QUINIENTOS DIECIOCHO EUROS CON NOVENTA Y CUATRO CÉNTIMOS (8.518,94€).**

Murcia, marzo de 2023

EL INGENIERO AUTOR DEL PROYECTO.

Ingeniero Industrial

COIIRM. Colegiado nº 1.074

SYNERGIA ENERGY SOLUTIONS, S.L



PROYECTO DE EJECUCIÓN  
PLANTA FOTOVOLTAICA “PRADONUEVO”  
DE 3 MW DE POTENCIA  
T.M. VALDEMORO (MADRID)

Marzo 2023

**ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.**

#### **4. PLANOS**

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

#### **EXCAVACIÓN. APERTURA DE ZANJAS**



PROYECTO DE EJECUCIÓN  
PLANTA FOTOVOLTAICA “PRADONUEVO”  
DE 3 MW DE POTENCIA  
T.M. VALDEMORO (MADRID)

Marzo 2023

**ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.**



PROYECTO DE EJECUCIÓN  
PLANTA FOTOVOLTAICA “PRADONUEVO”  
DE 3 MW DE POTENCIA  
T.M. VALDEMORO (MADRID)

Marzo 2023

**ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.**



PROYECTO DE EJECUCIÓN  
PLANTA FOTOVOLTAICA “PRADONUEVO”  
DE 3 MW DE POTENCIA  
T.M. VALDEMORO (MADRID)

Marzo 2023

**ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.**

**Profundidad de la zanja superior a 1,5 metros.**

	<p>PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA FOTOVOLTAICA “PRADONUEVO” DE 3 MW DE POTENCIA T.M. VALDEMORO (MADRID)</p>
<p>Marzo 2023</p>	<p><b>ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.</b></p>

**INSTALACIÓN ELÉCTRICA PROVISIONAL DE OBRA**



PROYECTO DE EJECUCIÓN  
PLANTA FOTOVOLTAICA "PRADONUEVO"  
DE 3 MW DE POTENCIA  
T.M. VALDEMORO (MADRID)

Marzo 2023

**ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.**

**MANIPULACIÓN MANUAL DE CARGAS**



PROYECTO DE EJECUCIÓN  
PLANTA FOTOVOLTAICA “PRADONUEVO”  
DE 3 MW DE POTENCIA  
T.M. VALDEMORO (MADRID)

Marzo 2023

**ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.**



PROYECTO DE EJECUCIÓN  
PLANTA FOTOVOLTAICA “PRADONUEVO”  
DE 3 MW DE POTENCIA  
T.M. VALDEMORO (MADRID)

Marzo 2023

**ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.**

**ORDEN Y LIMPIEZA**



PROYECTO DE EJECUCIÓN  
PLANTA FOTOVOLTAICA "PRADONUEVO"  
DE 3 MW DE POTENCIA  
T.M. VALDEMORO (MADRID)

Marzo 2023

**ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.**

**MAQUINARIA DE OBRA**

**Permanecer fuera del radio de acción de la  
maquinaria de obra**



PROYECTO DE EJECUCIÓN  
PLANTA FOTOVOLTAICA “PRADONUEVO”  
DE 3 MW DE POTENCIA  
T.M. VALDEMORO (MADRID)

Marzo 2023

**ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.**

**ELEMENTOS DE IZADO**

Esfuerzos soportados por asiento del gancho con pestillo de seguridad



PROYECTO DE EJECUCIÓN  
PLANTA FOTOVOLTAICA “PRADONUEVO”  
DE 3 MW DE POTENCIA  
T.M. VALDEMORO (MADRID)

Marzo 2023

**ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.**



PROYECTO DE EJECUCIÓN  
PLANTA FOTOVOLTAICA “PRADONUEVO”  
DE 3 MW DE POTENCIA  
T.M. VALDEMORO (MADRID)

Marzo 2023

**ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.**

**ESCALERAS**



PROYECTO DE EJECUCIÓN  
PLANTA FOTOVOLTAICA “PRADONUEVO”  
DE 3 MW DE POTENCIA  
T.M. VALDEMORO (MADRID)

Marzo 2023

**ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.**



PROYECTO DE EJECUCIÓN  
PLANTA FOTOVOLTAICA “PRADONUEVO”  
DE 3 MW DE POTENCIA  
T.M. VALDEMORO (MADRID)

Marzo 2023

**ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.**



PROYECTO DE EJECUCIÓN  
PLANTA FOTOVOLTAICA “PRADONUEVO”  
DE 3 MW DE POTENCIA  
T.M. VALDEMORO (MADRID)

Marzo 2023

**ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.**

**ANDAMIOS**



PROYECTO DE EJECUCIÓN  
PLANTA FOTOVOLTAICA “PRADONUEVO”  
DE 3 MW DE POTENCIA  
T.M. VALDEMORO (MADRID)

Marzo 2023

**ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.**



# **ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS.**



PROYECTO DE EJECUCIÓN  
PLANTA FOTOVOLTAICA “PRADONUEVO”  
DE 3 MW DE POTENCIA  
T.M. VALDEMORO (MADRID)

Marzo 2023

**ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS**

## ÍNDICE

1. OBJETO.....	3
2. ALCANCE .....	4
3. NORMATIVA Y RECOMENDACIONES APLICADAS.....	5
4. ESTIMACIÓN DE RESIDUOS GENERADOS .....	7
5. MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MINIMIZACIÓN DE LOS RESIDUOS A GENERAR.....	12
6. OPERACIONES DE REUTILIZACIÓN, VALORIZACIÓN O ELIMINACIÓN DE RESIDUOS GENERADOS. ....	15
7. MEDIDAS PARA LA SEPARACIÓN DE RESIDUOS.....	17
8. ESTIMACIÓN DE LOS RESIDUOS A GENERAR.....	18
9. PRESUPUESTO.....	24
10. CONCLUSIONES .....	25

	<p>PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA FOTOVOLTAICA “PRADONUEVO” DE 3 MW DE POTENCIA T.M. VALDEMORO (MADRID)</p>
Marzo 2023	<p><b>ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS</b></p>

## 1. OBJETO

El presente Estudio de Gestión de Residuos tiene como objeto establecer las directrices generales para la gestión de los residuos de construcción y demolición generados en la obra a la que se refiere.

Este Estudio se ha elaborado en cumplimiento del Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.

	<p>PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA FOTOVOLTAICA “PRADONUEVO” DE 3 MW DE POTENCIA T.M. VALDEMORO (MADRID)</p>
Marzo 2023	<b>ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS</b>

## 2. ALCANCE

Las medidas contempladas en este Estudio alcanzan a todos los trabajos a realizar en el presente Proyecto, y aplica la obligación de su cumplimiento a todas las personas de las distintas organizaciones que intervengan en la ejecución de los mismos.

	<p>PROYECTO DE EJECUCIÓN  <b>PLANTA FOTOVOLTAICA “PRADONUEVO”</b>  <b>DE 3 MW DE POTENCIA</b>  T.M. VALDEMORO (MADRID)</p>
Marzo 2023	<b>ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS</b>

### 3. **NORMATIVA Y RECOMENDACIONES APLICADAS**

Para la realización del presente estudio de gestión de residuos se ha tenido en cuenta la normativa que a continuación se relaciona con carácter enunciativo, pero no limitativo.

- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición, publicado en BOE número 38, de 13 de febrero de 2008.
- Real Decreto 396/2006, de 31 de marzo, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicables a los trabajos con riesgo de exposición al amianto, publicado en BOE número 86, de 11 de abril de 2006.
- Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos, publicada en BOE número 43 de 19 de febrero de 2002.
- Corrección de errores de la Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y lista europea de residuos, publicada en BOE número 61 de 12 de marzo de 2002.
- Real Decreto 833/1988, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento para la ejecución de la Ley 20/1986, Básica de Residuos Tóxicos y Peligrosos, publicada en BOE número 192, de 30 de julio de 1988.
- Real Decreto 952/1997, de 20 de junio, por el que se modifica el Reglamento para la ejecución de la Ley 20/1986, publicado en BOE número 160 de 5 de julio de 1997.
- Real Decreto 367/2010, de 26 de marzo, de modificación de diversos reglamentos del área de medio ambiente para su adaptación a la Ley 17/2009, de 23 de noviembre, sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio, y a la Ley 25/2009, de 22 de diciembre, de modificación de diversas leyes para su adaptación a la Ley de libre acceso a actividades de servicios y su ejercicio, publicada en BOE número 75, de 27 de marzo de 2010.
- Resolución de 20 de enero de 2009, de la Secretaría de Estado de Cambio Climático, por la que se publica el Acuerdo del Consejo de Ministros por el que

	<p style="text-align: center;"> PROYECTO DE EJECUCIÓN  PLANTA FOTOVOLTAICA “PRADONUEVO”  DE 3 MW DE POTENCIA  T.M. VALDEMORO (MADRID) </p>
Marzo 2023	<p style="text-align: center;"><b>ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS</b></p>

se aprueba el Plan Nacional Integrado de Residuos (PNIR) para el periodo 2008-2015, publicado en BOE número 49 de 26 de febrero de 2009.

- Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados, publicada en BOE número 181 de 29 de julio de 2011.



PROYECTO DE EJECUCIÓN  
PLANTA FOTOVOLTAICA “PRADONUEVO”  
DE 3 MW DE POTENCIA  
T.M. VALDEMORO (MADRID)

Marzo 2023

**ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS**

#### 4. ESTIMACIÓN DE RESIDUOS GENERADOS

Se analizan a continuación los residuos que se prevé generar durante las actividades de ejecución previstas.

Según la Lista Europea de Residuos (LER) (Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, por el que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos), los residuos se clasifican mediante códigos de seis cifras denominados códigos LER. A continuación, se enumeran los residuos con su código LER que se pueden generar una obra de estas características:

<b>01</b>	<b>RESIDUOS DE LA PROSPECCIÓN, EXTRACCIÓN DE MINAS Y CANTERAS Y TRATAMIENTOS FÍSICOS Y QUÍMICOS DE MINERALES.</b>	
01 01	Residuos de la extracción de minerales.	
01 01 01	Residuos de la extracción de minerales metálicos.	
01 01 02	Residuos de la extracción de minerales no metálicos.	
01 03	Residuos de la transformación física y química de minerales metálicos.	
01 03 04*	Estériles que generan ácidos procedentes de la transformación de sulfuros.	
01 03 05*	Otros estériles que contienen sustancias peligrosas.	
01 03 06	Estériles distintos de los mencionados en los códigos 01 03 04 y 01 03 05.	
01 03 07*	Otros residuos que contienen sustancias peligrosas procedentes de la transformación física y química de minerales metálicos.	
01 03 08	Residuos de polvo y arenilla distintos de los mencionados en el código 01 03 07.	
01 03 09	Lodos rojos de la producción de alúmina distintos de los mencionados en el código 01 03 07.	
01 03 99	Residuos no especificados en otra categoría.	
01 04	Residuos de la transformación física y química de minerales no metálicos.	
01 04 07*	Residuos que contienen sustancias peligrosas procedentes de la	



PROYECTO DE EJECUCIÓN  
**PLANTA FOTOVOLTAICA “PRADONUEVO”**  
 DE 3 MW DE POTENCIA  
 T.M. VALDEMORO (MADRID)

Marzo 2023

**ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS**

	transformación física y química de minerales no metálicos.	
01 04 08	Residuos de grava y rocas trituradas distintos de los mencionados en el código 01 04 07.	
01 04 09	Residuos de arena y arcillas.	
01 04 10	Residuos de polvo y arenilla distintos de los mencionados en el código 01 04 07.	
01 04 11	Residuos de la transformación de potasa y sal gema distintos de los mencionados en el código 01 04 07.	
01 04 12	Estériles y otros residuos del lavado y limpieza de minerales distintos de los mencionados en el código 01 04 07 y 01 04 11.	
01 04 13	Residuos del corte y serrado de piedra distintos de los mencionados en el código 01 04 07. 01 04 99 Residuos no especificados en otra categoría.	
01 05	Lodos y otros residuos de perforaciones.	
01 05 04	Lodos y residuos de perforaciones que contienen agua dulce.	
01 05 05*	Lodos y residuos de perforaciones que contienen hidrocarburos.	
01 05 06*	Lodos y otros residuos de perforaciones que contienen sustancias peligrosas	
01 05 07	Lodos y residuos de perforaciones que contienen sales de bario distintos de los mencionados en los códigos 01 05 05 y 01 05 06.	
01 05 08	Lodos y residuos de perforaciones que contienen cloruros distintos de los mencionados en los códigos 01 05 05 y 01 05 06.	
01 05 99	Residuos no especificados en otra categoría.	
<b>2</b>	<b>RESIDUOS DE LA AGRICULTURA, HORTICULTURA, ACUICULTURA, SILVICULTURA, CAZA Y PESCA</b>	
02 01 07	Residuos de la silvicultura	X
<b>15</b>	<b>RESIDUOS DE ENVASES, ABSORBENTES, TRAPOS DE LIMPIEZA, MATERIALES DE FILTRACIÓN Y ROPAS DE PROTECCIÓN NO ESPECIFICADOS EN OTRA CATEGORÍA</b>	
15 01	Envases (incluidos los residuos de envases de la recogida selectiva municipal).	
15 01 01	Envases de papel y cartón.	X
15 01 02	Envases de plástico.	X
15 01 03	Envases de madera.	



PROYECTO DE EJECUCIÓN  
**PLANTA FOTOVOLTAICA “PRADONUEVO”**  
 DE 3 MW DE POTENCIA  
 T.M. VALDEMORO (MADRID)

Marzo 2023

**ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS**

15 01 04	Envases metálicos.	
15 01 05	Envases compuestos.	
15 01 06	Envases mezclados.	
15 01 07	Envases de vidrio.	
15 01 09	Envases textiles.	
15 01 10*	Envases que contienen restos de sustancias peligrosas o están contaminados por ellas.	X
15 01 11*	Envases metálicos, incluidos los recipientes a presión vacíos, que contienen una matriz porosa sólida peligrosa (aerosoles).	X
15 02	Absorbentes, materiales de filtración, trapos de limpieza y ropas protectoras.	
15 02 02*	Absorbentes, materiales de filtración (incluidos los filtros de aceite no especificados en otra categoría), trapos de limpieza y ropas protectoras contaminados por sustancias peligrosas.	X
15 02 03	Absorbentes, materiales de filtración, trapos de limpieza y ropas protectoras distintos de los especificados en el código 15 02 02.	
<b>17</b>	<b>RESIDUOS DE LA CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN (INCLUIDA LA TIERRA EXCAVADA DE ZONAS CONTAMINADAS)</b>	
17 01	Hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos	
17 01 01	Hormigón	X
17 01 02	Ladrillos	X
17 01 03	Tejas y materiales cerámicos	
17 01 06*	Mezclas, o fracciones separadas, de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos que contienen sustancias peligrosas	
17 01 07	Mezclas de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos, distintas de las especificadas en el código 17 01 06 (3). Para el ámbito de esta lista, son metales de transición: escandio, vanadio, manganeso, cobalto, cobre, itrio, niobio, hafnio, tungsteno, titanio, cromo, hierro, níquel, zinc, circonio, molibdeno y tántalo. Estos metales o sus compuestos son peligrosos si aparecen clasificados como sustancias peligrosas.	
17 02	Madera, vidrio y plástico	
17 02 01	Madera	X
17 02 02	Vidrio	



PROYECTO DE EJECUCIÓN  
**PLANTA FOTOVOLTAICA “PRADONUEVO”**  
 DE 3 MW DE POTENCIA  
 T.M. VALDEMORO (MADRID)

Marzo 2023

**ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS**

17 02 03	Plástico	X
17 02 04*	Vidrio, plástico y madera que contienen sustancias peligrosas o están contaminados por ellas	
17 03	Mezclas bituminosas, alquitrán de hulla y otros productos alquitranados	
17 03 01*	Mezclas bituminosas que contienen alquitrán de hulla	
17 03 02	Mezclas bituminosas distintas de las especificadas en el código 17 03 01	
17 03 03*	Alquitrán de hulla y productos alquitranados	
17 04	Metales (incluidas sus aleaciones)	
17 04 01	Cobre, bronce, latón	
17 04 02	Aluminio	
17 04 03	Plomo	
17 04 04	Zinc	
17 04 05	Hierro y acero	X
17 04 06	Estaño	
17 04 07	Metales mezclados	
17 04 09*	Residuos metálicos contaminados con sustancias peligrosas	
17 04 10*	Cables que contienen hidrocarburos, alquitrán de hulla y otras sustancias peligrosas	
17 04 11	Cables distintos de los especificados en el código 17 04 10	X
17 05	Tierra (incluida la excavada de zonas contaminadas), piedras y lodos de drenaje)	
17 05 03*	Tierra y piedras que contienen sustancias peligrosas	
17 05 04	Tierra y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03	X
17 05 05*	Lodos de drenaje que contienen sustancias peligrosas	
17 05 06	Lodos de drenaje distintos de los especificados en el código 17 05 05	
17 05 07*	Balasto de vías férreas que contiene sustancias peligrosas	
17 05 08	Balasto de vías férreas distinto del especificado en el código 17 05 07	
17 06	Materiales de aislamiento y materiales de construcción que contienen amianto	
17 06 01*	Materiales de aislamiento que contienen amianto	



PROYECTO DE EJECUCIÓN  
**PLANTA FOTOVOLTAICA “PRADONUEVO”**  
 DE 3 MW DE POTENCIA  
 T.M. VALDEMORO (MADRID)

Marzo 2023

**ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS**

17 06 03*	Otros materiales de aislamiento que consisten en, o contienen, sustancias peligrosas	
17 06 04	Materiales de aislamiento distintos de los especificados en los códigos 17 06 01 y 17 06 03	
17 06 05	Materiales de construcción que contienen amianto	
17 08	Materiales de construcción a base de yeso	
17 08 01*	Materiales de construcción a base de yeso contaminados con sustancias peligrosas	
17 08 02	Materiales de construcción a base de yeso distintos de los especificados en el código 17 08 01	
17 09	Otros residuos de construcción y demolición	
17 09 01*	Residuos de construcción y demolición que contienen mercurio	
17 09 02*	Residuos de construcción y demolición que contienen PCB (por ejemplo, sellantes que contienen PCB, revestimientos de suelo a base de resinas que contienen PCB, acristalamientos dobles que contienen PCB, condensadores que contienen PCB)	
17 09 03*	Otros residuos de construcción y demolición (incluidos los residuos mezclados) que contienen sustancias peligrosas	
17 09 04	Residuos mezclados de construcción y demolición distintos de los especificados en los códigos 17 09 01, 17 09 02 y 17 09 03	X
20 02	Residuos de parques y jardines (incluidos los residuos de cementerios)	
20 02 01	Residuos biodegradables	
20 02 02	Tierra y piedras	
20 02 03	Otros residuos no biodegradables	
20 03	Otros residuos municipales	
20 03 01	Mezcla de residuos municipales.	X

La estimación de la cantidad de cada tipo de residuo que se generará en la obra, en toneladas y metros cúbicos se realizará en función de las categorías de la tabla anterior, por tipologías y por fases de la obra.

	<p>PROYECTO DE EJECUCIÓN  <b>PLANTA FOTOVOLTAICA “PRADONUEVO”</b>  <b>DE 3 MW DE POTENCIA</b>  T.M. VALDEMORO (MADRID)</p>
Marzo 2023	<b>ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS</b>

## **5. MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MINIMIZACIÓN DE LOS RESIDUOS A GENERAR.**

Las medidas de prevención de residuos en la obra están basadas en fomentar, en ese orden, su prevención, reutilización, reciclado y otras formas de valorización, asegurando que los destinados a operaciones de eliminación reciban un tratamiento adecuado, y contribuir a un desarrollo sostenible de la actividad de construcción. Se van a establecer medidas aplicables en las siguientes actividades de la obra:

- 1) Adquisición de materiales.
- 2) Comienzo de la obra.
- 3) Puesta en obra.
- 4) Almacenamiento en obra.

A continuación, se describen cada una de estas medidas:

- 1) Medidas de minimización en la adquisición de materiales.
  - La adquisición de materiales se realizará ajustando la cantidad a las mediciones reales de obra, ajustando lo máximo las mismas, para evitar la aparición de excedentes de material al final de la obra.
  - Se requerirá a las empresas suministradoras a que reduzcan la máxima la cantidad y volumen de embalajes. Se solicitará a los proveedores que el suministro en obra se realice con la menor cantidad de embalaje posible, renunciando a los aspectos decorativos superfluos.
  - Se primará la adquisición de materiales reciclables frente a otros de las mismas prestaciones, pero de difícil o imposible reciclado.
  - El suministro de los elementos metálicos y sus aleaciones, se realizará con las cantidades mínimas y estrictamente necesarias para la ejecución de la fase de la obra correspondiente.
  - Los suministros se adquirirán en el momento que la obra los requiera, de este modo, y con unas buenas condiciones de almacenamiento, se evitará que se estropeen y se conviertan en residuos.

	<p>PROYECTO DE EJECUCIÓN  <b>PLANTA FOTOVOLTAICA “PRADONUEVO”</b>  <b>DE 3 MW DE POTENCIA</b>  T.M. VALDEMORO (MADRID)</p>
Marzo 2023	<b>ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS</b>

2) Medidas de minimización en el comienzo de las obras.

- Se realizará una planificación previa a las excavaciones y movimiento de tierras para minimizar la cantidad de sobrantes por excavación y posibilitar la reutilización de la tierra en la propia obra o emplazamientos cercanos.
- Se destinará unas zonas determinadas al almacenamiento de tierras y de movimiento de maquinaria para evitar compactaciones excesivas del terreno.
- El personal tendrá una formación adecuada respecto al modo de identificar, reducir y manejar correctamente los residuos que se generen según el tipo.

3) Medidas de minimización en la puesta en obra.

- En caso de ser necesario excavaciones, éstas se ajustarán a las dimensiones específicas del proyecto, atendiendo a las cotas marcadas en los planos constructivos.
- En el caso de que existan sobrantes de hormigón se utilizarán en las partes de la obra que se prevea para estos casos como hormigón de limpieza, bases, rellenos, etc.
- Se vaciarán por completo los recipientes que contengan los productos antes de su limpieza o eliminación, especialmente si se trata de residuos peligrosos.
- En la medida de lo posible, se favorecerá la elaboración de productos en taller frente a los realizados en la propia obra, que habitualmente generan mayor cantidad de residuos.
- Se evitará el deterioro de aquellos envases o soportes de materiales que puedan ser reutilizados como los palés, para poder ser devueltos al proveedor.
- Se evitará la producción de residuos de naturaleza pétreo (grava, hormigón, arena, etc) ajustando previamente lo máximo posible los volúmenes de materiales necesarios.
- Los medios auxiliares y embalajes de madera procederán de madera recuperada y se utilizarán tantas veces como sea posible, hasta que estén deteriorados. En ese momento se separarán para su reciclaje o tratamiento



PROYECTO DE EJECUCIÓN  
PLANTA FOTOVOLTAICA “PRADONUEVO”  
DE 3 MW DE POTENCIA  
T.M. VALDEMORO (MADRID)

Marzo 2023

**ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS**

posterior. Se mantendrán separados del resto de residuos para que no sean contaminados.

- Los encofrados se reutilizarán tantas veces como sea posible.
- Los perfiles y barras de las armaduras deben de llegar a la obra con las medidas necesarias, listas para ser colocadas, y a ser posible, dobladas y montadas. De esta manera no se generarán residuos de obra. Para reutilizarlos, se preverán las etapas de obras en las que se originará más demanda y en consecuencia se almacenarán.
- En el caso de piezas o materiales que vengan dentro de embalajes, se abrirán los embalajes justos para que los sobrantes queden dentro de sus embalajes.
- Además, respecto a los embalajes y los plásticos la opción preferible es la recogida por parte del proveedor del material. En cualquier caso, no se ha de quitar el embalaje de los productos hasta que no sean utilizados, y después de usarlos, se guardarán inmediatamente.

4) Medidas de minimización del almacenamiento en obra:

- Se almacenarán los materiales correctamente para evitar su deterioro y transformación en residuo.
- Se ubicará un espacio como zona de corte para evitar dispersión de residuos y aprovechar, siempre que sea viable, los restos de ladrillos, bloques de cemento, etc.
- Se designarán las zonas de almacenamiento de los residuos, y se mantendrán señalizadas correctamente.
- Se realizará una clasificación correcta de los residuos según se haya establecido en el estudio y plan previo de gestión de residuos.
- Se realizará una vigilancia y seguimiento del correcto almacenamiento y gestión de los residuos.

En caso de que se adopten otras medidas para la optimización de la gestión de los residuos de la obra, se le comunicará al director de obra para su conocimiento y aprobación. Estas medidas no supondrán menoscabo de la calidad de la obra.



PROYECTO DE EJECUCIÓN  
**PLANTA FOTOVOLTAICA “PRADONUEVO”**  
 DE 3 MW DE POTENCIA  
 T.M. VALDEMORO (MADRID)

Marzo 2023

**ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS**

**6. OPERACIONES DE REUTILIZACIÓN, VALORIZACIÓN O ELIMINACIÓN DE RESIDUOS GENERADOS.**

A continuación, se describe cuál va a ser la gestión de los residuos que se pueden generar en este tipo de obra, se muestra una tabla con los destinos y tratamiento de cada uno de ellos:

Código LER	Residuo	Tratamiento	Destino
02 01 07	Residuos de la silvicultura	Valorización/ vertedero	Utilización en emplazamientos cercanos/ traslado a vertedero
15 01 01	Envases de papel y cartón	Recogida mediante sistema integrado de gestión (SIG)	Planta de reciclaje
15 01 02	Envases de plástico.	Recogida mediante sistema integrado de gestión (SIG)	Planta de reciclaje
15 01 10	Envases vacíos de metal o plástico contaminados.	Según gestor autorizado	Gestor autorizado
15 01 11	Aerosoles.	Según gestor autorizado	Gestor autorizado
15 02 02	Absorbentes contaminados. Principalmente serán trapos de limpieza contaminados	Según gestor autorizado	Gestor autorizado
17 01 01	Hormigón	Reciclado/ vertedero	Plantas de reciclaje RCD/ vertedero RCD
17 01 02	Ladrillos	Reciclado/ vertedero	Plantas de reciclaje RCD/ vertedero RCD
17 05 04	Tierras y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03	Sin tratamiento específico.	Restauración/ vertedero
17 04 05	Metales: hierro y acero.	Valorización	Reciclaje o recuperación de metales y de compuestos metálicos.
17 09 04	Residuos mezclados de construcción / demolición que no contenga sustancias peligrosas.	Reciclado/ vertedero	Plantas de reciclaje RCD/ vertedero RCD
17 02 01	Madera	Reciclado/ valorización	Planta de reciclaje/ Planta de valorización energética.
17 02 03	Plástico	Reciclado/ valorización	Plantas de reciclaje RCD/ vertedero RCD
17 04 11	Cables que no contienen hidrocarburos, alquitrán de hulla u otras sustancias peligrosas.	Valorización	Reciclaje o recuperación de metales y de compuestos metálicos.
20 03 01	Mezcla de residuos municipales.	Valorización/ eliminación	Planta de tratamiento/ vertedero



PROYECTO DE EJECUCIÓN  
PLANTA FOTOVOLTAICA “PRADONUEVO”  
DE 3 MW DE POTENCIA  
T.M. VALDEMORO (MADRID)

Marzo 2023

**ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS**

Cada residuo, será almacenado en la obra según su naturaleza, y se depositarán en el lugar destinado a tal fin, según se vayan generando.

Los residuos no peligrosos se almacenarán temporalmente en contenedores metálicos o sacos industriales según el volumen generado previsto, en la ubicación previamente designada.

También se depositarán en contenedores o en sacos independientes los residuos valorizables como metales o maderas para facilitar su posterior gestión.

Todos los contenedores o sacos industriales que se utilicen en las obras, tendrán que estar identificados según el tipo de residuo o residuos que van a contener. Estos contenedores, tendrán que estar marcados además con el titular del contenedor, su razón social y su código de identificación fiscal, además del número de inscripción en el registro de transportistas de residuos. El responsable de la obra adoptará medidas para evitar que se depositen residuos ajenos a la propia obra.

Los residuos sólidos urbanos (RSU) se recogerán en contenedores específicos para ello, se ubicarán donde determine la normativa municipal. Se puede solicitar permiso para el uso de contenedores cercanos o contratar el servicio de recogida con una empresa autorizada por el ayuntamiento.

Los residuos cuyo destino sea el depósito en vertedero autorizado deberán ser trasladados y gestionados según marca la legislación.

Los residuos peligrosos que se generen en la obra se almacenarán en recipientes cerrados y señalizados, bajo cubierto. El almacenamiento se realizará siguiendo la normativa específica de residuos peligrosos, es decir, se almacenarán en envases convenientemente identificados especificando en su etiquetado el nombre del residuo, código LER, nombre y dirección del productor y pictograma de peligro. Serán gestionados posteriormente mediante gestor autorizado de residuos peligrosos.

Se deberá tener constancia de las autorizaciones de los gestores de los residuos, de los transportistas y de los vertederos.



PROYECTO DE EJECUCIÓN  
PLANTA FOTOVOLTAICA “PRADONUEVO”  
DE 3 MW DE POTENCIA  
T.M. VALDEMORO (MADRID)

Marzo 2023

**ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS**

## 7. MEDIDAS PARA LA SEPARACIÓN DE RESIDUOS

Según lo indicado por el R.D. 105/2008 en su artículo 5, los residuos de construcción y demolición deberán separarse en las siguientes fracciones, cuando, de forma individualizada para cada una de dichas fracciones, la cantidad prevista de generación para el total de la obra supere las siguientes cantidades:

- |                                |       |
|--------------------------------|-------|
| – Hormigón:                    | 80 t  |
| – Ladrillos, tejas, cerámicos: | 40 t  |
| – Metal:                       | 2 t   |
| – Madera:                      | 1 t   |
| – Vidrio:                      | 1 t   |
| – Plástico:                    | 0,5 t |
| – Papel y cartón:              | 0,5 t |

La separación en fracciones se llevará a cabo preferentemente por el poseedor de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra en que se produzcan.

Cuando por falta de espacio físico en la obra no resulte técnicamente viable efectuar dicha separación en origen, el poseedor podrá encomendar la separación de fracciones a un gestor de residuos en una instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra. En este último caso, el poseedor deberá obtener del gestor de la instalación documentación acreditativa de que éste ha cumplido, en su nombre, con esta obligación.

En caso de no alcanzar las cantidades mínimas de cada fracción, dichos residuos se pueden almacenar conjuntamente, pero siempre de forma señalizada y dentro de los espacios preparados para ello.

	PROYECTO DE EJECUCIÓN <b>PLANTA FOTOVOLTAICA “PRADONUEVO”</b> <b>DE 3 MW DE POTENCIA</b> T.M. VALDEMORO (MADRID)
Marzo 2023	<b>ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS</b>

## 8. ESTIMACIÓN DE LOS RESIDUOS A GENERAR.

Los trabajos de construcción de una obra dan lugar a una amplia variedad de residuos. Previamente al inicio de los trabajos es necesario estimar el volumen de residuos que se producirán, organizar las áreas y los contenedores de segregación y recogida de los residuos, e ir adaptando dicha logística a medida que avanza la ejecución de los trabajos.

Antes de que se produzcan los residuos, hay que estudiar su posible reducción, reutilización y reciclado.

Atendiendo a las características del proyecto de la Planta Solar Fotovoltaica, así como del emplazamiento, todos los residuos generados serán de obra nueva, no existiendo residuos de demolición de obras o instalaciones preexistentes.

Se ha realizado la siguiente agrupación de residuos según la siguiente tipología:

Tipo I. Residuos vegetales procedentes del desbroce y/o acondicionamiento del terreno.

Tipo II. Tierras y pétreos de la excavación.

Tipo III. Residuos inertes de naturaleza pétreo resultantes de la ejecución de la obra (ni tierras, ni pétreos de la excavación).

Tipo IV. Residuos de naturaleza no pétreo resultantes de la ejecución de la obra.

Tipo V. Residuos potencialmente peligrosos y otros.

Esta tipología se ha establecido para este proyecto concreto, pudiendo variar para otros proyectos y emplazamientos.

A continuación, se describen las diferentes tipologías de residuos que se han establecido.

### **Tipo I. Residuos vegetales procedentes del desbroce y/o acondicionamiento del terreno.**

La primera labor de obra consistirá en el desbroce de los terrenos en las áreas de actuación.

La vegetación afectada, corresponde en su totalidad a un porte herbáceo.

Es posible, bien sea porque no pueda ser valorizado en su totalidad, o bien, la época no sea la adecuada para su reincorporación al terreno por riesgo de incendio, que deba ser retirada a vertedero.

	PROYECTO DE EJECUCIÓN <b>PLANTA FOTOVOLTAICA “PRADONUEVO”</b> <b>DE 3 MW DE POTENCIA</b> T.M. VALDEMORO (MADRID)
Marzo 2023	<b>ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS</b>

### **Tipo II. Tierras y pétreos de la excavación.**

Son residuos generados en el transcurso de las obras, siendo resultado de los excedentes de excavación de los movimientos de tierra generados en las mismas. Así, se trata de las tierras y materiales pétreos, no contaminados, procedentes de obras de excavación.

El terreno sobre el que se implantará la planta tiene una orografía adecuada, por lo que no hará falta realizar movimiento de tierras para la explanación.

Las zanjas a realizar para los cables tendrán unas dimensiones de 0,850 m de profundidad y 0,40 m de ancho. Sobre esta zanja se tenderán los cables a la profundidad adecuada para a continuación rellenar la misma con el material procedente de la misma excavación.

En el proyecto del que es objeto el presente estudio se ha considerado la reutilización de parte de las tierras procedentes de la excavación de las zanjas y de centros de transformación. Se aprovecharán al máximo estas tierras de excavación en la creación de terraplenes y de caminos cuando sea requerido.

Lo que no sea posible reutilizar se enviará a graveras de la zona o a vertederos.

### **Tipo III. Residuos inertes de naturaleza pétreo resultantes de la ejecución de la obra (ni tierras, ni pétreos de la excavación).**

Dentro de este tipo se han incluido los residuos generados principalmente en las actividades propias del sector de la construcción relativos a la obra civil, tales como gravas, arenas, restos de hormigones y bloques de hormigón, ladrillos, y mezclas de los mismos, entre otros.

La solución seleccionada para la instalación de los postes que sustentarán tanto la estructura como los paneles fotovoltaicos es el hincado directo. De esta forma, se generará una menor cantidad de residuo de hormigón.

Las centrales de potencia se instalarán sobre una losa de hormigón. En su diseño en forma de bancada tendrá en cuenta una leve pendiente para evacuación de aguas. Esta losa tendrá un espesor de 0,30 metros, extendida sobre hormigón de limpieza.

Este tipo de residuos se almacenan separados del resto y se gestionan como residuo no peligroso por gestor autorizado, siempre y cuando no puedan ser retirados por el contratista y reutilizados en otra obra.

	PROYECTO DE EJECUCIÓN <b>PLANTA FOTOVOLTAICA “PRADONUEVO”</b> <b>DE 3 MW DE POTENCIA</b> T.M. VALDEMORO (MADRID)
Marzo 2023	<b>ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS</b>

**Tipo IV. Residuos de naturaleza no pétreo resultantes de la ejecución de la obra.**

Dentro de esta tipología se han incluido muchos residuos que son reciclables, tales como son la madera, metales, vidrio, papel, etc., si bien se incluyen también otros que son enviados a vertedero o planta de tratamiento, pero inertes. Se incluyen también los restos de asfaltado de viales.

En función de la cantidad generada, se podrá optar por la reutilización (maderas para encofrado, etc.) o reciclado (metales, vidrio, etc.), siendo el resto gestionados como residuo no peligroso.

**Tipo V. Residuos Potencialmente peligrosos y otros.**

Se han agrupado en este tipo los residuos asimilables a urbanos y los potencialmente peligrosos.

A continuación, se incluye una estimación aproximada de la cantidad de residuos que se podrían generar:

**Residuos vegetales procedentes del desbroce y/o acondicionamiento del terreno.**

– 02 01 07 Residuos de la silvicultura.

Correspondiente al desbroce de la vegetación presente en la zona de actuación.

El volumen aproximado que se podría generar es de  $(58.274 \text{ m}^2 * 0,1 \text{ m})$   $5.827 \text{ m}^3$ .

Se estima, que la valoración no se podrá realizar en su totalidad y que la tercera parte habrá de ser retirada a un vertedero, por lo que el volumen que son se podrá valorizar será de  $1.942 \text{ m}^3$ .

Estimando un esponjamiento de 1,3 veces el volumen y una densidad de  $0,02 \text{ t/m}^3$ :

$$\text{RCD VOLUMEN TOTAL} = 1.942 \text{ m}^3 \times 1,3 = 2.525 \text{ m}^3$$

$$\text{RCD PESO TOTAL} = 2.525 \text{ m}^3 \times 0,02 \text{ t/m}^3 = 51 \text{ t}$$

**Tierras y pétreos procedentes de demolición.**

• RCD de naturaleza pétreo

– 17 01 01 Hormigón y 17 01 02 Ladrillos.

Al no haber demoliciones no se esperan residuos de esta naturaleza.

	<p>PROYECTO DE EJECUCIÓN  <b>PLANTA FOTOVOLTAICA “PRADONUEVO”</b>  DE 3 MW DE POTENCIA  T.M. VALDEMORO (MADRID)</p>
<p>Marzo 2023</p>	<p><b>ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS</b></p>

**Tierras y pétreos procedentes de excavación.**

- 17 05 04 Tierras limpias y materiales pétreos

Corresponde a las tierras sobrantes de las excavaciones:

- Zanjas para cableado: Volumen total 872 m<sup>3</sup>.
  - Canalización de red eléctrica y de tierras de la planta fotovoltaica:  
0,85 m x 0,40 m x 714 m = 243 m<sup>3</sup>
  - Canalización de seguridad y SSAA:  
0,80 m x 0,4 m x 1090 m = 349 m<sup>3</sup>
  - Línea de evacuación:  
0,85 m x 0,4 m x 825 m = 281 m<sup>3</sup>

El volumen de excavación total es 872 m<sup>3</sup>, de los cuales, se reutiliza en la propia obra un 90%, por lo cual como residuo se gestionarán 87 m<sup>3</sup>.

Estimando un esponjamiento de 1,3 veces el volumen y una densidad de 1,8 t/m<sup>3</sup>:

$$\text{RCD VOLUMEN TOTAL} = 87 \text{ m}^3 \times 1,3 = 113 \text{ m}^3$$

$$\text{RCD PESO TOTAL} = 113 \text{ m}^3 \times 1,8 \text{ t/m}^3 = 204 \text{ t}$$

**RCD resultantes de la ejecución de la obra.**

- RCD de naturaleza pétreo.

- 17 01 01 Hormigón

El hormigón que se genera como residuo será el sobrante de:

$$\text{Hormigonado Centro de Transformación: } 38,5 \times 0,3 = 12 \text{ m}^3$$

$$\text{Hormigonado vallado: } 1090 \times 0,4 \times 0,4 / 3 = 58 \text{ m}^3$$

Para el hormigonado se utiliza un total de: 70 m<sup>3</sup>, de los cuales se estima que se generará como residuo un 1%, es decir, 0,7 m<sup>3</sup>.

Siendo el esponjamiento del hormigón de 1,75 veces el volumen y la densidad de 2,5 t/m<sup>3</sup>:

$$\text{RCD VOLUMEN TOTAL} = 0,7 \text{ m}^3 \times 1,75 = 1,2 \text{ m}^3$$

$$\text{RCD PESO TOTAL} = 1,2 \text{ m}^3 \times 2,5 \text{ t/m}^3 = 3,0 \text{ t}$$

- 17 01 02 Ladrillos

En esta obra no será necesario el uso de ladrillos.

- RCD de naturaleza no pétreo.

- 17 02 01 Madera

	<p>PROYECTO DE EJECUCIÓN  <b>PLANTA FOTOVOLTAICA “PRADONUEVO”</b>  <b>DE 3 MW DE POTENCIA</b>  T.M. VALDEMORO (MADRID)</p>
Marzo 2023	<b>ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS</b>

Puede generarse por su presencia en palets de entrega de equipos, si bien será retirado por gestor autorizado para su posterior revalorización, por lo cual no genera ningún residuo.

– 17 02 02 Vidrio

Puede generarse si bien será retirado por gestor autorizado para su posterior revalorización, por lo cual no genera ningún residuo.

– 17 02 03 Plásticos. Tubos de PVC

Puede generarse si bien será retirado por gestor autorizado para su posterior revalorización, por lo cual no genera ningún residuo.

– 17 04 05 Hierro y acero

En el caso de generarse este material metálico será retirado por gestor autorizado para su posterior revalorización, por lo cual no genera ningún residuo.

– 17 04 11 Cables sin sustancias peligrosas

Puede generarse si bien será retirado por gestor autorizado para su posterior revalorización, por lo cual no genera ningún residuo.

**Otros residuos:**

– 15 01 01 Papel y cartón.

Pueden generarse este tipo de residuos, ya que serán necesarios embalajes de materiales y equipos. En este caso será retirado por gestor autorizado para su posterior reciclaje, por lo cual no genera ningún residuo.

– 15 01 02 Plásticos.

Pueden generarse este tipo de residuos, ya que serán necesarios embalajes de materiales y equipos. En este caso será retirado por gestor autorizado para su posterior revalorización, por lo cual no genera ningún residuo.

En esta obra se estima también que podrán generarse residuos peligrosos, por ello se va a considerar una partida alzada para la posible gestión de los mismos, entre ellos:

- Absorbentes contaminados.
- Aerosoles vacíos.
- Envases vacíos de metal o Plástico contaminado.



PROYECTO DE EJECUCIÓN  
PLANTA FOTOVOLTAICA "PRADONUEVO"  
DE 3 MW DE POTENCIA  
T.M. VALDEMORO (MADRID)

Marzo 2023

**ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS**

- Residuos de pintura y barniz que contienen disolventes orgánicos u otras sustancias peligrosas.
- Otros.

Residuos vegetales procedentes del desbroce del terreno.

		m <sup>3</sup>	t
02 01 07	Residuos de la silvicultura.	2.525	51

Tierras y pétreos procedentes de demolición.

		m <sup>3</sup>	t
17 01 01 y/o 17 01 02	Hormigón y/o ladrillos.	0	0

Tierras y pétreos procedentes de la excavación.

		m <sup>3</sup>	t
17 05 04	Tierras de excavación.	113	204

Resultantes de la ejecución de la obra.

RCD: Naturaleza pétreo		m <sup>3</sup>	T
17 01 01	Hormigón	1,22	3,05

	<b>PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA FOTOVOLTAICA “PRADONUEVO” DE 3 MW DE POTENCIA T.M. VALDEMORO (MADRID)</b>
Marzo 2023	<b>ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS</b>

## 9. PRESUPUESTO.

A continuación, se muestra el precio unitario de gestión de residuos:

Tipos de almacenamiento de residuos, incluyendo alquiler, transporte, tasas y gestión	Precio (€)	Precio/ volumen
1 saca de 1 m <sup>3</sup>	50	50 €/ m <sup>3</sup>
1 bidón de 1 m <sup>3</sup>	100	100 €/ m <sup>3</sup>
1 contenedor de media capacidad (8 m <sup>3</sup> )	120	15 €/ m <sup>3</sup>
1 contenedor de alta capacidad (12 m <sup>3</sup> )	200	12,5 €/ m <sup>3</sup>
1 carga de camión de transporte de hasta 10 t	58	8 €/ m <sup>3</sup>

Presupuesto parcial:

Descripción	Cantidad (m <sup>3</sup> )	Cantidad (t)	Tipo	Precio unitario (€)	Unidades	Precio Total (€)
Restos de silvicultura.	2.525	51	Camión	58	6	348,00
Hormigón o ladrillo de demolición	0	0		0	0	0,00
Tierras de excavación.	113	204	Camión	58	21	1.218,00
Hormigón	1,22	3,05	Contenedor	120	1	120,00
<b>Residuos peligrosos.</b>						
Residuos peligrosos	p.a.					1.900 €
<b>Total</b>						<b>3.586 €</b>

El presupuesto para la gestión de residuos del proyecto de la planta fotovoltaica “Pradonuevo”, asciende a la cantidad de **TRES MIL QUINIENTOS OCHENTA Y SEIS EUROS (3.586 €)**.

	<p>PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA FOTOVOLTAICA “PRADONUEVO” DE 3 MW DE POTENCIA T.M. VALDEMORO (MADRID)</p>
Marzo 2023	<b>ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS</b>

## 10. CONCLUSIONES

Con lo expuesto en la memoria y documentos adjuntos, se considera suficientemente descrita la gestión de los residuos objeto de este estudio.

Murcia, marzo de 2023  
EL INGENIERO AUTOR DEL PROYECTO.

Ingeniero Industrial  
COIIRM. Colegiado nº 1.074  
SYNERGIA ENERGY SOLUTIONS, S.L.



# **ANEJO I. CÁLCULOS.**



PROYECTO DE EJECUCIÓN  
PLANTA FOTOVOLTAICA “PRADONUEVO”  
DE 3 MW DE POTENCIA  
T.M. VALDEMORO (MADRID)

Marzo 2023

**ANEJO I. CÁLCULOS**

**ÍNDICE**

<b>1. OBJETO .....</b>	<b>4</b>
<b>2. INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN.....</b>	<b>5</b>
2.1. DIMENSIONADO PLANTA.....	5
2.2. CÁLCULO DE CONDUCTORES.....	6
2.2.1. CALENTAMIENTO. ....	6
2.2.2. CAÍDA DE TENSIÓN.....	7
2.2.3. CONDUCTORES DE CC. ....	9
2.2.4. CONDUCTORES DE CA.....	9
2.3. SELECCIÓN DE PROTECCIONES. ....	11
2.3.1. PROTECCIÓN CONTRA SOBRETENSIONES. ....	11
2.3.2. PROTECCIONES CONTRA CONTACTOS INDIRECTOS. ....	13
2.3.3. DISTRIBUCIÓN DE CUADROS Y PROTECCIONES. ....	14
<b>3. CONDUCTORES MT.....</b>	<b>15</b>
3.1. PREVISIÓN DE POTENCIA.....	15
3.2. CÁLCULO DE CONDUCTORES.....	16
3.2.1. CAÍDA DE TENSIÓN.....	16
3.2.2. PÉRDIDA DE POTENCIA EN LA LÍNEA. ....	17
3.2.3. INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE DE CORTOCIRCUITO. ....	19
<b>4. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.....</b>	<b>21</b>
4.1. INTENSIDAD EN M.T.....	21
4.2. INTENSIDADES EN B.T. ....	21
4.3. CORTOCIRCUITO. ....	21
4.3.1. CÁLCULO DE LAS CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO M.T. ....	22
4.3.2. CÁLCULO DE LAS CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO EN B.T. ....	22
4.4. DIMENSIONADO DEL EMBARRADO. ....	22
4.4.1. COMPROBACIÓN POR DENSIDAD DE CORRIENTE. ....	23
4.4.2. COMPROBACIÓN POR SOLICITACIÓN ELECTRODINÁMICA.....	23



PROYECTO DE EJECUCIÓN  
PLANTA FOTOVOLTAICA “PRADONUEVO”  
DE 3 MW DE POTENCIA  
T.M. VALDEMORO (MADRID)

Marzo 2023

**ANEJO I. CÁLCULOS**

4.5.	PROTECCIÓN CONTRA SOBRECARGAS Y CORTOCIRCUITOS. ....	23
4.6.	DIMENSIONADO DE LOS PUENTES DE CONEXIÓN. ....	23
4.7.	CÁLCULO DE INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA. ....	24
4.7.1.	CARACTERÍSTICAS DEL SUELO. ....	26
4.7.2.	DETERMINACIÓN DE LAS CORRIENTES MÁXIMAS DE PUESTA A TIERRA Y DEL TIEMPO MÁXIMO DE ELIMINACIÓN DEL DEFECTO. ....	26
4.7.3.	DISEÑO PRELIMINAR DE LA INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA. ....	27
4.7.4.	CÁLCULO DE LA RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA Y DE LAS TENSIONES DE PASO Y CONTACTO. ....	28
4.7.5.	COMPROBACIÓN DE QUE LAS TENSIONES DE PASO Y CONTACTO CALCULADAS SEAN INFERIORES A LOS VALORES MÁXIMOS ADMISIBLES. ....	30
4.8.	INVESTIGACIÓN DE LAS TENSIONES TRANSFERIBLES AL EXTERIOR. ....	31
<b>5.</b>	<b>CÁLCULO DE LA PRODUCCIÓN ANUAL ESPERADA. ....</b>	<b>32</b>
<b>6.</b>	<b>JUSTIFICACIÓN DE LAS PRESCRIPCIONES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS DE ACUERDO AL RD. 337/2014, DE 9 DE MAYO. ....</b>	<b>34</b>
<b>7.</b>	<b>ESTUDIO DE CAMPOS MAGNÉTICOS EN LAS PROXIMIDADES DE LA INSTALACIÓN. SEGÚN RD 337/2014, DE 9 DE MAYO. ....</b>	<b>38</b>
7.1.	CÁLCULO DEL FLUJO MAGNÉTICO EN LA INSTALACIÓN. ....	41
7.1.1.	CAMPO MAGNÉTICO GENERADO POR LOS CONDUCTORES. ....	41
7.1.2.	CAMPO MAGNÉTICO GENERADO POR LOS CONDUCTORES SUBTERRÁNEOS. ....	44
7.1.3.	CAMPO MAGNÉTICO GENERADO POR LOS CONDUCTORES EN LOS PUENTES DEL TRANSFORMADOR. ....	45
7.1.4.	CAMPO MAGNÉTICO GENERADO POR LAS CONEXIONES A LAS BORNAS DEL TRANSFORMADOR. ....	46
<b>8.</b>	<b>VENTILACIÓN. CUMPLIMIENTO DEL APARTADO 4.4 DE LA ITC RAT 14. ....</b>	<b>49</b>
<b>9.</b>	<b>CUMPLIMIENTO DE LOS LÍMITES DE RUIDO SEGÚN RD 337/2014 DE 9 DE MAYO. ....</b>	<b>52</b>



PROYECTO DE EJECUCIÓN  
PLANTA FOTOVOLTAICA “PRADONUEVO”  
DE 3 MW DE POTENCIA  
T.M. VALDEMORO (MADRID)

Marzo 2023

**ANEJO I. CÁLCULOS**

**1. OBJETO**

El objeto de este Documento es establecer los cálculos necesarios que justifican la elección de los elementos que componen las instalaciones proyectadas.



PROYECTO DE EJECUCIÓN  
PLANTA FOTOVOLTAICA “PRADONUEVO”  
DE 3 MW DE POTENCIA  
T.M. VALDEMORO (MADRID)

Marzo 2023

ANEJO I. CÁLCULOS

## 2. INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN.

### 2.1. Dimensionado planta.

De la ficha de características del módulo fotovoltaico seleccionado, se extraen los parámetros eléctricos:

ELECTRICAL DATA (STC)						
Model Number	RSM132-8-635BMDG	RSM132-8-640BMDG	RSM132-8-645BMDG	RSM132-8-650BMDG	RSM132-8-655BMDG	RSM132-8-660BMDG
Rated Power in Watts-Pmax(Wp)	635	640	645	650	655	660
Open Circuit Voltage-Voc(V)	44.89	45.09	45.29	45.49	45.69	45.89
Short Circuit Current-Isc(A)	18.03	18.08	18.13	18.18	18.23	18.28
Maximum Power Voltage-Vmpp(V)	37.32	37.51	37.69	37.87	38.05	38.23
Maximum Power Current-Impp(A)	17.02	17.07	17.12	17.17	17.22	17.27
Module Efficiency (%) *	20.4	20.6	20.8	20.9	21.1	21.2

STC: Irradiance 1000 W/m<sup>2</sup>, Cell Temperature 25°C, Air Mass AM1.5 according to EN 60904-3.  
Bifacial factor: 70%±5 \* Module Efficiency (%): Round-off to the nearest number

Electrical characteristics with 10% rear side power gain						
	RSM132-8-635BMDG	RSM132-8-640BMDG	RSM132-8-645BMDG	RSM132-8-650BMDG	RSM132-8-655BMDG	RSM132-8-660BMDG
Total Equivalent power -Pmax (Wp)	699	704	710	715	721	726
Open Circuit Voltage-Voc(V)	44.89	45.09	45.29	45.49	45.69	45.89
Short Circuit Current-Isc(A)	19.83	19.89	19.94	20.00	20.05	20.11
Maximum Power Voltage-Vmpp(V)	37.32	37.51	37.69	37.87	38.05	38.23
Maximum Power Current-Impp(A)	18.72	18.78	18.83	18.89	18.94	19.00


Dado que el módulo seleccionado es bifacial, se han seleccionado los valores correspondientes a una ganancia del 10%.

Lo primero será comprobar que los string elegidos cumplen con la tensión máxima de entrada al inversor:

Dentro del string, los módulos se conectan en serie, por lo que se suman sus tensiones a circuito abierto:

$$V = n \times V_{oc} = 32 \times 45,49 = 1.455,68 \text{ V}$$

Aplicando la corrección por temperatura respecto a la temperatura en condiciones STC. De los datos climatológicos del sitio de la instalación, se obtiene que la temperatura mínima anual en la que el nivel de radiación se acerca a los 1.000 w/m<sup>2</sup> que se necesitan para alcanzar las condiciones

	PROYECTO DE EJECUCIÓN <b>PLANTA FOTOVOLTAICA “PRADONUEVO”</b> <b>DE 3 MW DE POTENCIA</b> <b>T.M. VALDEMORO (MADRID)</b>
Marzo 2023	<b>ANEJO I. CÁLCULOS</b>

estándar, es de 13°C. Realizando corrección de la tensión  $V_{oc}$  para esta temperatura, se obtiene que:

Según la ficha técnica del módulo seleccionado:  $\Delta V_{oc} = -0,25\%/^{\circ}C$

Resultará una tensión corregida por string  $V_{oc} (12^{\circ}C) = 1.499,35 V$  (por debajo de la máxima de diseño de 1500V).

## **2.2. Cálculo de conductores.**

Los cálculos eléctricos han sido realizados cumpliendo los criterios de caída de tensión y de máxima corriente según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (R.E.B.T.) y en especial según las instrucciones ITC-BT-19 e ITC-BT-40.

Para los cables de MT se han cumplido los criterios del reglamento de líneas de AT y sus fundamentos técnicos.

Los conductores deben soportar la máxima corriente. Además, se ha dimensionado de forma que la caída de tensión en los conductores no sea superior al 0,5% en los conductores de DC y el 1% en los conductores de AC antes de las centrales de potencia.

La justificación de los cálculos eléctricos para el dimensionado de los conductores se realizará mediante el cumplimiento de los criterios:

- Por calentamiento.
- Por caída de tensión.

### **2.2.1. Calentamiento.**

Las fórmulas utilizadas para el cálculo de los distintos valores son las siguientes:

$$I = \frac{P}{V} \text{ (c. continua)}$$



PROYECTO DE EJECUCIÓN  
PLANTA FOTOVOLTAICA “PRADONUEVO”  
DE 3 MW DE POTENCIA  
T.M. VALDEMORO (MADRID)

Marzo 2023

**ANEJO I. CÁLCULOS**

$$I = \frac{P}{V \cdot \cos\varphi} \text{ (c.a. monofásico)}$$

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos\varphi} \text{ (c.a. trifásico)}$$

donde:

I: intensidad circulante (A).

P: potencia total distribuida en el tramo (W).

V: tensión de alimentación del tramo (V).

$\cos\varphi$ : factor de potencia

Se comprobará en la tabla I de la instrucción ITC-BT-19 del R.E.B.T. que la intensidad máxima obtenida (I) no supera la establecida por el conductor de sección elegido ( $I_{MÁX}$ ).

### 2.2.2. Caída de tensión.

Para el dimensionado por caída de tensión, se comprobará que la caída de tensión resultante utilizando la sección obtenida por calentamiento, no supere a la máxima establecida.

Para realizar este cálculo se utilizarán estas ecuaciones:

Circuito Trifásico:  $\Delta U = \sqrt{3} \cdot I \cdot L \cdot (R \cdot \cos\varphi + X \cdot \sin\varphi)$

Circuito Monofásico:  $\Delta U = 2 \cdot I \cdot L \cdot (R \cdot \cos\varphi + X \cdot \sin\varphi)$

Corriente Continua:  $\Delta U = 2 \cdot I \cdot L \cdot R$

donde:

$\Delta U$ : Caída de tensión en el conductor (V)

I: Intensidad circulante (A)



PROYECTO DE EJECUCIÓN  
PLANTA FOTOVOLTAICA “PRADONUEVO”  
DE 3 MW DE POTENCIA  
T.M. VALDEMORO (MADRID)

Marzo 2023

**ANEJO I. CÁLCULOS**

$\cos \varphi$  : Factor de potencia

U: Tensión en voltios (V)

R: Resistencia kilométrica del conductor ( $\Omega/\text{km}$ )

X: Reactancia kilométrica del conductor ( $\Omega/\text{km}$ )

L: Longitud del circuito (km)

Los conductores quedan dimensionados cumpliendo los criterios de calentamiento y caída de tensión.



PROYECTO DE EJECUCIÓN  
PLANTA FOTOVOLTAICA “PRADONUEVO”  
DE 3 MW DE POTENCIA  
T.M. VALDEMORO (MADRID)

Marzo 2023

**ANEJO I. CÁLCULOS**

### 2.2.3. Conductores de CC.

De acuerdo con la configuración eléctrica y la disposición de las series de módulos respecto a los inversores, el cableado de string (cableado DC nivel 1) tendrá las siguientes características:

Características de las series de módulos:

MODELO DE PANEL	P <sub>max</sub> (W)	I <sub>mp</sub> (A)	V <sub>oc</sub> (V)	Coef. Temp. (V <sub>oc</sub> )	I <sub>mp</sub> (A) (+10%)	V <sub>mp</sub> (V) (+10%)
RSM132-8-650BMDG	715	17.17	45.49	-0,25 %/ °C	18.89	45.49

Serie	Nº módulos	V (V)	I (A)	Caída máx. V (%)	ρ (Ohm·mm <sup>2</sup> /m)
	32	1455.68	18.89	0.5	0.02

Cableado DC:

El cableado DC comprende los conductores que configuran las series de módulos y llegan a los inversores. Este tramo de conductor se diseña para una caída de tensión del 0,5%.

Los criterios de diseño que se han seguido son condiciones estándar y una ganancia del 10% gracias a la bifacialidad del módulo.

La sección de los conductores de nivel 1 será de 6 mm<sup>2</sup>. En caso de conductores de longitud superior a 55 m, se utilizará una sección de 10 mm<sup>2</sup>.

### 2.2.4. Conductores de CA.

El cableado AC de baja tensión comprende el tramo situado entre los inversores y los centros de transformación. El conductor seleccionado para este tramo es de aluminio tipo RZ1-K (AS) y la caída de tensión máxima de referencia es del 1%.

Los parámetros de diseño empleados son los siguientes:

Voltaje (V)	Potencia (kW)	Caída máx. V (%)	ρ (Ohm·mm <sup>2</sup> /m)	Conductor
800	200	1	0,028	RZ1-K (AS)



PROYECTO DE EJECUCIÓN  
PLANTA FOTOVOLTAICA “PRADONUEVO”  
DE 3 MW DE POTENCIA  
T.M. VALDEMORO (MADRID)

Marzo 2023

**ANEJO I. CÁLCULOS**

En la tabla siguiente se recogen las longitudes y secciones de los conductores de cada uno de los inversores de la planta.

CT PVF ZARZALEJO				
Inversor	Longitud (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	Pmax (kVA)	e(%)
SI 01	175	185	215	0,73
SI 02	150	150	215	0,77
SI 03	115	120	215	0,74
SI 04	80	95	215	0,65
SI 05	40	50	215	0,61
SI 06	40	50	215	0,61
SI 07	75	70	215	0,82
SI 08	105	95	215	0,85
SI 09	145	150	215	0,74
SI 10	185	185	215	0,77
SI 11	175	185	215	0,73
SI 12	110	120	215	0,70
SI 13	60	70	215	0,66
SI 14	50	50	215	0,77
SI 15	120	120	215	0,77



PROYECTO DE EJECUCIÓN  
PLANTA FOTOVOLTAICA “PRADONUEVO”  
DE 3 MW DE POTENCIA  
T.M. VALDEMORO (MADRID)

Marzo 2023

**ANEJO I. CÁLCULOS**

### **2.3. Selección de protecciones.**

#### **2.3.1. Protección contra sobretensiones.**

De acuerdo con la instrucción ITC-BT-22 y la norma UNE-HD 60364-4-43, todo circuito debe estar protegido contra sobreintensidades que puedan presentarse en el mismo, interrumpiendo automáticamente este circuito en el menor tiempo posible.

Estas sobreintensidades pueden estar originadas por:

- Sobrecargas en los equipos alimentados o defectos en el aislamiento de gran impedancia.
- Cortocircuitos.

Para la correcta protección de los circuitos ante estos eventos, la citada norma UNE-HD 60364-4-43 establece unas reglas para la selección de los elementos de protección que se deberán instalar (interruptores automáticos y/o fusibles).

##### *2.3.1.1. Protección contra sobrecargas*

Las características de funcionamiento de un dispositivo que proteja una canalización contra las sobrecargas deben satisfacer las dos condiciones siguientes:

$$1) I_B \leq I_n \leq I_z$$

$$2) I_z \geq 1,45 I_z$$

Donde:

$I_B$ : Intensidad utilizada en el circuito [A]

$I_z$ : Intensidad admisible de la canalización según la norma UNE-HD 60364-5-52 [A]

$I_n$ : Intensidad nominal del dispositivo de protección (o la de regulación en el caso de dispositivos regulables) [A]

$I_2$ : Intensidad efectiva de funcionamiento del dispositivo de protección [A]

### 2.3.1.2. Protección contra cortocircuitos

Tiene por objeto la interrupción de toda corriente de cortocircuito antes de que ésta pueda resultar peligrosa debido a los efectos térmicos y mecánicos producidos en los conductores y en las conexiones.

El dispositivo que tiene asignada esta función deberá cumplir con las siguientes condiciones:

- 1) Su poder de corte debe ser como mínimo igual a la corriente de cortocircuito supuesta en el punto donde está instalado. Se puede admitir un poder de corte inferior si existe otro aparato protector aguas arriba de características tales que la operación simultánea de ambos elementos no deje pasar una energía superior a la soportable por dichos elementos (coordinación de protecciones).
- 2) El tiempo de corte no debe ser superior al tiempo que tarda en alcanzar la temperatura de los conductores el límite admisible, siendo éste como máximo de 5 segundos.

Esta última condición se puede verificar si se cumplen las siguientes condiciones:

a) Si  $t_{\text{cable}} > 5 \text{ s}$ :  $t_{\text{protección}} \leq 5 \text{ s}$

b) Si  $0,1 \text{ s} \leq t_{\text{cable}} \leq 5 \text{ s}$ :  $t_{\text{protección}} \leq t_{\text{cable}} \leq 5 \text{ s}$

c) Si  $t_{\text{cable}} < 0,1 \text{ s}$ :  $k^2 S^2_{\text{cable}} > I^2 t_{\text{protección}}$

donde:



PROYECTO DE EJECUCIÓN  
PLANTA FOTOVOLTAICA “PRADONUEVO”  
DE 3 MW DE POTENCIA  
T.M. VALDEMORO (MADRID)

Marzo 2023

**ANEJO I. CÁLCULOS**

$t_{\text{cable}}$ : duración máxima del cortocircuito que puede admitir el cable hasta alcanzar la temperatura máxima [s]

$t_{\text{protección}}$ : tiempo de actuación de la protección cuando la recorre dicha intensidad de cortocircuito [s].

$k$ : factor que relaciona la intensidad máxima de cortocircuito con la temperatura máxima admisible del conductor y la duración máxima que ese conductor puede soportar dicha intensidad de cortocircuito. Se toman estos valores obtenidos de la norma:

115 A·s<sup>1/2</sup>·mm<sup>-2</sup> para conductores de Cu y aislamiento PVC o Z1

135 A·s<sup>1/2</sup>·mm<sup>-2</sup> para conductores de Cu y aislamiento XLPE o EPR

74 A·s<sup>1/2</sup>·mm<sup>-2</sup> para conductores de Al y aislamiento PVC o Z1

87 A·s<sup>1/2</sup>·mm<sup>-2</sup> para conductores de Al y aislamiento XLPE o EPR

$S$ : sección del conductor [mm<sup>2</sup>]

$I$ : intensidad eficaz de cortocircuito [A]


### **2.3.2. Protecciones contra contactos indirectos.**

La protección contra contactos indirectos está asegurada mediante elementos de corte automático de la alimentación que impidan la aparición de una tensión de contacto durante un tiempo tal que pueda ser peligrosa.

Esta función la realizan los interruptores automáticos y/o los dispositivos de corriente diferencial-residual.

La selección de estos dispositivos se realiza atendiendo a las siguientes condiciones:

- Intensidad nominal.
- Poder de corte de los dispositivos.

	PROYECTO DE EJECUCIÓN <b>PLANTA FOTOVOLTAICA “PRADONUEVO”</b> <b>DE 3 MW DE POTENCIA</b> <b>T.M. VALDEMORO (MADRID)</b>
Marzo 2023	<b>ANEJO I. CÁLCULOS</b>

- Tensión de contacto límite convencional admisible (50 V en locales secos y 24 V en locales húmedos).

### 2.3.3. Distribución de cuadros y protecciones.

#### Inversor solar:

El inversor solar cuenta con las protecciones siguientes:

- Seccionamiento en la entrada del dispositivo
- Protecciones contra conexiones inversas.
- Protección contra sobrecargas en el lado de CA.
- Protecciones contra corrientes de fuga.
- Protecciones contra sobretensiones tipo II en lado DC y AC
- Detección de fallo de aislamiento.

#### Centro de transformación:

Cuadros generales de baja tensión ubicados en el centro de transformación.

El centro de transformación cuenta con dos cuadros de baja tensión, que se componen cada uno de ellos de los siguientes elementos:

- 17 interruptores MCCB. Cada entrada de inversor cuenta con un módulo MCCB capaz de proteger la instalación frente a cortocircuito y sobrecarga. En total, el cuadro cuenta con 16 posiciones de inversor con interruptores de  $I_n=250\text{ A} / 800\text{ V}_{ac} / 3P$ :
- Interruptor automático ACB (interruptor automático de bastidor abierto). Cada cuadro de baja tensión cuenta con un interruptor de  $I_n=2500\text{ A} / 800\text{ V}_{ac} / 3P$  en cabecera. A cada uno de ellos se conectarán 14 disyuntores MCCB, como se observa en el diagrama anterior.
- Descargador de sobretensiones tipo I y II. Aguas debajo de los interruptores automáticos ACB,  $I_{imp}=12.5\text{ kA}$ ,  $I_n \geq 20\text{ kA}$ ,  $3+1\text{ U}_c=680\text{ V}$



PROYECTO DE EJECUCIÓN  
PLANTA FOTOVOLTAICA “PRADONUEVO”  
DE 3 MW DE POTENCIA  
T.M. VALDEMORO (MADRID)

Marzo 2023

**ANEJO I. CÁLCULOS**

### 3. CONDUCTORES MT.

Los conductores de media tensión se dividen en dos tramos. El primero unirá el centro de transformación y el centro de protección y medida, y el segundo unirá el anterior con el centro de seccionamiento de la Compañía Distribuidora.

Para el cálculo de las líneas de evacuación, se han tenido en cuenta diferentes criterios, como es la intensidad máxima admisible, la caída de tensión y la intensidad de cortocircuito máxima admisible.

Las características del conductor empleado facilitadas por el fabricante son:

Conductor AL HEPRZ1 12/20 kV	Intensidad máxima admisible  Bajo tubo/directa- mente enterrado	Intensidad máxima de cc durante 1 s	Intensidad máxima de cc en pantalla durante 1 s	Resistencia del conductor a 20 °C	Reactancia inductiva
Sección	I (A)	I <sub>cc</sub> (A)	I <sub>cc p</sub> (A)	R (Ω/km)	X (Ω/km)
1 x 240	320 / 345	22560	2990	0,125	0,108

#### 3.1. Previsión de potencia.

Para determinar las intensidades admisibles por el conductor en función de las condiciones de la instalación, se tendrá en cuenta los factores de corrección indicados en el punto 6 de la ITC-LAT-06 del reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT-01 a 09.

La previsión de potencia será la suma de la potencia nominal de los inversores, siendo esta potencia 3,00 MW, como se ha mencionado en el apartado de memoria.



PROYECTO DE EJECUCIÓN  
PLANTA FOTOVOLTAICA “PRADONUEVO”  
DE 3 MW DE POTENCIA  
T.M. VALDEMORO (MADRID)

Marzo 2023

**ANEJO I. CÁLCULOS**

### **3.2. Cálculo de conductores.**

El procedimiento seguido para el dimensionamiento de las secciones ha sido proponer una sección en base a los valores de intensidad máxima admisible, tomando como referencia los valores de intensidad corregidos de acuerdo al procedimiento recogido en la ITC-LAT-06.

Una vez se ha obtenido la propuesta de sección, se comprueba el cumplimiento de los criterios de caída de tensión y cortocircuito.

#### **3.2.1. Caída de tensión.**

La caída de tensión de la línea, viene dada por la expresión:

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

donde:

$\Delta U$ : Caída de tensión en el conductor (V)

I: Intensidad circulante (A)

$\cos \varphi$ : Factor de potencia

U: Tensión en voltios (V)

R: Resistencia kilométrica del conductor ( $\Omega/\text{km}$ )

X: Reactancia kilométrica del conductor ( $\Omega/\text{km}$ )

L: Longitud del circuito (km)

Siendo:

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

donde:

I: intensidad circulante (A).

P: potencia total distribuida en el tramo (W).

V: tensión de alimentación del tramo (V).



PROYECTO DE EJECUCIÓN  
PLANTA FOTOVOLTAICA “PRADONUEVO”  
DE 3 MW DE POTENCIA  
T.M. VALDEMORO (MADRID)

Marzo 2023

**ANEJO I. CÁLCULOS**

$\cos\varphi$ : factor de potencia

### 3.2.2. Pérdida de potencia en la línea.

Las pérdidas de potencia por efecto Joule en las líneas vienen dadas por la expresión:

$$\Delta P = 3 \cdot R \cdot L \cdot I^2$$

Donde:

$\Delta P$ : Pérdidas de potencia en W.

R: Resistencia del conductor en  $\Omega/\text{km}$ .

L: Longitud de la línea en km.

I: Intensidad de la línea en amperios.

En las tablas siguientes quedan reflejados los valores calculados para el tramo de línea que se recoge en este proyecto.



PROYECTO DE EJECUCIÓN  
**PLANTA FOTOVOLTAICA “PRADONUEVO”**  
 DE 3 MW DE POTENCIA  
 T.M. VALDEMORO (MADRID)

Marzo 2023

**ANEJO I. CÁLCULOS**

Línea subterránea de evacuación 15 kV enterrada bajo tubo:

Tramo	Origen	Destino	P (kW)	Longitud (m)	Nº ternas en la zanja	F. C. agrup.	F. C. Tª terreno	F. C. Resistividad terreno	F.C. profundidad	I (A)	S por I <sub>max adm</sub> (mm <sup>2</sup> )	S prevista (mm <sup>2</sup> )	Descripción Cable	I adm. (A)	ΔV (V)	e(%)	e(%) Acumulada	ΔP (kW)	ΔP (%)
1	CT Pradonuevo	CPM Pradonuevo	3250	816	1	1	1	1	0,98	127,65	50	240	RHZ1-20L 12/20 kV 3x1x 240 mm <sup>2</sup> Al	338,10	34,75	0,232	0,232	6,38	0,20
2	CPM Pradonuevo	CS Pradonuevo	3250	9	1	1	1	1	0,98	127,65	50	240	RHZ1-20L 12/20 kV 3x1x 240 mm <sup>2</sup> Al	338,10	0,38	0,003	0,235	0,07	0,00

### 3.2.3. Intensidad máxima admisible de cortocircuito.

Para el cálculo de la intensidad máxima de cortocircuito admisible en los conductores, se utiliza la expresión:

$$\frac{I_{cc}}{S} = \frac{k}{\sqrt{t}}$$

Donde:

$I_{cc}$ : es la corriente de cortocircuito en amperios

S: sección del conductor en mm<sup>2</sup>

K: coeficiente que depende de la naturaleza del conductor y de las temperaturas al inicio y final del cortocircuito.

$t_{cc}$ : duración del cortocircuito en segundos

De la tabla siguiente, se extraen los valores de densidad de corriente admisibles para el conductor. Si se desea conocer la intensidad máxima de cortocircuito para un valor de t distinto de los tabulados, se aplicaría la fórmula anterior, donde K coincide con el valor de densidad de corriente tabulado para t= 1seg.

Tipo de aislamiento	KW (K)	Duración del cortocircuito, $t_{cc}$ , en segundos									
		0,1	0,2	0,3	0,5	0,6	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
PVC:											
sección ≤ 300 mm <sup>2</sup>	90	240	170	138	107	98	76	62	53	48	43
sección > 300 mm <sup>2</sup>	70	215	152	124	96	87	68	55	48	43	39
XLPE, EPR y HEPR	160	298	211	172	133	122	94	77	66	59	54
HEPR U <sub>0</sub> /U <sub>s</sub> 18/30 kV	145	281	199	162	126	115	89	73	63	56	51

Para el caso que nos ocupa, la densidad de corriente admisible será de 94 A/mm<sup>2</sup>, ya que el tiempo de despeje de la falta será de 1 s.

Para la sección prevista, la intensidad admisible será:

Sección (mm <sup>2</sup> )	$I_{max. adm}$ (A)
240	22.560



PROYECTO DE EJECUCIÓN  
PLANTA FOTOVOLTAICA “PRADONUEVO”  
DE 3 MW DE POTENCIA  
T.M. VALDEMORO (MADRID)

Marzo 2023

**ANEJO I. CÁLCULOS**

La intensidad de cortocircuito facilitada por la compañía distribuidora es:

$$I_{cc} = 15,97 \text{ kA}$$

Por lo que los conductores podrían resistir esa potencia de cortocircuito.



PROYECTO DE EJECUCIÓN  
PLANTA FOTOVOLTAICA “PRADONUEVO”  
DE 3 MW DE POTENCIA  
T.M. VALDEMORO (MADRID)

Marzo 2023

**ANEJO I. CÁLCULOS**

#### **4. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.**

##### **4.1. Intensidad en M.T.**

La intensidad en media tensión viene dada por la siguiente expresión:

$$I_p = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_p}$$

En este caso, la tensión de la red de distribución es de 15 kV y tendremos en cuenta una potencia de 3.250 kVA, por lo que la intensidad de la línea de evacuación que procede de la central de potencia será 125,09 A.

##### **4.2. Intensidades en B.T.**

La intensidad secundaria de los transformadores, viene dada por la siguiente expresión:

$$I_s = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_s}$$

Dado que el transformador cuenta con dos devanados en el secundario, la potencia máxima que podría alcanzar sería la potencia máxima de los inversores conectados a ellos, que sería de 2700 kW. En el lado de baja del transformador la tensión es de 800 V y la intensidad será de 1.949 A.

##### **4.3. Cortocircuito.**

Para el cálculo de las intensidades que origina un cortocircuito, se tendrá en cuenta la potencia de cortocircuito de la red de MT, valor especificado por la compañía eléctrica.



PROYECTO DE EJECUCIÓN  
PLANTA FOTOVOLTAICA “PRADONUEVO”  
DE 3 MW DE POTENCIA  
T.M. VALDEMORO (MADRID)

Marzo 2023

**ANEJO I. CÁLCULOS**

#### **4.3.1. Cálculo de las corrientes de cortocircuito M.T.**

Para el cálculo de las corrientes de cortocircuito, se utiliza la expresión:

$$I_{ccp} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot U_p}$$

Cortocircuito en el lado de media tensión.

Para una potencia de cortocircuito en el lado de AT de 415 MVA, y la tensión de servicio 15 kV la intensidad de cortocircuito es de 15,97 KA.

#### **4.3.2. Cálculo de las corrientes de cortocircuito en B.T.**

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

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

Siendo:

*I<sub>ccs</sub>* : Intensidad de cortocircuito en kiloamperios (kA).

*P*: Potencia del transformador (kVA).

*E<sub>cc</sub>*: Tensión de cortocircuito del transformador (%).

*U<sub>s</sub>*: Tensión del secundario en voltios (V).

La intensidad de cortocircuito en el devanado de baja tensión, según la formula anterior, con tensión de cortocircuito *E<sub>cc</sub>*: 8% y *U<sub>s</sub>*: 800 V, será *I<sub>cc</sub>*=5,8 kA.

#### **4.4. Dimensionado del embarrado.**

Las celdas tipo prefabricadas han sido sometidas a ensayos para certificar los valores indicados en las placas de características, por lo que no es necesario realizar cálculos teóricos ni hipótesis de comportamiento de celdas.



PROYECTO DE EJECUCIÓN  
PLANTA FOTOVOLTAICA “PRADONUEVO”  
DE 3 MW DE POTENCIA  
T.M. VALDEMORO (MADRID)

Marzo 2023

**ANEJO I. CÁLCULOS**

**4.4.1. Comprobación por densidad de corriente.**

La comprobación por densidad de corriente tiene por objeto verificar que el conductor indicado es capaz de conducir la corriente nominal máxima sin superar la densidad máxima posible para el material conductor. Esto, además de mediante cálculos teóricos, puede comprobarse realizando un ensayo de intensidad nominal, con objeto de disponer de suficiente margen de seguridad, se considerará que es la intensidad del bucle, que en este caso es de 630 A.

**4.4.2. Comprobación por sollicitación electrodinámica.**

La intensidad dinámica de cortocircuito se valora en aproximadamente 2,5 veces la intensidad eficaz de cortocircuito calculada en el apartado 4.1 de este capítulo, por lo que:

$$I_{cc}(\text{din}) = 312,73 \text{ A}$$

**4.5. Protección contra sobrecargas y cortocircuitos.**

La protección de los transformadores de las centrales de potencia se realiza en MT mediante una celda con interruptor automático, que proporciona protecciones por sobrecarga, faltas a tierra o cortocircuito.

El interruptor automático posee capacidad de corte tanto para las corrientes nominales, como para los cortocircuitos anteriormente calculados.

El termómetro verifica que la temperatura del dieléctrico del transformador no supera los valores máximos admisibles.

**4.6. Dimensionado de los puentes de conexión.**

Los cables que se utilizan en esta instalación, descritos en la memoria, deberán ser capaces de soportar tanto la intensidad nominal, como la de cortocircuito.

La intensidad nominal demandada por el transformador general de la planta es igual a 125,09 A.



PROYECTO DE EJECUCIÓN  
PLANTA FOTOVOLTAICA “PRADONUEVO”  
DE 3 MW DE POTENCIA  
T.M. VALDEMORO (MADRID)

Marzo 2023

**ANEJO I. CÁLCULOS**

Los centros de transformación son una solución completa diseñada por el fabricante Huawei, por lo que los puentes de media y baja tensión se encuentran dentro de las certificaciones y ensayos del equipo.

**4.7. Cálculo de instalaciones de puesta a tierra.**

Toda instalación eléctrica deberá disponer de una protección o instalación de tierra diseñada en forma tal que, en cualquier punto normalmente accesible del interior o exterior de la misma donde las personas puedan circular o permanecer, éstas queden sometidas como máximo a las tensiones de paso y contacto (durante cualquier defecto en la instalación eléctrica o en la red unida a ella) que resulten de la aplicación de las fórmulas que se recogen a continuación.

Tensión de paso:

$$V_p = \frac{10k}{t^n} \left( 1 + \frac{6 \cdot \rho_s}{1000} \right)$$

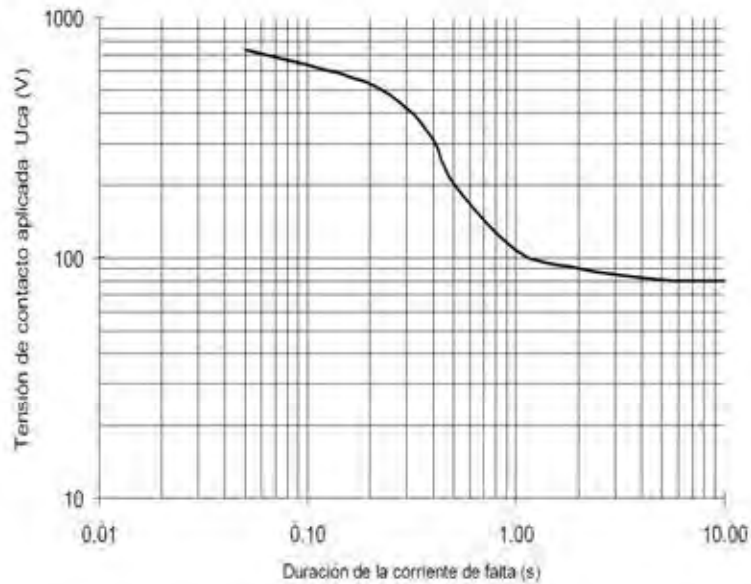
Tensión de contacto.

$$V_c = \frac{k}{t^n} \left( 1 + \frac{1,5 \cdot \rho_s}{1000} \right)$$

Tensión de paso en caso de superficies distintas.

$$V_{p(acc)} = \frac{k}{t^n} \left( 1 + \frac{3 \cdot \rho_s + 3 \cdot \rho_s'}{1000} \right)$$

Los valores admisibles de la tensión de contacto aplicada,  $U_{ca}$ , a la que puede estar sometido el cuerpo humano entre la mano y los pies, en función de la duración de la corriente de falta, se dan en la figura siguiente.



Los valores admisibles de la tensión de paso aplicada entre los dos pies de una persona, considerando únicamente la propia impedancia del cuerpo humano sin resistencias adicionales como las de contacto con el terreno o las del calzado se define como diez veces el valor admisible de la tensión de contacto aplicada, ( $U_{pa} = 10 U_{ca}$ ).

Para definir la duración de la corriente de falta aplicable, se tendrá en cuenta el funcionamiento correcto de las protecciones y los dispositivos de maniobra. En caso de instalaciones con reenganche automático rápido (no superior a 0,5 segundos), el tiempo a considerar será la suma de los tiempos parciales de mantenimiento de la corriente de defecto.

Para el diseño de la instalación de puesta a tierra, se utilizará el método elaborado por UNESA.

Características de la red de alimentación:

- Tensión de servicio:  $U_r = 15 \text{ kV}$
- Neutro puesto a tierra.
- Limitación de la intensidad a tierra  $I_{dm} = 500 \text{ A}$
- Intensidad de arranque de relé:  $I_a = 50 \text{ A}$



PROYECTO DE EJECUCIÓN  
PLANTA FOTOVOLTAICA “PRADONUEVO”  
DE 3 MW DE POTENCIA  
T.M. VALDEMORO (MADRID)

Marzo 2023

**ANEJO I. CÁLCULOS**

- Nivel de aislamiento de las instalaciones de BT:  $V_{BT} : 10.000 \text{ V}$
- Resistividad media del terreno:  $\rho_s = 200 \text{ } \Omega \cdot \text{m}$
- Resistividad media del hormigón:  $\rho_h = 3.000 \text{ } \Omega \cdot \text{m}$

#### **4.7.1. Características del suelo.**

El Reglamento de Alta Tensión indica que, para instalaciones de tercera categoría, y de intensidad de cortocircuito a tierra inferior o igual a 16 kA no será imprescindible realizar la citada investigación previa de la resistividad del suelo, bastando el examen visual del terreno y pudiéndose estimar su resistividad, siendo necesario medirla para corrientes superiores.

Según la investigación previa del terreno donde se instalará el centro de transformación, se determina la resistividad media en 200 Ohm·m.

#### **4.7.2. Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y del tiempo máximo de eliminación del defecto.**

En las instalaciones de MT de tercera categoría, los parámetros que determinan los cálculos de faltas a tierra son las siguientes:

De la red:

- Tipo de neutro. El neutro de la red puede estar aislado, rígidamente unido a tierra, unido a esta mediante resistencias o impedancias. Esto producirá una limitación de la corriente de la falta, en función de las longitudes de líneas o de los valores de impedancias en cada caso. En el caso que nos ocupa, con el neutro a tierra, se aplicará la siguiente expresión:

$$I_d = \frac{U}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(R_n + R_t)^2 + X_n^2}}$$

donde:

$I_d$  intensidad de falta a tierra (A)

- R<sub>t</sub>** resistencia total de puesta a tierra (Ohm)
- U** Tensión de servicio (V)
- R<sub>n</sub>** Resistencia de puesta a tierra del neutro (Ohm)
- X<sub>n</sub>** Reactancia de puesta tierra del neutro (Ohm)

- Tipo de protecciones. Cuando se produce un defecto, éste se eliminará mediante la apertura de un elemento de corte que actúa por indicación de un dispositivo relé de intensidad, que puede actuar en un tiempo fijo (tiempo fijo), o según una curva de tipo inverso (tiempo dependiente). Adicionalmente, pueden existir reenganches posteriores al primer disparo, que sólo influirán en los cálculos si se producen en un tiempo inferior a los 0,5 segundos.

#### 4.7.3. Diseño preliminar de la instalación de puesta a tierra.

El diseño preliminar de la instalación de puesta a tierra se realiza basándose en las configuraciones tipo presentadas en el Anexo 2 del método de cálculo de instalaciones de puesta a tierra de UNESA, que esté de acuerdo con la forma y dimensiones del Centro de Transformación, según el método de cálculo desarrollado por este organismo.

Se seleccionará en las tablas de parámetros característicos de electrodos de puesta a tierra de UNESA un electrodo de valor unitario máximo de resistencia de puesta a tierra igual o inferior al valor obtenido.

- Configuración seleccionada: 50-25/ 5 / 88
- Geometría del sistema: Anillo rectangular
- Distancia de la red: 5 x 2,5 m
- Profundidad del electrodo horizontal: 0,5 m
- Número de picas: 8
- Longitud de las picas: 2 m
- Sección del conductor: 50 mm<sup>2</sup>
- Parámetros característicos del electrodo:
  - De la resistencia  $k_r = 0,046 \Omega / \Omega \cdot m$
  - De la tensión de paso  $k_p = 0,0086 V / \Omega \cdot m$
  - De la tensión de contacto  $k_c = 0,0134 V / \Omega \cdot m$

#### 4.7.4. Cálculo de la resistencia de puesta a tierra y de las tensiones de paso y contacto.

De las tablas del Anexo 2 del documento de UNESA, se extraen los parámetros:

- Resistencia de puesta a tierra  $k_r \Omega / (\Omega \cdot m)$
- Tensión de paso máxima  $k_p V / (\Omega \cdot m) \cdot (A)$
- De la tensión de contacto  $k_c V / (\Omega \cdot m) \cdot (A)$

De los que se puede obtener la resistencia de puesta a tierra ( $R_t$ ), seguidamente se puede calcular la  $I_d$  y posteriormente se puede calcular los valores en voltios de la tensión de paso máxima y de contacto máxima para la configuración del electrodo.

##### Resistencia de puesta a tierra:

Con los valores del tipo de puesta a tierra, el valor real de la resistencia de puesta a tierra del edificio será:

$$R'_T = K_r \cdot \rho_s$$

donde:

$K_r$  coeficiente del electrodo

$\rho_s$  resistividad del terreno en ( $\text{Ohm} \cdot m$ )

$R'_t$  resistencia total de puesta a tierra ( $\text{Ohm}$ )

$$\mathbf{R'_t = 9,2 \Omega}$$

Y la intensidad de defecto:

$$I_d = \frac{U}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(R_n + R_t)^2 + X_n^2}}$$

donde:

$I_d$  intensidad de falta a tierra (A)

$R_t$  resistencia total de puesta a tierra ( $\text{Ohm}$ )



PROYECTO DE EJECUCIÓN  
PLANTA FOTOVOLTAICA "PRADONUEVO"  
DE 3 MW DE POTENCIA  
T.M. VALDEMORO (MADRID)

Marzo 2023

**ANEJO I. CÁLCULOS**

**U** Tensión de servicio (V)

Para un tiempo de duración de defecto entre  $0,1 < t < 0,9$  segundos:

$$R_n = 0$$

$$X_n = 72$$

$$I_d = 159,1 \text{ A}$$

Para la intensidad de defecto calculada cumple con:

- Limitación de la intensidad a tierra  $I_{dm} = 500 \text{ A} > I_d = 159,1 \text{ A}$
- Intensidad de arranque de relé:  $I_a = 50 \text{ A} < I_d = 159,1 \text{ A}$

Tensión de defecto:

$$V'_d = I'_d \cdot R'_d$$

$$V_d = 1463,72 \text{ A}$$

Tensión de paso máxima:

La tensión de paso es la siguiente:

$$V'_p = I'_d \cdot K_p \cdot \rho_s$$

donde:

- $K_p$  coeficiente
- $\rho_s$  resistividad del terreno en (Ohm·m)
- $I'_d$  intensidad de defecto [A]
- $V'_p$  tensión de paso (V)

$$V'_p = 273,65 \text{ V}$$



PROYECTO DE EJECUCIÓN  
PLANTA FOTOVOLTAICA “PRADONUEVO”  
DE 3 MW DE POTENCIA  
T.M. VALDEMORO (MADRID)

Marzo 2023

**ANEJO I. CÁLCULOS**

Tensión de contacto exterior máxima:

$$V'_c = I'_d \cdot K_c \cdot \rho_s$$

donde:

- $K_c$     coeficiente
- $\rho_s$     resistividad del terreno en (Ohm·m)
- $I'_d$     intensidad de defecto [A]
- $V'_c$     tensión de contacto (V)

$$V'_c = 426,4 \text{ V}$$

**4.7.5. Comprobación de que las tensiones de paso y contacto calculadas sean inferiores a los valores máximos admisibles.**

Los valores de tensiones máximas de paso y contacto, se encuentran tabulados en el documento de método de cálculo de UNESA (tablas 1, 2 y 3).

Tensión máxima de paso admisible: 3.168 V

Tensión máxima de contacto admisible: 187 V

Tensión máxima de paso admisible a la entrada: 15.264 V

Comprobación de las tensiones calculadas:

Condición	Tensión calculada	Tensión admisible
$V'_p < V_p$	273,65	3.168
$V'_c < V'_{p-acc}$	426,4	15.264
$V_d < V_{bt}$	1.463,72	10.000



PROYECTO DE EJECUCIÓN  
PLANTA FOTOVOLTAICA “PRADONUEVO”  
DE 3 MW DE POTENCIA  
T.M. VALDEMORO (MADRID)

Marzo 2023

**ANEJO I. CÁLCULOS**

**4.8. Investigación de las tensiones transferibles al exterior.**

Una vez diseñado el electrodo de puesta a tierra de protección se debe verificar que no se transmiten tensiones al exterior, en concreto deberá estudiarse la posible transferencia a través del neutro del transformador puesto a tierra.

Para garantizar que la puesta a tierra del neutro (tierra de servicio) no alcance tensiones elevadas en el momento que se esté disipando un defecto por el sistema de tierra de protección, debe establecerse una separación entre los electrodos próximos de ambos sistemas, que dependerá de la resistividad del terreno y de la intensidad del defecto.

Al producirse un defecto a tierra y disiparse una corriente por el sistema de tierra de protección, la tensión inducida en el neutro de baja tensión puesto a tierra no deberá superar los 1.000 V.

En este caso, las líneas de BT de corriente alterna en la salida de los inversores funcionan a la tensión de 800V, formadas por las tres fases sin neutro, por lo que no será necesario la instalación de la tierra de servicio.



PROYECTO DE EJECUCIÓN  
PLANTA FOTOVOLTAICA “PRADONUEVO”  
DE 3 MW DE POTENCIA  
T.M. VALDEMORO (MADRID)

Marzo 2023

**ANEJO I. CÁLCULOS**

**5. CÁLCULO DE LA PRODUCCIÓN ANUAL ESPERADA.**

A continuación, se indican los resultados obtenidos para la producción de energía eléctrica en la Planta Fotovoltaica Pradonuevo, con una potencia pico de 3,744 MWp. Para ello se han realizado unos cálculos basados en la estimación del potencial solar de la zona.

Datos de partida:

Rendimiento total de la planta PR > 80%

Instalación de los módulos: seguidor a un eje

Potencia instalada: 3 MW

Potencia pico: 3,744 MW

El rendimiento total de la planta (Performance Ratio) incluye todas las pérdidas imputables tanto a la eficiencia de los módulos (suciedad, calentamiento, reflectancia, etc.) como de los inversores y demás equipamiento eléctrico. Se ha considerado un valor conservador del rendimiento.



PROYECTO DE EJECUCIÓN  
PLANTA FOTOVOLTAICA “PRADONUEVO”  
DE 3 MW DE POTENCIA  
T.M. VALDEMORO (MADRID)

Marzo 2023

**ANEJO I. CÁLCULOS**

Presentación de resultados:

	GlobHor	DiffHor	T_Amb	GlobInc	GlobEff	EArray	E_Grid	PR
	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/m <sup>2</sup>	°C	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/m <sup>2</sup>	kWh	kWh	proporción
Enero	63.1	25.43	6.11	83.8	79.8	308959	298578	0.952
Febrero	84.9	34.88	7.61	113.0	107.4	411465	399402	0.944
Marzo	135.8	47.14	11.25	180.0	171.8	627184	607960	0.902
Abril	169.8	57.75	13.86	221.0	211.2	709967	687768	0.831
Mayo	203.9	71.98	18.89	266.0	254.0	836543	810593	0.814
Junio	224.5	63.76	24.63	294.4	281.4	901564	872989	0.792
Julio	238.6	58.41	28.16	317.4	303.6	952594	922083	0.776
Agosto	210.3	54.91	27.47	282.4	269.9	886011	857498	0.811
Septiembre	156.9	48.69	22.21	208.8	199.3	688167	666852	0.853
Octubre	108.7	40.00	16.69	144.0	137.3	503882	474077	0.880
Noviembre	69.4	28.36	9.96	92.7	88.1	335803	325819	0.939
Diciembre	55.5	25.53	6.64	73.0	69.3	269068	260918	0.955
Año	1721.4	556.82	16.18	2276.3	2173.0	7431205	7184538	0.843

La producción anual estimada evacuada a red será 7.185 MWh, que corresponde a una ratio de 1.919 kWh generados por cada kWp instalado.

Los resultados pueden verse en el informe anexo de PVSYST.



PROYECTO DE EJECUCIÓN  
PLANTA FOTOVOLTAICA “PRADONUEVO”  
DE 3 MW DE POTENCIA  
T.M. VALDEMORO (MADRID)

Marzo 2023

**ANEJO I. CÁLCULOS**

**6. JUSTIFICACIÓN DE LAS PRESCRIPCIONES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS DE ACUERDO AL RD. 337/2014, DE 9 DE MAYO.**

Las prescripciones aplicables en materia de protección contra incendios para la instalación de la planta fotovoltaica vienen recogidas en el RAT en la ITC 15.

De acuerdo con el reglamento de instalaciones eléctricas de alta tensión, para la determinación de las protecciones contra incendios a que puedan dar lugar las instalaciones eléctricas de alta tensión, además de otras disposiciones específicas en vigor, se tendrá en cuenta:

1. Se deberán adoptar las medidas de protección pasiva y activa que eviten en la medida de lo posible la aparición o la propagación de incendios en las instalaciones eléctricas de alta tensión teniendo en cuenta:
  - a) La propagación del incendio a otras partes de la instalación.
  - b) La posibilidad de propagación del incendio al exterior de la instalación por lo que respecta a daños a terceros.
  - c) La gravedad de las consecuencias debidas a los posibles cortes de servicio.
  
2. Los riesgos de incendio se particularizan principalmente en los transformadores o reactancias aislados con líquidos combustibles, en los que se tomarán una o varias de las siguientes medidas, según proceda:
  - a) Dispositivos de protección rápida que corten la alimentación de todos los arrollamientos del transformador. No es necesario el corte en aquellos arrollamientos que no tengan posibilidad de alimentación de energía eléctrica.
  - b) Elección de distancias suficientes para evitar que el fuego se propague a instalaciones próximas a proteger, o colocación de paredes cortafuegos.
  - c) En el caso de instalarse juntos varios transformadores, y a fin de evitar el deterioro de uno de ellos por la proyección de aceite u otros materiales al averiarse otro próximo, se instalará una pantalla entre ambos de las dimensiones y resistencia mecánica apropiadas.
  - d) La construcción de fosas colectoras del líquido aislante. Las instalaciones deberán disponer de cubas o fosas colectoras. Cuando la instalación disponga de un único transformador la fosa colectora debe tener capacidad para almacenar la totalidad del fluido

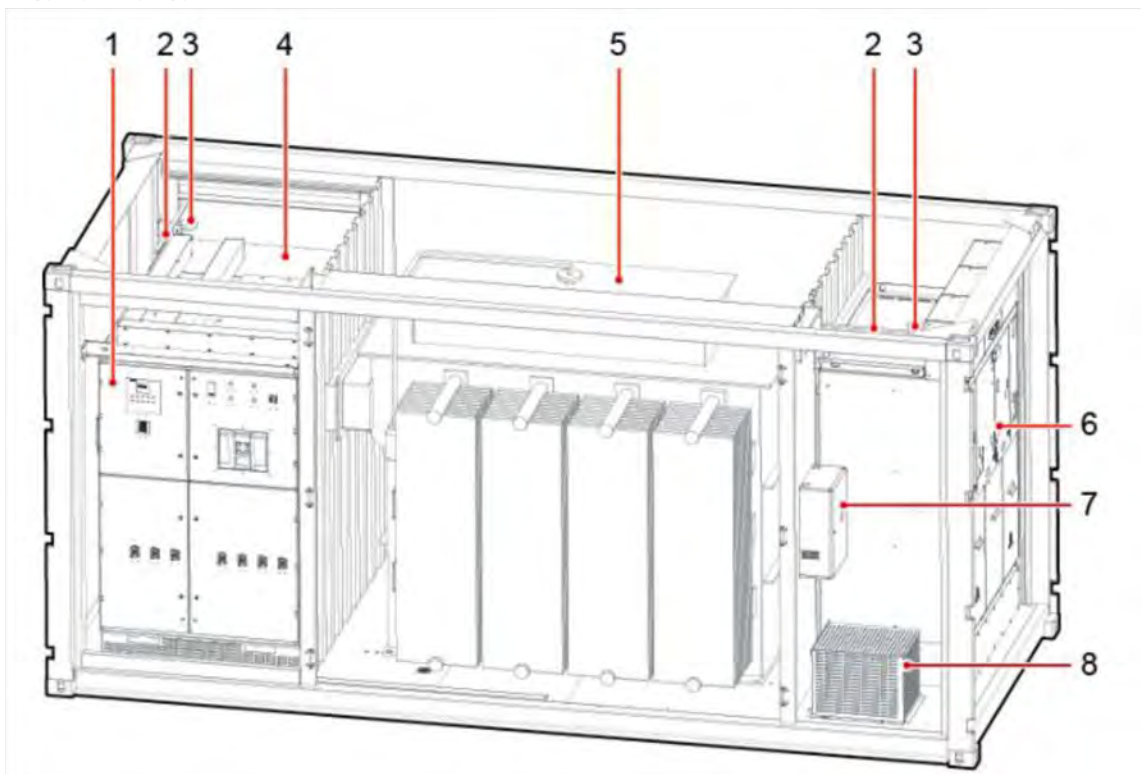
y si hubiera más de un transformador, la fosa debe estar diseñada para recibir, al menos, la totalidad del fluido del transformador más grande.

- e) Instalación de dispositivos de extinción apropiados, cuando las consecuencias del incendio puedan preverse como particularmente graves, tales como la proximidad de los transformadores a inmuebles habitados.

En base a estas prescripciones, han sido tomadas las medidas que se recogen a continuación.

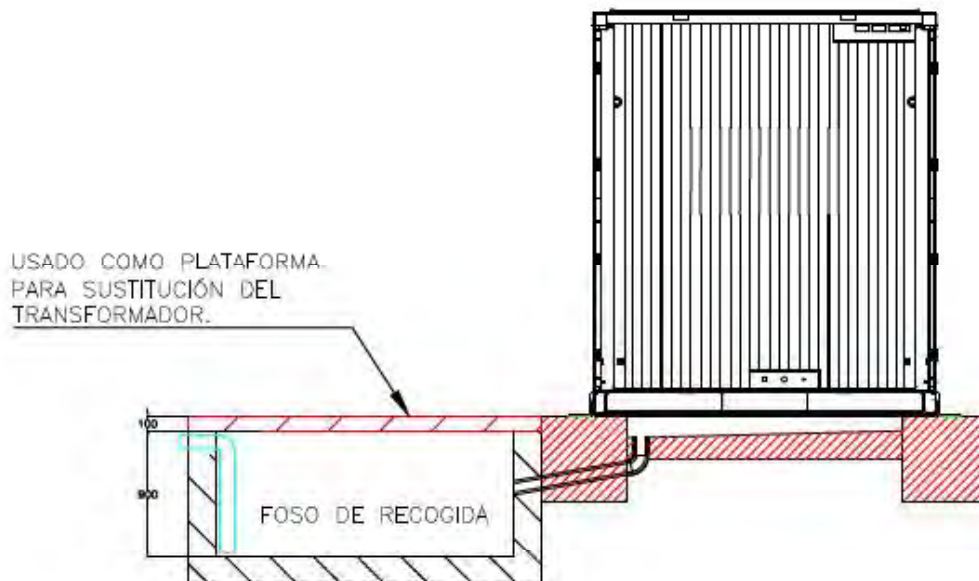
La zona de mayor riesgo para la aparición de fuego en la instalación se particulariza principalmente en los transformadores aislados con líquido combustible, por lo que las principales medidas de protección se centraran en esta parte de la instalación. Se adoptarán las siguientes medidas de protección activa y pasiva que eviten en la medida de lo posible la aparición o la propagación de incendios:

- Las estaciones de potencia incluyen un transformador y las celdas correspondientes de media tensión, se encuentran aisladas interiormente.



LEYENDA			
1	Cuadro A de baja tensión	5	Transformador
2	Luz	6	Celdas MT
3	Sensor de Humo	7	Cuadro de distribución
4	Cuadro B de baja tensión	8	Transformador auxiliar

- El transformador es de refrigeración tipo ONAN, por lo que se dispondrá de protecciones suficientes, tipo relé DGPT2 o sonda PT100, de manera que, en caso de detectar una dilatación excesiva del dieléctrico, un aumento de presión o un aumento de la temperatura cortarán la alimentación de los arrollamientos del transformador.
- En todos los casos, el transformador se ubicará sobre una fosa colectora capaz de contener la totalidad del fluido refrigerante en caso de vertido.



- Se dispondrán sistemas manuales de extinción (extintores) de CO2 en las proximidades de los transformadores, a una distancia máxima de 15 m.

Además de las anteriores medidas, enfocadas a las instalaciones de alta tensión, se contemplan otra serie de medidas encaminadas a evitar la propagación de un eventual incendio en el interior de la planta hacia las parcelas o espacios colindantes:



PROYECTO DE EJECUCIÓN  
PLANTA FOTOVOLTAICA “PRADONUEVO”  
DE 3 MW DE POTENCIA  
T.M. VALDEMORO (MADRID)

Marzo 2023

**ANEJO I. CÁLCULOS**

- El parque solar dispone de una zona de retranqueo entre las estructuras de los paneles solares y el vallado, de mínimo 8 metros. Esta zona, al igual que el resto del parque se mantendrá permanentemente desbrozada, mediante métodos mecánicos o animales, y libre de elementos combustibles, y actuará a modo de cortafuegos.
- Los viales de acceso tanto de entrada como en el interior de la planta tendrán suficiente capacidad para permitir el acceso a un camión de bomberos.
- Se dotará de extintores en el vallado perimetral en zonas estratégicas, dentro de cajas estancas, que garanticen un correcto estado de conservación de los mismos.
- Los elementos eléctricos son intrínsecamente seguros, los cuadros eléctricos de intemperie serán de protección IP65 o superior y estarán realizados con materiales auto extingüibles, no propagadores de llama, al igual que el cableado empleado.
- Todos los conductores eléctricos se contemplarán bajo el cumplimiento de la norma UNE-EN 60332-1, la cual indica que los conductores no contengan ningún compuesto propagador de llama, con la norma UNE-EN 60754, la cual indica que el conductor se encuentre libre de halógenos, la norma UNE-EN61034, que indica que haya una baja emisión de humos y la UNE-EN 60754-2, que indica una baja emisión de gases corrosivos.
- Se dispondrán sistemas manuales de extinción (extintores) de CO2 o polvo en seco junto a los principales cuadros eléctricos.



PROYECTO DE EJECUCIÓN  
PLANTA FOTOVOLTAICA “PRADONUEVO”  
DE 3 MW DE POTENCIA  
T.M. VALDEMORO (MADRID)

Marzo 2023

**ANEJO I. CÁLCULOS**

**7. ESTUDIO DE CAMPOS MAGNÉTICOS EN LAS PROXIMIDADES DE LA INSTALACIÓN. SEGÚN RD 337/2014, DE 9 DE MAYO.**

El RAT, recoge en la ITC-RAT 15 que, para las instalaciones exteriores de alta tensión, como es el caso que nos ocupa, se tomarán las medidas adecuadas para minimizar en el exterior de las instalaciones, los campos electromagnéticos creados por la circulación de corriente a 50 Hz en los diferentes elementos de la instalación, cuando dichas instalaciones de alta tensión se encuentren **próximas a edificios de otros usos**. El reglamento, remite al R.D. 1066/2001 para marcar los valores máximos admisibles de los campos electromagnéticos.

En el caso de la Planta Fotovoltaica Zarzalejo, no existen edificios de otros usos próximos que se puedan ver afectados por los campos electromagnéticos de las instalaciones de alta tensión, por lo que no se considera necesario la justificación de su cumplimiento.

Remitiéndonos al R.D. 1066/2001, de 28 de septiembre, queda recogido en su anexo II los límites de exposición que garantizan la adecuada protección de la salud del público en general. Siendo los límites establecidos de obligado cumplimiento en aquellas zonas en las que puedan permanecer habitualmente personas. En el anexo II del RD anterior se definen los siguientes conceptos:

Restricciones básicas:

Las restricciones de la exposición a los campos eléctricos, magnéticos y electromagnéticos variables en el tiempo, basadas directamente en los efectos sobre la salud conocidos y en consideraciones biológicas, reciben el nombre de “restricciones básicas”. Son por tanto los valores límite permitidos.

Niveles de referencia:

Los niveles de referencia sirven a efectos prácticos como evaluación de la exposición, para determinar la probabilidad de que se sobrepasen las

restricciones básicas. El cumplimiento del nivel de referencia garantizará el respeto de la restricción básica pertinente. Las magnitudes derivadas que se utilizarán como valores de referencia son la intensidad del campo eléctrico (E), la intensidad de campo magnético (H), la inducción magnética (B), la intensidad de potencia (S) la corriente en extremidades (I<sub>l</sub>).

Los niveles de referencia para el campo magnético a una frecuencia de 50 Hz, serán extraídos del cuadro 2 del apartado 3.1 del anexo II, que queda reflejado a continuación.

Gama de frecuencia	Intensidad de campo E (V/m)	Intensidad de campo H (A/m)	Campo B (μT)	Densidad de potencia equivalente de onda plana (W/m <sup>2</sup> )
0-1 Hz		$3,2 \times 10^4$	$4 \times 10^4$	
1-8 Hz	10.000	$3,2 \times 10^4/f^2$	$4 \times 10^4/f^2$	
8-25 Hz	10.000	$4.000/f$	$5.000/f$	
0,025-0,8 kHz	$250/f$	$4/f$	$5/f$	
0,8-3 kHz	$250/f$	5	6,25	
3-150 kHz	87	5	6,25	
0,15-1 MHz	87	$0,73/f$	$0,92/f$	
1-10 MHz	$87/f^{1/2}$	$0,73/f$	$0,92/f$	
10-400 MHz	28	0,073	0,092	2
400-2.000 MHz	$1,375 f^{1/2}$	$0,0037 f^{1/2}$	$0,0046 f^{1/2}$	$f/200$
2-300 GHz	61	0,16	0,20	10

Para el campo magnético generado por una frecuencia de 50 Hz, los niveles de referencia serán:

Intensidad de campo E (V/m)	5
Intensidad de campo H (A/m)	80
Flujo magnético B(μT)	100

A pesar de no ser requerido por el RAT, existe además normativa de prevención de riesgos laborales que recoge los valores límite permitidos en los puestos de trabajo. Concretamente el RD 299/2016.



PROYECTO DE EJECUCIÓN  
PLANTA FOTOVOLTAICA “PRADONUEVO”  
DE 3 MW DE POTENCIA  
T.M. VALDEMORO (MADRID)

Marzo 2023

**ANEJO I. CÁLCULOS**

Para el caso que nos ocupa, serían de aplicación los límites siguientes de emisión:

Intensidad de campo E (V/m)	10
Flujo magnético B( $\mu$ T)	500

El artículo 6.2 del RD 299/2016, hace referencia a que la evaluación de riesgos se realizará conforme a lo indicado en la Guía técnica de la Comisión Europea. Esta guía, excluye de la necesidad de realizar una evaluación de CEM a los siguientes lugares de trabajo:

Distribución y transmisión de electricidad (50 Hz):

1. Exposición a campo magnético:
  - Todo conductor aéreo desnudo de cualquier tensión nominal.
  - Toda instalación eléctrica (incluidos cableado, aparataje, transformadores...), cuya intensidad de fase nominal sea  $\leq 100$  A.
  - Todo circuito eléctrico (incluidos cableado, aparataje, transformadores...), donde conductores estén próximos entre sí y cuya intensidad neta sea  $\leq 100$  A.
  - Todo circuito eléctrico dentro de una instalación (incluido cableado, aparataje, transformadores...), cuya intensidad de fase nominal sea  $\leq 100$  A para cada circuito.
2. Exposición a campo eléctrico:
  - Todo conductor aéreo desnudo con una tensión nominal  $\leq 100$  kV.
  - Toda línea aérea por encima del lugar de trabajo con una tensión nominal  $\leq 150$  kV.
  - Todo circuito de cable subterráneo o aislado, de cualquier tensión nominal.
3. Trabajos en generadores y generadores de emergencia.
4. Inversores, incluidos los sistemas fotovoltaicos.



PROYECTO DE EJECUCIÓN  
PLANTA FOTOVOLTAICA “PRADONUEVO”  
DE 3 MW DE POTENCIA  
T.M. VALDEMORO (MADRID)

Marzo 2023

**ANEJO I. CÁLCULOS**

Quedarían por tanto excluidas del alcance de la evaluación de riesgos según el RD 299/2016 todas las instalaciones de alta tensión de la planta fotovoltaica.

Por todo lo anterior, se considera que no es necesario justificar el cumplimiento de los límites anteriormente citados para el caso de las instalaciones de alta tensión de la planta fotovoltaica Zarzalejo.

En cualquier caso, a continuación, se realiza un cálculo teórico de emisiones en los puntos críticos que pueden aparecer en la instalación.

### **7.1. Cálculo del flujo magnético en la instalación**

#### **7.1.1. Campo magnético generado por los conductores**

El método de cálculo consiste en un cálculo del campo magnético generado por cada fase en el punto de medida.

La expresión empleada para calcular el campo magnético según Biot-Savart viene dada por:

$$B = \frac{\mu_0 * I}{2 * \pi * D} [T]$$

Donde:

B = Inducción magnética [T]

$\mu_0$  = Permeabilidad magnética del aire (considerada como la del vacío) =  $4 * \pi * 10^{-7}$  [N/A<sup>2</sup>]

I = Corriente que circula por el conductor [A]

D = Distancia entre el punto de medida “P” y el conductor [m]

Sustituyendo el valor de permeabilidad magnética y tomando como unidad de referencia el microTesla ( $\mu$ T) la expresión resulta de la siguiente manera:

$$B = \frac{2 * 10^2 * I}{D} [\mu T]$$

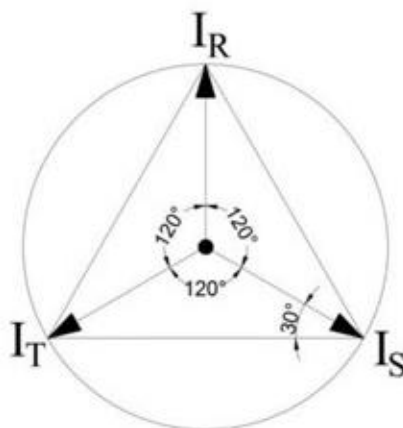
Donde:

I = Corriente que circula por el conductor [A]

D = Distancia entre el punto de medida “P” y el conductor [mm]

La siguiente consideración a tener en cuenta es el hecho de que la corriente sea trifásica. El sistema trifásico es el empleado para el transporte y distribución de energía eléctrica a escala global, y este implica que existan tres fases, cuyas magnitudes eléctricas están desfasadas entre sí.

Las magnitudes eléctricas de un sistema trifásico están desfasadas entre sí. En concreto, este desfase entre las magnitudes de cada fase será de 120° en un sistema perfectamente equilibrado, que es el caso que nos ocupa. Este hecho afecta de manera notable a la hora de contabilizar los campos magnéticos que se generan, ya que las corrientes de las fases están relacionadas las unas con las otras. En la figura siguiente, puede advertirse el desfase entre las corrientes de las tres fases pertenecientes a un circuito trifásico equilibrado, de notación R, S y T.



Si tenemos en cuenta la componente de las fases S y T en la dirección de R, observamos que el ángulo que las relaciona tiene un valor de 30°. Entonces, en un sistema equilibrado llegamos a la conclusión de que:

$$I_S = I_T = -I_R * \text{sen} (30^\circ) = \frac{-I_R}{2}$$

Aplicando lo anterior al campo magnético generado por cada fase, tendremos:

$$B_R = \frac{2 * 10^2 * I_R}{D_{PR}} [\mu T]$$

$$B_S = \frac{2 * 10^2 * I_S}{D_{PS}} = -\frac{10^2 * I_R}{D_{PS}} [\mu T]$$

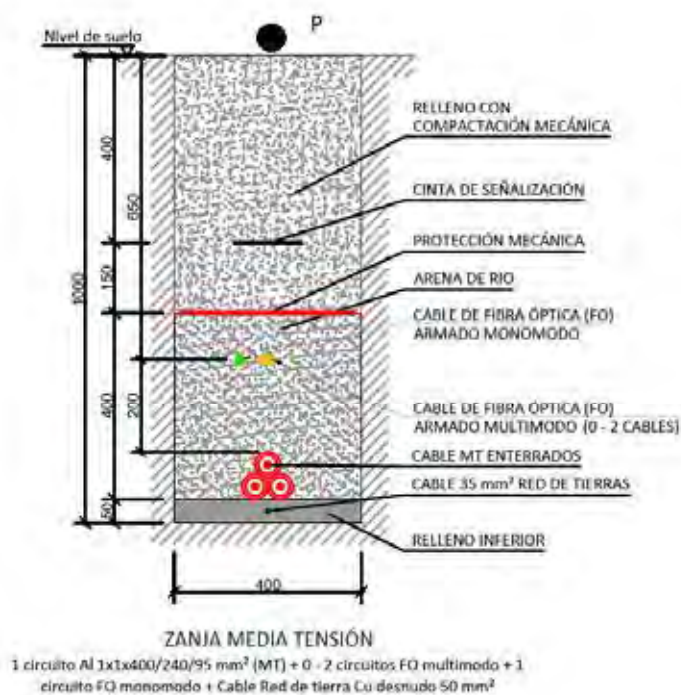
$$B_T = \frac{2 * 10^2 * I_T}{D_{PT}} = -\frac{10^2 * I_R}{D_{PS}} [\mu T]$$

El campo magnético total en un punto P será el resultado de la suma de los campos magnéticos de cada una de las fases en ese punto y vendrá dado por la expresión:

$$B_{Total} = B_R + B_S + B_T = \frac{2 * 10^2 * I_R}{D_{PR}} - \frac{10^2 * I_R}{D_{PS}} - \frac{10^2 * I_R}{D_{PS}}$$

### 7.1.2. Campo magnético generado por los conductores subterráneos

En la imagen siguiente se representa la zanja tipo de media tensión empleada en el proyecto de la planta fotovoltaica Zarzalejo:



Para un punto P situado a una distancia aproximada de 1 m de los conductores y dada la proximidad que existe entre conductores, se puede suponer que:

$$D_{PR} \approx D_{PS} \approx D_{PT}$$

En base a la expresión anterior del campo magnético total generado, se puede considerar que los campos generados por las tres fases se anulan, siendo el campo electromagnético en P despreciable.

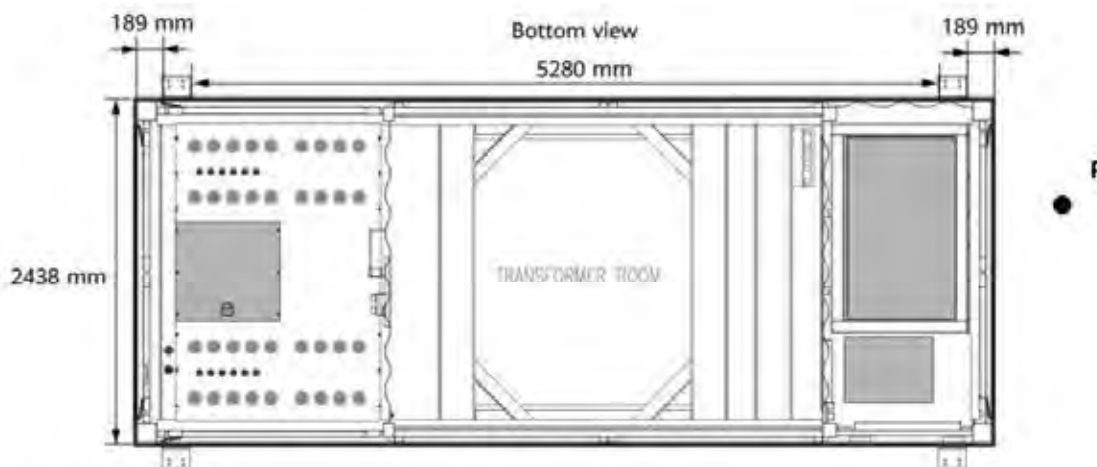
En la tabla siguiente se representan los valores de campo magnético calculados para las líneas de media tensión en el tramo de entrada a la subestación, en el que el valor de la intensidad será mayor y por tanto la más desfavorable en cuanto a la emisión de campo electromagnético:

FASE	I (A)	D <sub>p</sub> (mm)	B (μT)
R	134,99	945,2	28,54
S	134,99	980,2	13,77
T	134,99	980,2	13,77
TOTAL			1

Como se puede observar, el valor del flujo magnético total generado por la suma de los flujos magnéticos de las tres fases sobre el punto P, da un valor prácticamente nulo.

### 7.1.3. Campo magnético generado por los conductores en los puentes del transformador

El caso más desfavorable será en los puentes del transformador a la salida hacia las celdas de media tensión.



Considerando los conductores al aire y separados una distancia máxima de 300 mm entre sí, situados en el mismo plano y contando con que la intensidad que circula por cada fase será de 67,49 A, el campo magnético generado por la suma de las tres fases en un punto situado en la zona más próxima que podría

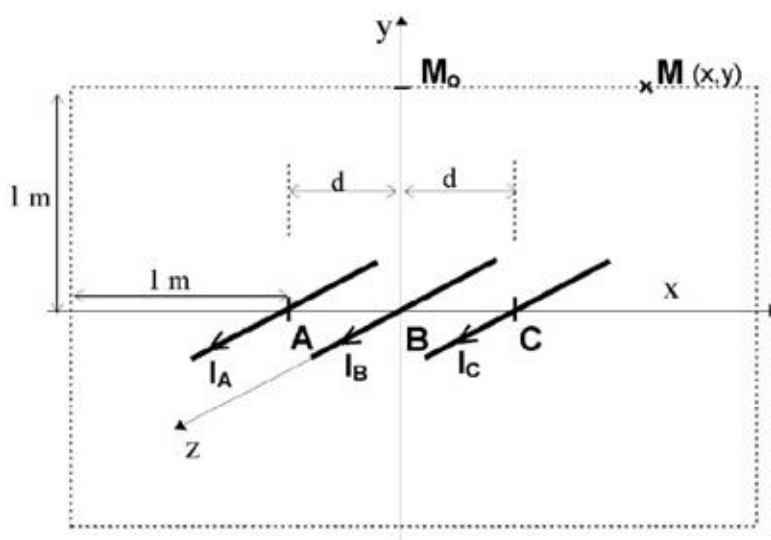
ocupar un trabajador que realiza tareas de mantenimiento (aproximadamente a 2 m) será el siguiente.

FASE	I (A)	D <sub>p</sub> (mm)	B (μT)
R	67,49	2000	6,75
S	67,49	2022	3,34
T	67,49	2022	3,34
TOTAL			0,073

#### 7.1.4. Campo magnético generado por las conexiones a las bornas del transformador

La norma UNE 207012-001 plantea un sistema de cálculo del campo magnético alrededor de transformadores a frecuencia industrial.

El documento citado comienza haciendo hincapié en las relaciones entre corrientes trifásicas y para comenzar con el cálculo parte de establecer tres barras separadas entre sí una distancia “d”, perpendiculares a un plano, en este caso el “xy”. Ahora bien, igual que en nuestras consideraciones, crea un rectángulo de un metro alrededor de las tres barras de tal manera que cualquier punto de medida está contenido en él.



Así, para el punto genérico de medida M (x, y), establece que el campo magnético tiene un valor:

$$\frac{B_{Tot}}{2 * 10^{-7} * I} = \left[ \left( \frac{y * \text{sen} \left( \omega t - \frac{2\pi}{3} \right)}{(x + d)^2 + y^2} + \frac{y * \text{sen} (\omega t)}{x^2 + y^2} + \frac{y * \text{sen} \left( \omega t + \frac{2\pi}{3} \right)}{(x - d)^2 + y^2} \right)^2 + \left( \frac{(x + d) * \text{sen} \left( \omega t - \frac{2\pi}{3} \right)}{(x + d)^2 + y^2} + \frac{x * \text{sen} (\omega t)}{x^2 + y^2} + \frac{(x - d) * \text{sen} \left( \omega t + \frac{2\pi}{3} \right)}{(x - d)^2 + y^2} \right)^2 \right]^{\frac{1}{2}} [T]$$

Donde:

x, y = Valor de las coordenadas del punto M [m]

$\omega$  = Frecuencia de la red [rads]

t = Tiempo [s]

I = Valor eficaz de la corriente que circula por cada barra [A]

d = Distancia entre barras [m]

Sin embargo, considerando todo el conjunto de puntos perteneciente al rectángulo y barras con longitud infinita, se obtiene una expresión en el punto M<sub>0</sub> de la imagen anterior mucho más manejable:

$$B_{Tot-Max} = 2 * 10^{-7} * I * \left( \frac{\sqrt{3} * d}{1 + d^2} \right) [T]$$

En el caso de que las barras tuviesen una longitud determinada, solo habría que introducir un factor de compensación en la expresión anterior tal que:

$$B_{Tot-Max} = 2 * 10^{-7} * I * \left( \frac{\sqrt{3} * d}{1 + d^2} \right) * \text{sen}(\alpha) [T]$$



PROYECTO DE EJECUCIÓN  
PLANTA FOTOVOLTAICA “PRADONUEVO”  
DE 3 MW DE POTENCIA  
T.M. VALDEMORO (MADRID)

Marzo 2023

**ANEJO I. CÁLCULOS**

Donde  $\alpha$  se define como el ángulo tomado desde el punto de medida entre el centro de la barra y su extremo.

Para un ángulo  $\alpha$  de  $45^\circ$  el campo magnético en bornes del transformador será de  $4,55 \mu\text{T}$ .

Se puede concluir, que a pesar de no ser aplicables los valores límite de emisión de campo electro magnético, por encontrarse la planta en una zona alejada de cualquier edificio de otros usos, las emisiones no llegarían a alcanzar los valores límite establecidos.



PROYECTO DE EJECUCIÓN  
PLANTA FOTOVOLTAICA “PRADONUEVO”  
DE 3 MW DE POTENCIA  
T.M. VALDEMORO (MADRID)

Marzo 2023

**ANEJO I. CÁLCULOS**

**8. VENTILACIÓN. CUMPLIMIENTO DEL APARTADO 4.4 DE LA ITC RAT 14.**

En el diseño de los edificios se estudiará la forma de evitar que escapes de gas SF<sub>6</sub>, que es más pesado que el aire, pueda acumularse en zonas bajas. Se evitará que el gas escapado pueda salir a los alcantarillados de servicio público.

En los locales con instalaciones aisladas por SF<sub>6</sub> y situados por encima del suelo generalmente es suficiente una ventilación natural que pase a través del local. Para el diseño de la ventilación natural, aproximadamente la mitad de las aberturas de ventilación, vistas en un plano de sección, deben estar situadas cerca del suelo. En caso de que las aberturas no puedan disponerse cerca del suelo será necesaria una ventilación forzada.

Los locales con instalaciones aisladas con SF<sub>6</sub> y situadas por debajo del suelo deben tener ventilación forzada si la cantidad de gas que pueda acumularse puede llegar a poner en riesgo la salud y seguridad de las personas. La ventilación forzada puede omitirse siempre que el volumen del gas del compartimento de gas más grande no exceda, a presión atmosférica, el 10 por ciento del volumen de la habitación. A efectos del cálculo del volumen total de gas SF<sub>6</sub> a la temperatura y presión normales, debe tenerse en cuenta el volumen de gas de las botellas de SF<sub>6</sub> en caso de que estén conectadas permanentemente para la recarga automática del compartimento.

Los locales con instalaciones aisladas en SF<sub>6</sub> situadas bajo el suelo requieren ventilación forzada si la cantidad de gas que puede acumularse puede llegar a ser peligrosa para las personas. En concreto, si el volumen de gas del compartimento de gas más grande no excede, a presión atmosférica, del 10% del volumen de la habitación no será necesaria una ventilación forzada. Para calcular este volumen se debe multiplicar el volumen del compartimento mayor por la relación de presiones (presión absoluta interna en el compartimento entre presión atmosférica), para así tener en cuenta la expansión del gas a



PROYECTO DE EJECUCIÓN  
PLANTA FOTOVOLTAICA “PRADONUEVO”  
DE 3 MW DE POTENCIA  
T.M. VALDEMORO (MADRID)

Marzo 2023

**ANEJO I. CÁLCULOS**

temperatura constante en caso de fuga de gas en uno de los compartimentos. Para estar del lado de la seguridad se hará el cálculo suponiendo que el compartimento que fuga es el que tiene mayor volumen de gas.

Las zonas bajas, por debajo de las instalaciones aisladas con SF6 y muy próximas a ellas, pueden acumular escapes de este gas, independientemente de que la instalación de alta tensión se encuentre por encima o por debajo de la cota cero. Ejemplo de estas zonas son locales que albergan bombas, fosos y grandes arquetas visitables. Para evitar la acumulación del gas puede ser necesario disponer en estas zonas de ventilación forzada, aunque esta ventilación no será necesaria cuando el volumen del gas del compartimento de gas más grande no exceda, a presión atmosférica, el 10 por ciento del volumen de estas zonas.

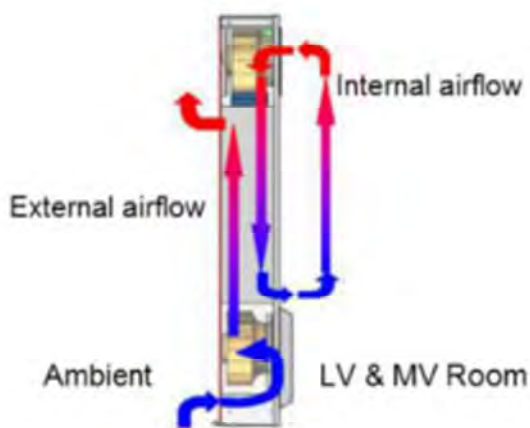
En instalaciones que se encuentren a cota cero o por encima de dicha cota, como por ejemplo los centros de transformación prefabricados o ubicados en edificios de otros usos, las condiciones de ventilación son más favorables que en las instalaciones subterráneas por lo que casi nunca es necesaria la ventilación forzada. En todo caso, si se cumple la misma regla anterior, es decir, si el volumen de gas del compartimento de gas más grande no excede, a presión atmosférica, del 10% del volumen de la habitación no será necesaria la ventilación forzada, ya que volúmenes inferiores al 10% no resultan peligrosos para la seguridad y salud de las personas.

Otro caso singular de instalaciones que se pueden encontrar en cota cero o por encima de dicha cota lo constituyen los centros de seccionamiento y de reparto, que son instalaciones de alta tensión de tercera categoría con apartamento de maniobra, pero que no incluyen transformador de distribución. En este tipo de centros requiere de una ventilación mínima, ya que no existen pérdidas de potencia apreciables al no existir transformador de distribución, por lo que no son necesarias rejillas de ventilación, siendo generalmente suficiente la ventilación por conducción o a través del cerramiento del centro. A estos

centros de seccionamiento o reparto, que contengan equipos con SF6 les resulta también de aplicación la mencionada regla del 10% de volumen de gas para evitar la necesidad de una ventilación forzada. Si esa condición de volumen no se cumple, deberá dotarse al local de ventilación natural o forzada independiente de su situación, por encima del suelo o por debajo de él.

Los centros de transformación del proyecto se instalan por encima de la cota cero. El sistema de ventilación adoptado es una solución por convección forzada. El aire del interior del centro de transformación será enfriado en un intercambiador de calor con el aire procedente del exterior. De este modo, se evitará la entrada de aire procedente del exterior hacia el interior del centro de transformación. La cabina de baja tensión del centro de transformación estará equipada con dos intercambiadores, y otro intercambiador de calor para la cabina de MT en ambos casos.

En la imagen siguiente se puede ver el principio de funcionamiento del sistema de ventilación de los centros:



Para reducir las altas temperaturas, se ha previsto una capa de aislamiento térmico en el techo del centro de transformación.



PROYECTO DE EJECUCIÓN  
PLANTA FOTOVOLTAICA “PRADONUEVO”  
DE 3 MW DE POTENCIA  
T.M. VALDEMORO (MADRID)

Marzo 2023

**ANEJO I. CÁLCULOS**

## 9. CUMPLIMIENTO DE LOS LÍMITES DE RUIDO SEGÚN RD 337/2014 DE 9 DE MAYO

El RAT, establece en la instrucción ITC-RAT-15, apartado 3.16, que, para las instalaciones eléctricas de exterior, con objeto de limitar el ruido originado por las instalaciones, éstas se dimensionarán y se diseñarán de forma que los índices de ruido medidos en el exterior de las instalaciones se ajusten a los niveles de calidad acústica establecidos en el R. D. 1367/2007, de 19 de octubre.

Para el caso que nos ocupa, las instalaciones generadoras de ruido serán los inversores y los transformadores que se encuentran en las centrales de potencia. Por tanto, el objeto de este apartado será justificar que los niveles de ruido emitidos por los inversores y los transformadores de las centrales de potencia en el exterior de la planta se ajustan a los niveles requeridos.

Del artículo 14 del R. D. 1367/2007, se desprende que el objetivo de calidad acústica aplicable a las zonas tranquilas y en campo abierto será mantener en dichas zonas los niveles sonoros por debajo de los valores de los índices de inmisión de ruido establecidos en la tabla A del anexo II, disminuido en 5 dB.

Tipo de área acústica		Índices de ruido		
		L <sub>d</sub>	L <sub>e</sub>	L <sub>n</sub>
e	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso sanitario, docente y cultural que requiera una especial protección contra la contaminación acústica.	60	60	50
a	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso residencial.	65	65	55
d	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso terciario distinto del contemplado en c).	70	70	65
c	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso recreativo y de espectáculos.	73	73	63
b	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso industrial.	75	75	65
f	Sectores del territorio afectados a sistemas generales de infraestructuras de transporte, u otros equipamientos públicos que los reclamen. (1)	(2)	(2)	(2)

Dado que este R.D. está enfocado a la protección de la población frente a las emisiones de ruido, se centra en áreas en las que se desarrolla la actividad humana. Esta tabla recoge los índices de ruido para áreas que nada tienen que ver con el área en que se encuentra la planta, ya que se trata de una zona rural sin edificaciones próximas.



PROYECTO DE EJECUCIÓN  
PLANTA FOTOVOLTAICA “PRADONUEVO”  
DE 3 MW DE POTENCIA  
T.M. VALDEMORO (MADRID)

Marzo 2023

**ANEJO I. CÁLCULOS**

Por el entorno en que se desarrollará la planta, el predominio podría asemejarse a un uso industrial o uso primario, se tomará como valor de referencia 65 dB.

Nivel de ruido en los inversores.

Los inversores cumplen con la IEC62109 “Seguridad de convertidores de potencia para uso en sistemas de potencia fotovoltaica”, el nivel de ruido es parte de los requerimientos de seguridad de los inversores y por eso los equipos son testeados para ser certificados conforme a la IEC62109.

Los resultados de los test indican los siguientes resultados

Modelo de Inversor	Nivel de ruido
SUN2000-215KTL-H0/H3	<= 65 dB (Condiciones habituales)

Lo cual asegura el cumplimiento del nivel límite tomado de 65 dB.



PROYECTO DE EJECUCIÓN  
PLANTA FOTOVOLTAICA "PRADONUEVO"  
DE 3 MW DE POTENCIA  
T.M. VALDEMORO (MADRID)

Marzo 2023

**ANEJO I. CÁLCULOS**

Nivel de ruido emitido por los transformadores.

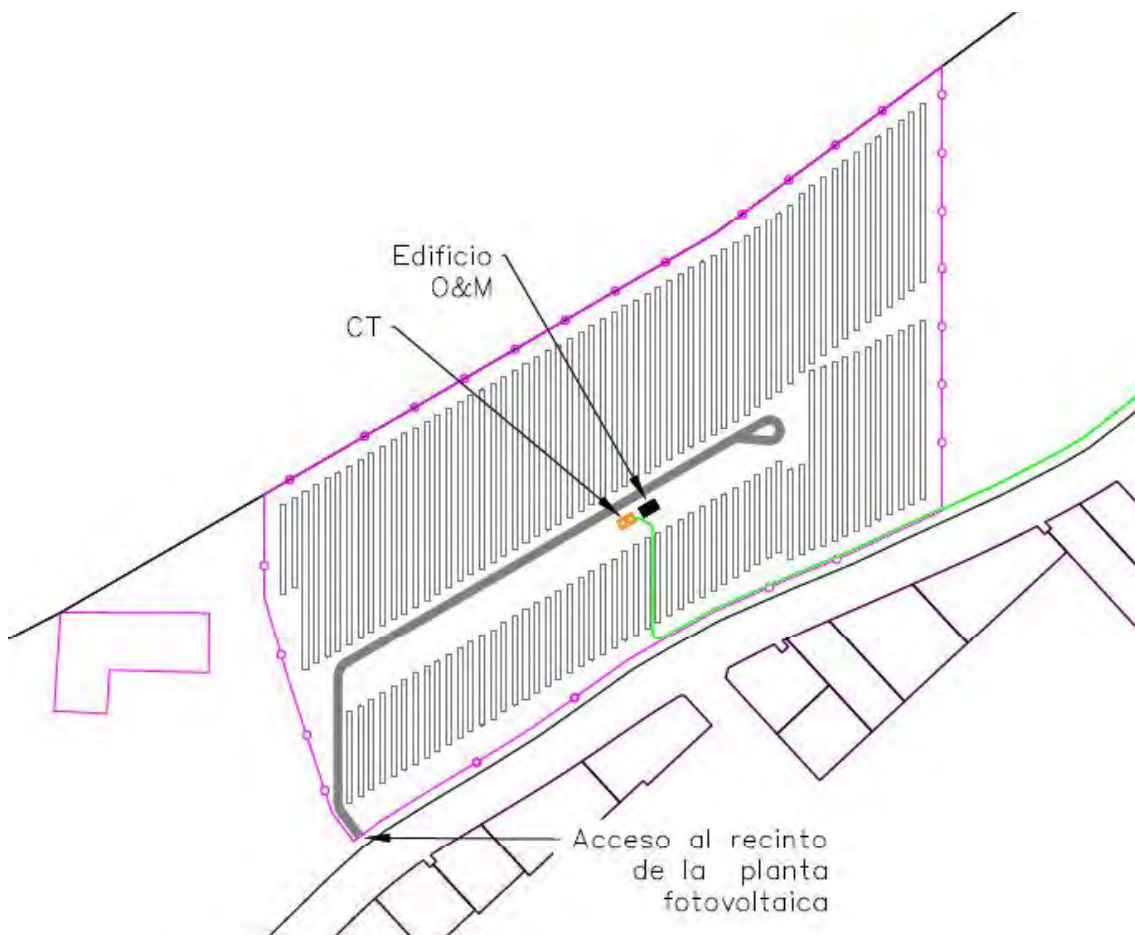
La estación transformadora inteligente STS de Huawei está diseñada y se fabricará de acuerdo con las normas IEC 62271-202, IEC 60076 e IEC 61439. Y el nivel de ruido de la STS cumplirá y se probará en su totalidad de acuerdo con la IEC 60076-10 "Transformadores de potencia - Parte 10 Determinación de niveles de ruido - Guía de aplicación".

El nivel de ruido detallado para la STS aplicable se recoge en la siguiente tabla.

Modelo de STS	Nivel de ruido
STS-3000K-H1	64 dB @ 1m

Las medidas del nivel de ruido en las STS se realizan a la tensión nominal de salida y a la frecuencia nominal, e inmediatamente después de las medidas de fondo, se realizan medidas ponderadas del nivel de presión sonora para cada posición de medida situada alrededor del transformador, tal y como se detalla en la norma IEC 60076-1.

La ubicación de los centros de transformación queda detallada en el plano de planta del proyecto de ejecución:



La planta incluye un único centro de transformación. El transformador se encuentra a 55 m del exterior de la planta.

El fabricante establece unos requerimientos de instalación del transformador, en los que se recoge que se debe garantizar una distancia mínima de 50 m desde el transformador hasta la zona residencial más cercana para evitar llegar a niveles de contaminación acústica.

Los 55 m que separan el centro de transformación del exterior de la planta, reducen aún más los niveles medidos por el fabricante de 64 dB y evitan que se puedan superar los niveles mínimos de ruido establecidos de 65 dB.



PROYECTO DE EJECUCIÓN  
PLANTA FOTOVOLTAICA “PRADONUEVO”  
DE 3 MW DE POTENCIA  
T.M. VALDEMORO (MADRID)

Marzo 2023

**ANEJO I. CÁLCULOS**

Como conclusión, dado que el valor de inmisión que habría que cumplir es de 65 dB, y según los datos del fabricante, el valor de ruido en el exterior sería siempre inferior a ese valor, se puede afirmar que se cumple con la limitación de ruido.

Murcia, marzo de 2023

EL INGENIERO AUTOR DEL PROYECTO.

Ingeniero Industrial

COIRM. Colegiado nº 1.074

SYNERGIA ENERGY SOLUTIONS, S.L.



# **ANEJO II. ESTUDIO DE PRODUCCIÓN.**

# PVsyst - Informe de simulación

## Sistema conectado a la red

---

Proyecto: PFV Pradonuevo

Variante: 1V

Sistema de rastreo, con retroceso

Potencia del sistema: 3744 kWp

Gózquez de Arriba - Spain

**Autor(a)**

Synergia Energy Solutions, S.L. (Spain)



# Proyecto: PFV Pradonuevo

Variante: 1V

## PVsyst V7.3.2

VC0, Fecha de simulación:  
14/03/23 17:37  
con v7.3.2

Synergia Energy Solutions, S.L. (Spain)

### Resumen del proyecto

Sitio geográfico	Situación	Configuración del proyecto
<b>Gózneq de Arriba</b>	Latitud 40.23 °N	Albedo 0.20
España	Longitud -3.64 °W	
	Altitud 603 m	
	Zona horaria UTC+1	
<b>Datos meteo</b>		
Gózneq de Arriba		
Meteonorm 8.0 (2005-2017), Sat=48% - Sintético		

### Resumen del sistema

Sistema conectado a la red	Sistema de rastreo, con retroceso	Sombreados cercanos
<b>Orientación campo FV</b>	<b>Algoritmo de rastreo</b>	Sombreados lineales
<b>Orientación</b>	Optimización de irradiancia	Sombreado difuso Automático
Plano de rastreo, eje horizontal N-S	Retroceso activado	
Azimut del eje 0 °		
<b>Información del sistema</b>		
<b>Generador FV</b>	<b>Inversores</b>	
Núm. de módulos 5760 unidades	Núm. de unidades 15 unidades	
Pnom total 3744 kWp	Pnom total 3000 kWca	
	Límite de potencia de red 2700 kWca	
	Proporción de red lim. Pnom 1.387	
<b>Necesidades del usuario</b>		
Carga ilimitada (red)		

### Resumen de resultados

Energía producida	7184538 kWh/año	Producción específica	1919 kWh/kWp/año	Proporción rend. PR	84.30 %
-------------------	-----------------	-----------------------	------------------	---------------------	---------

### Tabla de contenido

Resumen de proyectos y resultados	2
Parámetros generales, Características del generador FV, Pérdidas del sistema.	3
Definición del horizonte	5
Definición del sombreado cercano - Diagrama de iso-sombreados	6
Resultados principales	7
Diagrama de pérdida	8
Gráficos predefinidos	9
Diagrama unifilar	10



# Proyecto: PFV Pradonuevo

Variante: 1V

## PVsyst V7.3.2

VCO, Fecha de simulación:  
14/03/23 17:37  
con v7.3.2

Synergia Energy Solutions, S.L. (Spain)

### Parámetros generales

#### Sistema conectado a la red

#### Orientación campo FV

##### Orientación

Plano de rastreo, eje horizontal N-S  
Azimut del eje 0 °

#### Modelos usados

Transposición Perez  
Difuso Perez, Meteonorm  
Circunsolar separado

#### Horizonte

Altura promedio 2.4 °

#### Sistema bifacial

Modelo Cálculo 2D  
rastreadores ilimitados

#### Geometría del modelo bifacial

Espaciado de rastreador 5.25 m  
Ancho de rastreador 2.38 m  
GCR 45.4 %  
Altura del eje sobre el suelo 2.10 m

#### Limitación de potencia de red

Potencia activa 2700 kWca  
Proporción Pnom 1.387

#### Sistema de rastreo, con retroceso

##### Algoritmo de rastreo

Optimización de irradiancia  
Retroceso activado

#### Sombreados cercanos

Sombreados lineales  
Sombreado difuso Automático

##### Conjunto de retroceso

Núm. de rastreadores 90 unidades

##### Tamaños

Espaciado de rastreador 5.25 m  
Ancho de colector 2.38 m  
Proporc. cob. suelo (GCR) 45.4 %  
Phi mín/máx. -/+ 60.0 °

##### Estrategia de retroceso

Límites de phi para BT -/+ 62.8 °  
Paso de retroceso 5.25 m  
Ancho de retroceso 2.38 m

#### Necesidades del usuario

Carga ilimitada (red)

#### Definiciones del modelo bifacial

Albedo de tierra 0.20  
Factor de bifacialidad 70 %  
Fact. sombreado trasero 5.0 %  
Fact. desajuste trasero 10.0 %  
Fracción transparente de cobertizo 0.0 %

### Características del generador FV

#### Módulo FV

Fabricante Risen Energy Co., Ltd  
Modelo RSM132-8-650BMDG

(Definición de parámetros personalizados)

Unidad Nom. Potencia 650 Wp  
Número de módulos FV 5760 unidades  
Nominal (STC) 3744 kWp  
Módulos 180 Cadenas x 32 En series

#### En cond. de funcionam. (50°C)

Pmpp 3426 kWp  
U mpp 1101 V  
I mpp 3112 A

#### Potencia FV total

Nominal (STC) 3744 kWp  
Total 5760 módulos  
Área del módulo 17893 m<sup>2</sup>  
Área celular 16765 m<sup>2</sup>

#### Inversor

Fabricante Huawei Technologies  
Modelo SUN2000-215KTL-H0

(Definición de parámetros personalizados)

Unidad Nom. Potencia 200 kWca  
Número de inversores 15 unidades  
Potencia total 3000 kWca  
Voltaje de funcionamiento 500-1500 V  
Potencia máx. (=>30°C) 215 kWca  
Proporción Pnom (CC:CA) 1.25  
Reparto de potencia en este inversor

#### Potencia total del inversor

Potencia total 3000 kWca  
Potencia máx. 3225 kWca  
Número de inversores 15 unidades  
Proporción Pnom 1.25



**Pérdidas del conjunto**

**Pérdidas de suciedad del conjunto**

Frac. de pérdida 3.0 %

**Factor de pérdida térmica**

Temperatura módulo según irradiancia

Uc (const) 29.0 W/m²K

Uv (viento) 0.0 W/m²K/m/s

**Pérdidas de cableado CC**

Res. conjunto global 1.9 m••

Frac. de pérdida 0.5 % en STC

**LID - Degradación Inducida por Luz**

Frac. de pérdida 2.0 %

**Pérdida de calidad módulo**

Frac. de pérdida -0.8 %

**Pérdidas de desajuste de módulo**

Frac. de pérdida 0.5 % en MPP

**Factor de pérdida IAM**

Efecto de incidencia (IAM): Perfil definido por el usuario

0°	20°	40°	60°	70°	75°	80°	85°	90°
1.000	1.000	1.000	1.000	0.992	0.978	0.946	0.850	0.000

**Pérdidas del sistema.**

**Indisponibilidad del sistema**

Frac. de tiempo 0.5 %

1.8 días,

3 períodos

**Pérdidas de cableado CA**

**Línea de salida del inv. hasta transfo MV**

Voltaje inversor 800 Vca tri

Frac. de pérdida 1.00 % en STC

**Inversor: SUN2000-215KTL-H0**

Sección cables (15 Inv.) Alu 15 x 3 x 95 mm²

Longitud media de los cables 79 m

**Línea MV hasta inyección**

Voltaje MV 15 kV

Cables Cobre 3 x 240 mm²

Longitud 500 m

Frac. de pérdida 0.06 % en STC

**Pérdidas de CA en transformadores**

**Transfo MV**

Voltaje medio 15 kV

**Parámetros del transformador**

Potencia nominal en STC 3.67 MVA

Iron Loss ( Conexión 24/24) 3.67 kVA

Fracción de pérdida de hierro 0.10 % en STC

Pérdida de cobre 36.73 kVA

Fracción de pérdida de cobre 1.00 % en STC

Resistencia equivalente de bobinas 3 x 1.74 m••



### Definición del horizonte

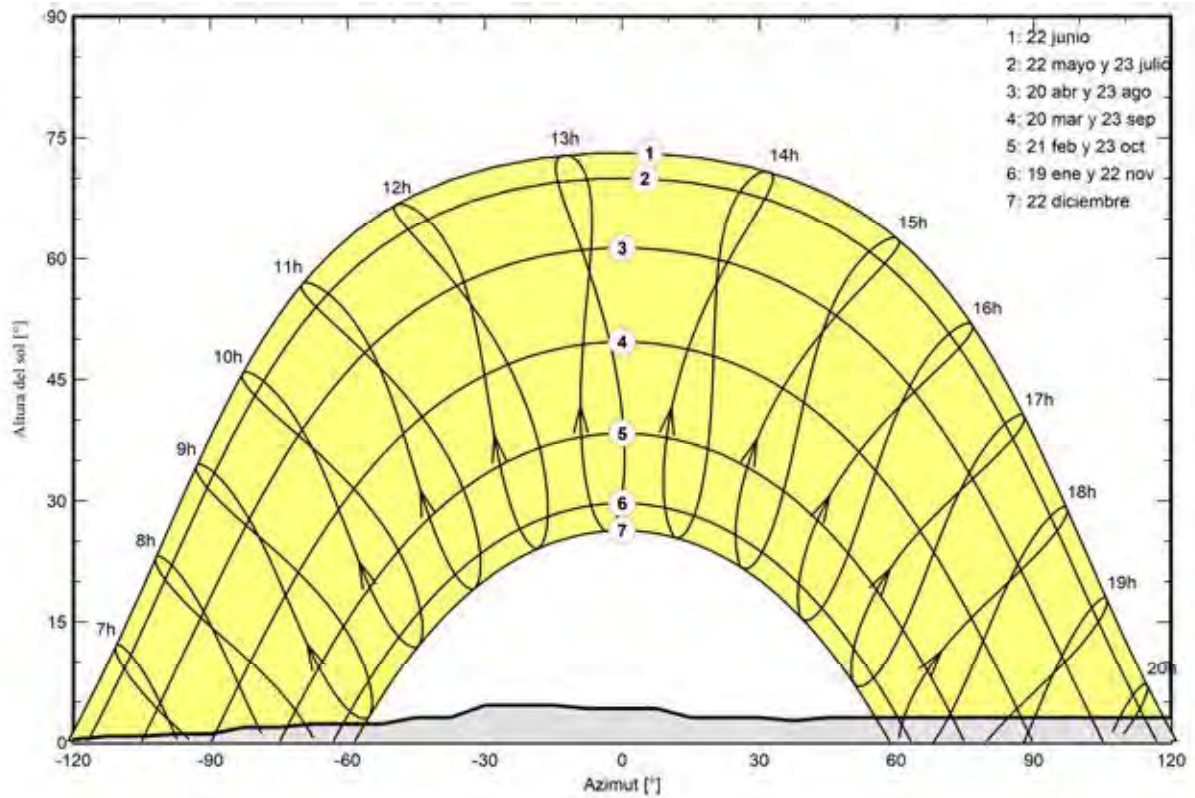
Horizon from PVGIS website API, Lat=40°13'39", Long=-3°38'41", Alt=603m

Altura promedio	2.4 °	Factor Albedo	0.85
Factor difuso	0.96	Fracción de albedo	100 %

### Perfil del horizonte

Azimut [°]	-180	-150	-143	-135	-120	-113	-105	-98	-90	-83	-75	-68	-53	-45
Altura [°]	1.1	1.1	0.8	0.4	0.4	0.8	0.8	1.1	1.1	1.9	1.9	2.3	2.3	3.1
Azimut [°]	-38	-30	-15	-8	8	15	30	38	45	135	143	158	165	180
Altura [°]	3.1	4.6	4.6	4.2	4.2	3.1	3.1	2.7	3.1	3.1	1.5	1.5	1.1	1.1

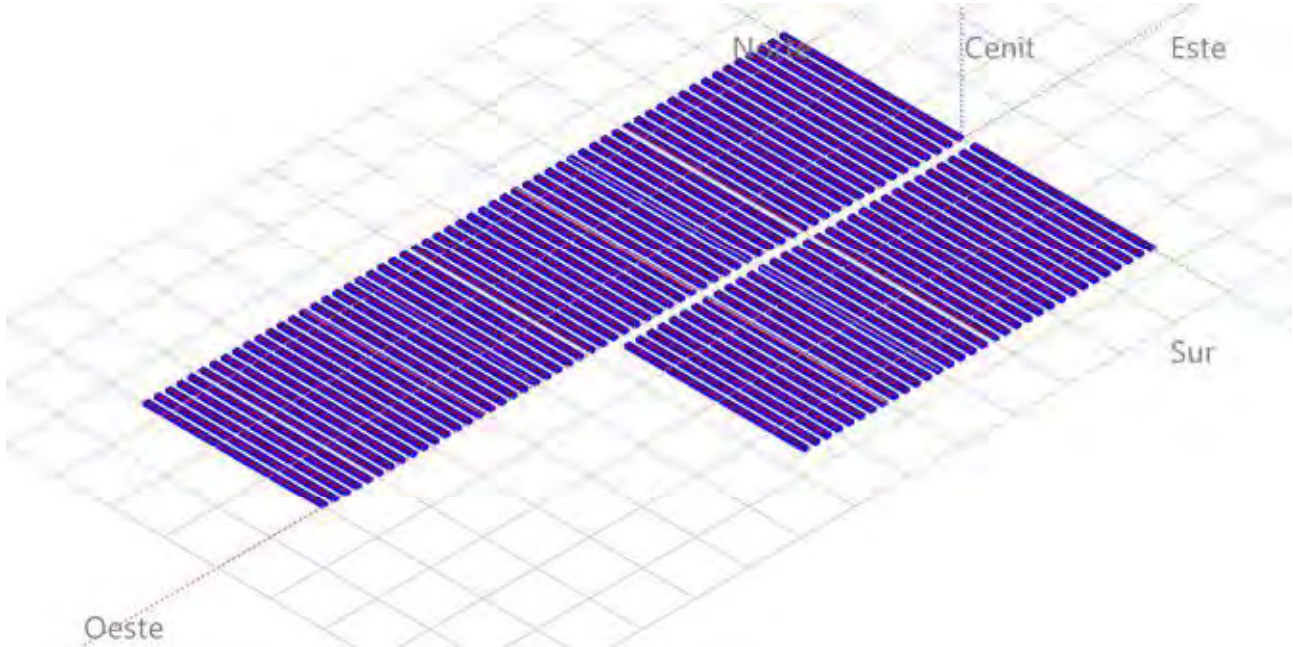
### Recorridos solares (diagrama de altura / azimut)





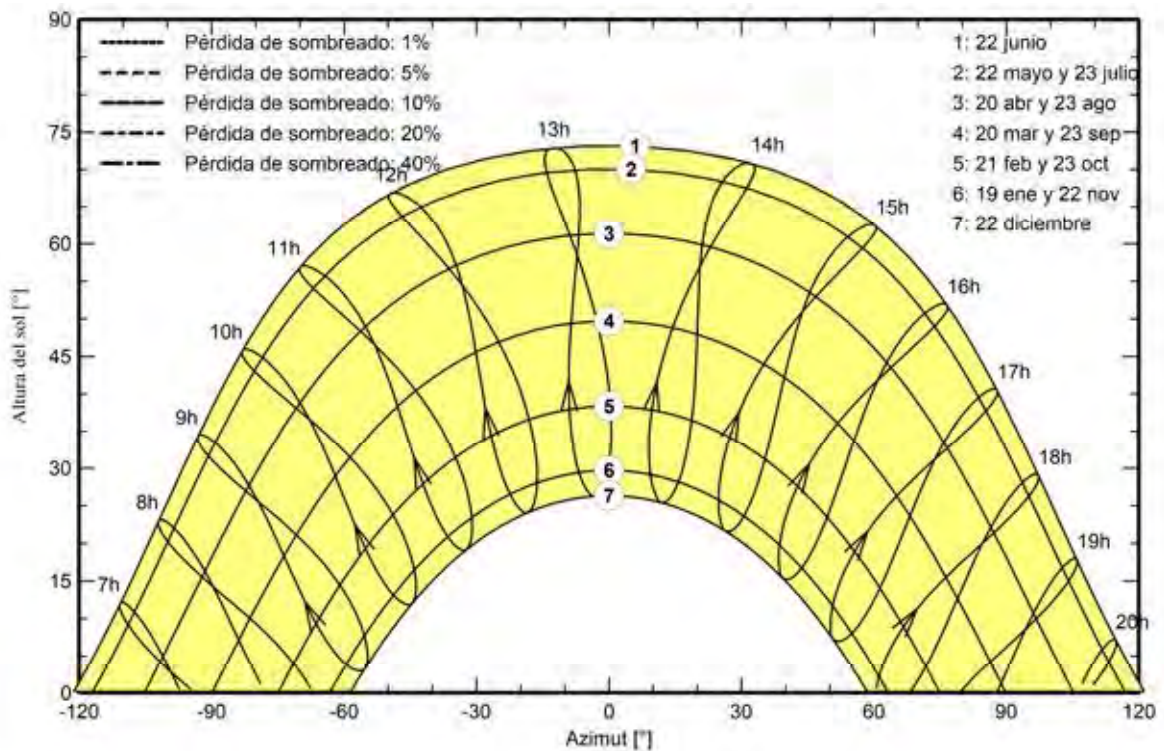
### Parámetro de sombreados cercanos

Perspectiva del campo FV y la escena de sombreado circundante



### Diagrama de iso-sombreados

Orientación #1





# Proyecto: PFV Pradonuevo

Variante: 1V

PVsyst V7.3.2

VC0, Fecha de simulación:  
14/03/23 17:37  
con v7.3.2

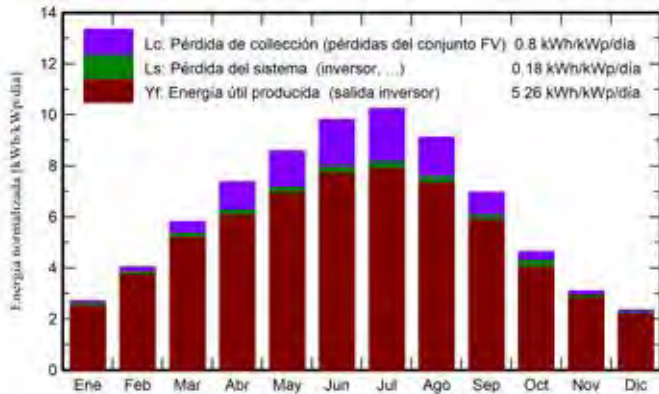
Synergia Energy Solutions, S.L. (Spain)

## Resultados principales

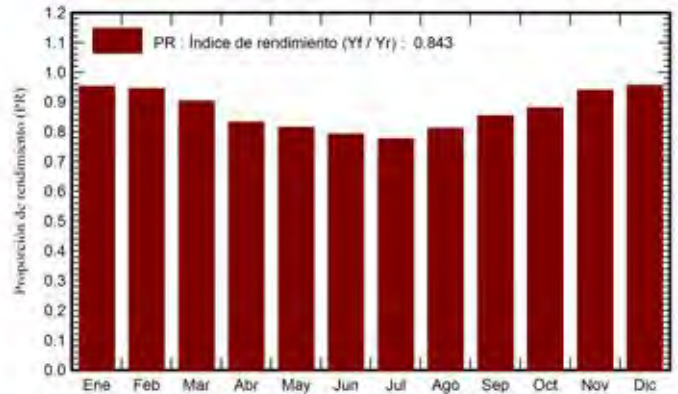
### Producción del sistema

Energía producida 7184538 kWh/año Producción específica 1919 kWh/kWp/año  
Proporción de rendimiento (PR) 84.30 %

Producciones normalizadas (por kWp instalado)



Proporción de rendimiento (PR)



## Balances y resultados principales

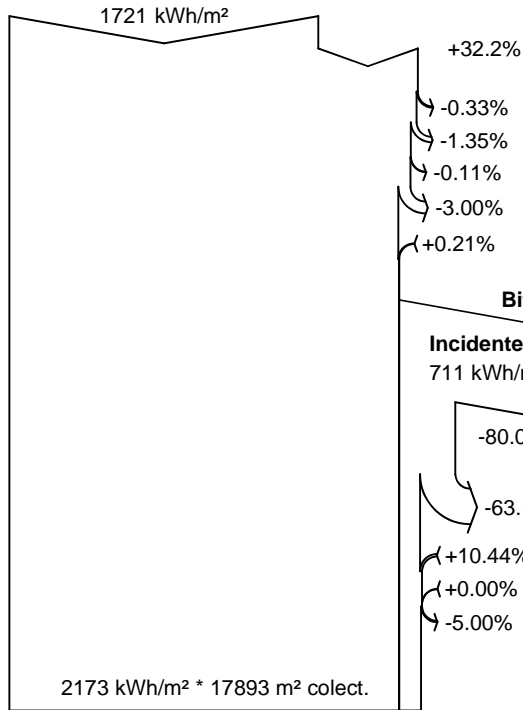
	GlobHor kWh/m <sup>2</sup>	DiffHor kWh/m <sup>2</sup>	T_Amb °C	GlobInc kWh/m <sup>2</sup>	GlobEff kWh/m <sup>2</sup>	EArray kWh	E_Grid kWh	PR proporción
Enero	63.1	25.43	6.11	83.8	79.8	308959	298578	0.952
Febrero	84.9	34.88	7.61	113.0	107.4	411465	399402	0.944
Marzo	135.8	47.14	11.25	180.0	171.8	627184	607960	0.902
Abril	169.8	57.75	13.86	221.0	211.2	709967	687768	0.831
Mayo	203.9	71.98	18.89	266.0	254.0	836543	810593	0.814
Junio	224.5	63.76	24.63	294.4	281.4	901564	872989	0.792
Julio	238.6	58.41	28.16	317.4	303.6	952594	922083	0.776
Agosto	210.3	54.91	27.47	282.4	269.9	886011	857498	0.811
Septiembre	156.9	48.69	22.21	208.8	199.3	688167	666852	0.853
Octubre	108.7	40.00	16.69	144.0	137.3	503882	474077	0.880
Noviembre	69.4	28.36	9.96	92.7	88.1	335803	325819	0.939
Diciembre	55.5	25.53	6.64	73.0	69.3	269068	260918	0.955
Año	1721.4	556.82	16.18	2276.3	2173.0	7431205	7184538	0.843

### Leyendas

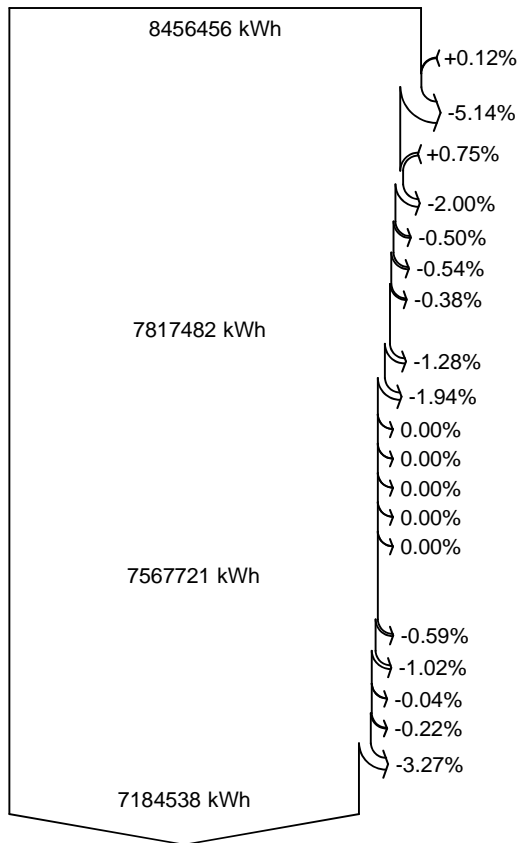
GlobHor	Irradiación horizontal global	EArray	Energía efectiva a la salida del conjunto
DiffHor	Irradiación difusa horizontal	E_Grid	Energía inyectada en la red
T_Amb	Temperatura ambiente	PR	Proporción de rendimiento
GlobInc	Global incidente plano receptor		
GlobEff	Global efectivo, corr. para IAM y sombreados		



Diagrama de pérdida



eficiencia en STC = 20.93%



**Irradiación horizontal global**

**Global incidente plano receptor**

- Sombreados lejanos / Horizonte
- Sombreados cercanos: pérdida de irradiancia
- Factor IAM en global
- Factor de pérdida de suciedad
- Reflejo del suelo en la parte frontal

**5.57% Irradiancia global en la parte trasera (121 kWh/m²)**

**Irradiancia efectiva en colectores**

Conversión FV, Factor de bifacialidad = 0.70

**Conjunto de energía nominal (con efic. STC)**

Pérdida FV debido al nivel de irradiancia

Pérdida FV debido a la temperatura.

Pérdida calidad de módulo

LID - Degradación inducida por luz

Pérdida de desajuste de conjunto de módulos

Desajuste de irradiancia posterior

Pérdida óhmica del cableado

**Energía virtual del conjunto en MPP**

Pérdida del inversor durante la operación (eficiencia)

Pérdida del inversor sobre potencia inv. nominal

Pérdida del inversor debido a la corriente de entrada máxima

Pérdida de inversor sobre voltaje inv. nominal

Pérdida del inversor debido al umbral de potencia

Pérdida del inversor debido al umbral de voltaje

Consumo nocturno

**Energía disponible en la salida del inversor**

Pérdidas óhmicas CA

Pérdida de transfo de voltaje medio

Pérdida óhmica de línea MV

Indisponibilidad del sistema

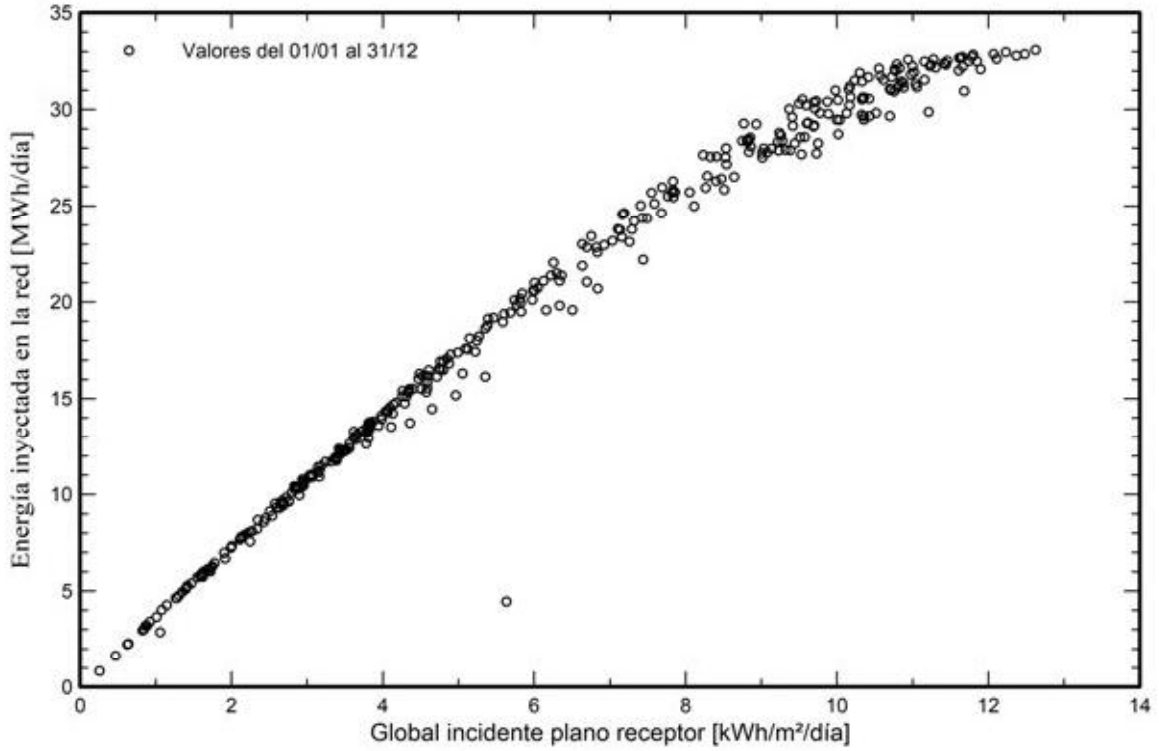
Energía inutilizada (limitación de la red)

**Energía inyectada en la red**

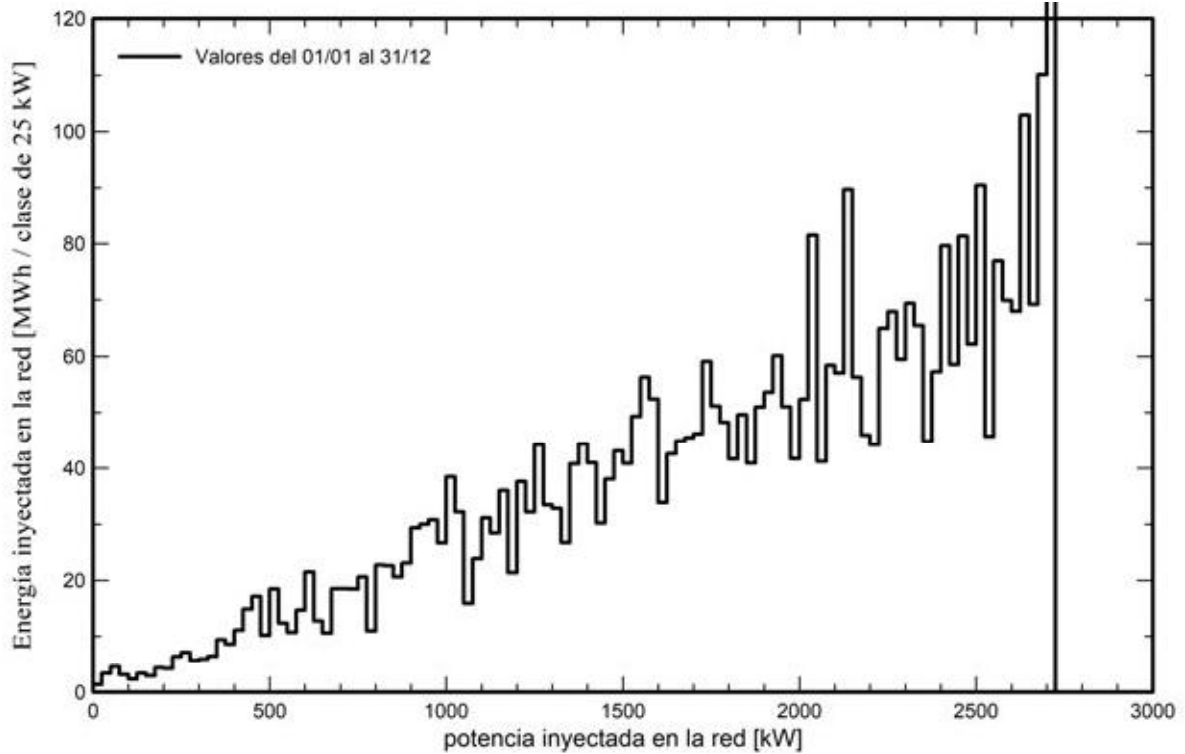


Gráficos predefinidos

Diagrama entrada/salida diaria



Distribución de potencia de salida del sistema

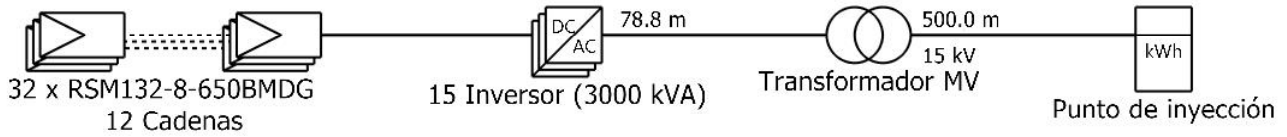




**PVsyst V7.3.2**

VC0, Fecha de simulación:  
14/03/23 17:37  
con v7.3.2

# Diagrama unifilar



Módulo FV	RSM132-8-650BMDG
Inversor	SUN2000-215KTL-H0
Cadena	32 x RSM132-8-650BMDG

PFV PradonuevoSynergia Energy Solutions, S.L. (

VC0 : 1V

14/03/23



# **ANEJO III: CARACTERÍSTICAS DE EQUIPOS**

	<p>PROYECTO DE EJECUCIÓN  <b>PLANTA FOTOVOLTAICA “PRADONUEVO”</b>  DE 3 MW DE POTENCIA  TT.MM. VALDEMORO (MADRID)</p>
Marzo 2023	<b>ANEJO III: CARACTERÍSTICAS DE EQUIPOS</b>

## ÍNDICE

<b>1</b>	<b>DATOS DE EQUIPOS PRINCIPALES.....</b>	<b>3</b>
1.1	MÓDULOS FV.....	3
1.2	INVERSORES FV.....	5
1.3	CENTROS DE TRANSFORMACIÓN.....	7
1.4	SEGUIDOR SOLAR.....	9
<b>2</b>	<b>DATOS DE EQUIPO ELÉCTRICO .....</b>	<b>11</b>
2.1	CABLEADO PARA DC .....	11
2.2	CABLEADO PARA LV-AC.....	12
2.3	CABLEADO PARA MT .....	13
2.4	CABLEADO PARA SERVICIOS AUXILIARES.....	15
2.5	CABLEADO PARA RED DE TIERRAS .....	16
<b>3</b>	<b>DATOS DE EQUIPO DE COMUNICACIONES.....</b>	<b>17</b>
3.1	CABLES PARA COMUNICACIONES.....	17
3.2	FIBRA ÓPTICA.....	19




PROYECTO DE EJECUCIÓN  
**PLANTA FOTOVOLTAICA “PRADONUEVO”**  
 DE 3 MW DE POTENCIA  
 TT.MM. VALDEMORO (MADRID)

Marzo 2023

**ANEJO III: CARACTERÍSTICAS DE EQUIPOS**

**1 DATOS DE EQUIPOS PRINCIPALES**

**1.1 Módulos FV**



**TITAN**  
 HIGH PERFORMANCE  
 BIFACIAL PERC MONOCRYSTALLINE MODULE

**G5.6**


ISO 9001  
 ISO 14001  
 IEC 61215  
 IEC 61730  
 CE  
 SF  
 TUV

ISO 9001  
 ISO 14001  
 IEC 61215  
 IEC 61730

As there are different certification requirements in different markets, please contact your local Risen Energy sales representative for the specific certificate requirements in the markets in the region in which the products are to be used.

**RISEN ENERGY CO., LTD.**  
 Risen Energy is a leading, global tier 1 manufacturer of high-performance solar photovoltaic products and provider of total business solutions for residential, commercial and utility-scale power generation. The company, founded in 1986, and publicly listed in 2010, creates value generation for its chosen global customers. Techno-commercial innovation, underpinned by consummate quality and support, anchors Risen Energy's total Solar PV business solutions which are among the most powerful and cost-effective in the industry. With local market presence and strong financial bankability status, we are committed, and able, to building strategic, mutually beneficial collaborations with our partners, as together we capitalize on the rising value of green energy.












Tashan Industry Zone, Mallin, Ninghai 315509, Ningbo | PRC  
 Tel: +86-574-59953239 Fax: +86-574-59953598  
 E-mail: marketing@risenenergy.com Website: www.risenenergy.com

 **risen** | Preliminary  
 For Global Market

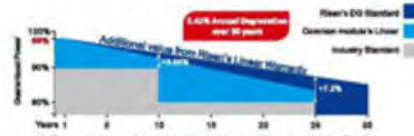
**RSM132-8-635BMDG-660BMDG**

<b>132 CELL</b> Mono PERC Module	<b>635-660Wp</b> Power Output Range
<b>1500VDC</b> Maximum System Voltage	<b>21.2%</b> Maximum Efficiency

**KEY SALIENT FEATURES**

-  Global, Tier 1 bankable brand, with independently certified state-of-the-art automated manufacturing
-  Bifacial technology enables additional energy harvesting from rear side (up to 30%)
-  Industry leading lowest thermal co-efficient of power
-  Industry leading 12 years product warranty
-  Excellent low irradiance performance
-  Excellent PID resistance
-  Positive tight power tolerance
-  Dual stage 100% EL inspection warranting defect-free product
-  Module imp binning radically reduces string mismatch losses
-  Excellent wind load 2400Pa & snow load 5400Pa under certain installation method
-  Comprehensive product and system certification
  - IEC61215:2016; IEC61730-1/-2:2016;
  - ISO 9001:2015 Quality Management System
  - ISO 14001:2015 Environmental Management System
  - ISO 45001:2018 Occupational Health and Safety Management System

**LINEAR PERFORMANCE WARRANTY**  
 12 year Product Warranty / 30 year Linear Power Warranty



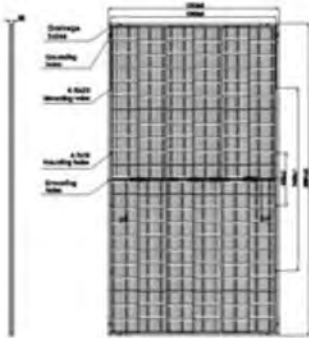
The graph shows the linear performance warranty over 30 years. It compares Risen's DO Standard (21.2% at year 0, 17.2% at year 30), Chinese module's Linear (21.2% at year 0, 17.2% at year 30), and Industry Standard (21.2% at year 0, 17.2% at year 30). A red box indicates 5.0% Annual Degradation over 30 years.

\* Please check the valid version of Linear Product Warranty which is officially released by Risen Energy Co., Ltd.

**THE POWER OF RISING VALUE**



Dimensions of PV Module



**ELECTRICAL DATA (STC)**

Model Number	RSM12-4-600BMDG	RSM12-4-600BMD1	RSM12-4-600BMD2	RSM12-4-600BMD3	RSM12-4-600BMD4	RSM12-4-600BMD5
Rated Power in Waite-Pmax(Wp)	635	640	645	650	655	660
Open Circuit Voltage-Voc(V)	44.89	45.09	45.29	45.49	45.69	45.89
Short Circuit Current-Isc(A)	18.03	18.08	18.13	18.18	18.23	18.28
Maximum Power Voltage-Vmp(V)	37.32	37.51	37.69	37.87	38.05	38.23
Maximum Power Current-Imp(A)	17.02	17.07	17.12	17.17	17.22	17.27
Module Efficiency (%) *	20.4	20.6	20.8	20.9	21.1	21.2

STC: Irradiance 1000 W/m<sup>2</sup>, Cell Temperature 25°C, Air Mass AM1.5 according to EN 60904-3.  
 Bifacial factor: 70%±5 \* Module Efficiency (%): Round-off to the nearest number

**Electrical characteristics with 10% rear side power gain**

Total Equivalent power-Pmax (Wp)	699	704	710	715	721	726
Open Circuit Voltage-Voc(V)	44.89	45.09	45.29	45.49	45.69	45.89
Short Circuit Current-Isc(A)	19.83	19.89	19.94	20.00	20.05	20.11
Maximum Power Voltage-Vmp(V)	37.32	37.51	37.69	37.87	38.05	38.23
Maximum Power Current-Imp(A)	18.72	18.78	18.83	18.89	18.94	19.00

Rear side power gain: The additional gain from the rear side compared to the power of the front side at the standard test condition. It depends on mounting (structure, height, tilt angle etc.) and albedo of the ground.

**ELECTRICAL DATA (NMOT)**

Model Number	RSM12-4-600BMDG	RSM12-4-600BMD1	RSM12-4-600BMD2	RSM12-4-600BMD3	RSM12-4-600BMD4	RSM12-4-600BMD5
Maximum Power-Pmax (Wp)	481.0	484.9	488.6	492.4	496.2	500.0
Open Circuit Voltage-Voc (V)	41.75	41.93	42.12	42.31	42.49	42.68
Short Circuit Current-Isc (A)	14.78	14.83	14.87	14.91	14.95	14.99
Maximum Power Voltage-Vmp (V)	34.63	34.61	34.98	35.14	35.31	35.48
Maximum Power Current-Imp (A)	13.89	13.93	13.97	14.01	14.05	14.09

NMOT: Irradiance at 800 W/m<sup>2</sup>, Ambient Temperature 20°C, Wind Speed 1 m/s.

**MECHANICAL DATA**

Solar cells	Monocrystalline
Cell configuration	132 cells (6×11+6×11)
Module dimensions	2384×1303×35mm
Weight	40kg
Superstrate	High Transmission, Low Iron, Tempered ARC Glass
Substrate	Tempered Glass
Frame	High strength alloy steel
J-Box	Potted, IP68, 1500VDC, 3 Schottky bypass diodes
Cables	4.0mm <sup>2</sup> (12AWG), Positive(+)-350mm, Negative(-)-350mm (Connector included)
Connector	Risen Twinsel PV-SY02, IP68

**TEMPERATURE & MAXIMUM RATINGS**

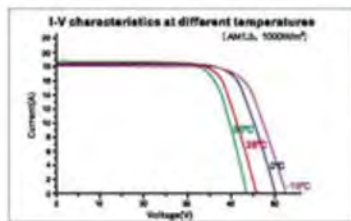
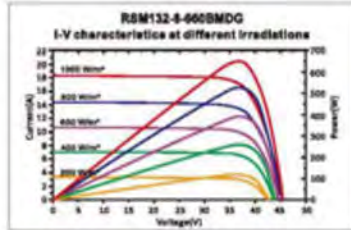
Nominal Module Operating Temperature (NMOT)	44°C±2°C
Temperature Coefficient of Voc	-0.25%/°C
Temperature Coefficient of Isc	0.04%/°C
Temperature Coefficient of Pmax	-0.34%/°C
Operational Temperature	-40°C~+85°C
Maximum System Voltage	1500VDC
Max Series Fuse Rating	35A
Limiting Reverse Current	35A

**PACKAGING CONFIGURATION**

	40ft(HQ)
Number of modules per container	527
Number of modules per pallet	31
Number of pallets per container	17
Box gross weight(kg)	1290

CAUTION: READ SAFETY AND INSTALLATION INSTRUCTIONS BEFORE USING THE PRODUCT.  
 ©2021 Titan Energy. All rights reserved. Contents included in this datasheet are subject to change without notice.  
 No specific undertaking or warranty for the suitability of special purpose or being installed in unordinary surroundings  
 is granted unless so expressly specified by manufacturer in product literature.

THE POWER OF RISING VALUE



Our Partners:

RSM132-BM00-12384-EN-14-3-2021



PROYECTO DE EJECUCIÓN  
PLANTA FOTOVOLTAICA “PRADONUEVO”  
DE 3 MW DE POTENCIA  
TT.MM. VALDEMORO (MADRID)

Marzo 2023

**ANEJO III: CARACTERÍSTICAS DE EQUIPOS**

**1.2 Inversores FV**

## Inversor de String Inteligente

SUN2000-215KTL-H1



### Inteligente

- Monitoreo inteligente de 12 strings y resolución rápida de problemas.
- Soporte de comunicaciones por línea de alimentación eléctrica (PLC).
- Soporte de diagnóstico inteligente de curvas I-V.

### Eficiente

- Máxima eficiencia del 99,0%, eficiencia europea del 98,8%.
- 6 MPPT para adaptarse de manera versátil a distintas disposiciones.

### Seguro

- Desconexión de DC integrada; mantenimiento seguro y práctico.
- Unidad de Monitoreo de la Corriente Residual (RCMU) integrada.
- Diseño sin fusibles.

### Confiable

- Tecnología de enfriamiento natural.
- Clase de protección IP65.
- Protectores de sobrecorriente tipo II tanto para DC como para AC.

Always Available for Highest Yields

[solar.huawei.com/eu/](http://solar.huawei.com/eu/)



PROYECTO DE EJECUCIÓN  
**PLANTA FOTOVOLTAICA “PRADONUEVO”**  
 DE 3 MW DE POTENCIA  
 TT.MM. VALDEMORO (MADRID)

Marzo 2023

**ANEJO III: CARACTERÍSTICAS DE EQUIPOS**

SUN2000-215KTL-H0

Technical Specifications

Efficiency	
Max. Efficiency	99.00%
European Efficiency	98.60%
Input	
Max. Input Voltage	1,500 V
Max. Current per MPPT	30 A
Max. Short Circuit Current per MPPT	50 A
Start Voltage	550 V
MPPT Operating Voltage Range	500 V – 1,500 V
Nominal Input Voltage	1,080 V
Number of Inputs	18
Number of MPP Trackers	9
Output	
Nominal AC Active Power	200,000 W
Max. AC Apparent Power	215,000 VA
Max. AC Active Power (cosφ=1)	215,000 W
Nominal Output Voltage	800 V, 3W + PE
Rated AC Grid Frequency	50 Hz / 60 Hz
Nominal Output Current	144.4 A
Max. Output Current	155.2 A
Adjustable Power Factor Range	0.8 LG – 0.8 LD
Max. Total Harmonic Distortion	< 3%
Protection	
Input-side Disconnection Device	Yes
Anti-islanding Protection	Yes
AC Overcurrent Protection	Yes
DC Reverse-polarity Protection	Yes
PV-array String Fault Monitoring	Yes
DC Surge Arrester	Type II
AC Surge Arrester	Type II
DC Insulation Resistance Detection	Yes
Residual Current Monitoring Unit	Yes
Communication	
Display	LED Indicators, WLAN + APP
USB	Yes
MBUS	Yes
RS485	Yes
General	
Dimensions (W x H x D)	1,025 x 700 x 365 mm (40.7 x 27.6 x 14.4 inch)
Weight (with mounting plate)	±86 kg (189.6 lb.)
Operating Temperature Range	-25°C – 60°C (-13°F – 140°F)
Cooling Method	Smart Air Cooling
Max. Operating Altitude without Derating	4,000 m (13,123 ft.)
Relative Humidity	0 – 100%
DC Connector	Stäubli MC4 EVO2
AC Connector	Waterproof Connector + OT/DT Terminal
Protection Degree	IP66
Topology	Transformerless

SOLAR.HUAWEI.COM

### 1.3 Centros de Transformación

STS-3000K-H1  
 Smart Transformer Station



**Simple**

Prefabricated and Pre-tested, No Internal Cabling Needed Onsite  
 Compact 30' HC Container Design for Easy Transportation



**Efficient**

High Efficiency Transformer for Higher Yields  
 Lower Self-consumption for Higher Yields



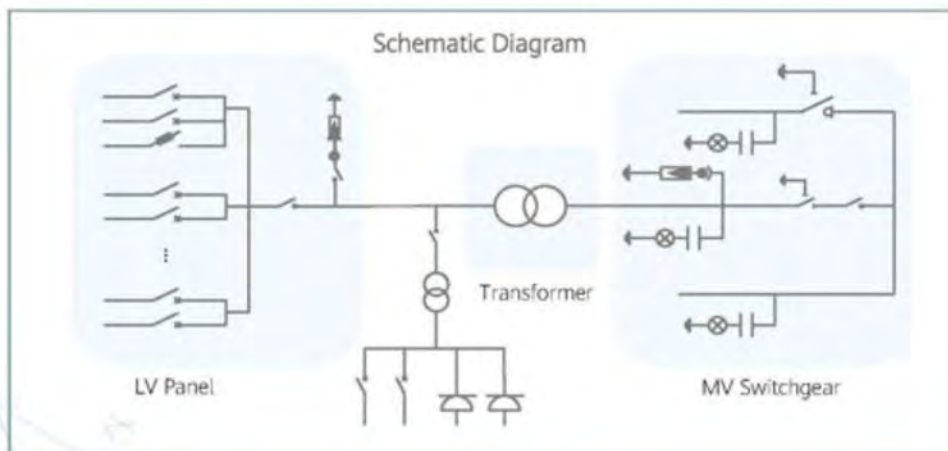
**Smart**

Real-time Monitoring of Transformer, LV Panel and MV Switchgear  
 0.2% High Precision Sensor of LV Electricity Parameters  
 Remote Control of ACB and MV Circuit Breaker



**Reliable**

Robust Design against Harsh Environments  
 Optimal Cooling Design for High Availability and Easy O&M  
 Comprehensive Tests from Components, Device to Solution





PROYECTO DE EJECUCIÓN  
**PLANTA FOTOVOLTAICA “PRADONUEVO”**  
 DE 3 MW DE POTENCIA  
 TT.MM. VALDEMORO (MADRID)

Marzo 2023

**ANEJO III: CARACTERÍSTICAS DE EQUIPOS**

STS-3000K-H1

**Technical Specifications**

Input	
Available Inverters	SUN2000-200KTL-H2 / SUN2000-215KTL-H0
AC Power	3,250 kVA @40°C / 2,960 kVA @50°C <sup>1</sup>
Max. Inverters Quantity	16
Rated Input Voltage	800 V
Max. Input Current at Nominal Voltage	2,482.7 A
LV Main Switches	ACB (2900 A / 800 V / 3P, 1 pcs), MCCB (250 A / 800 V / 3P, 16 pcs)
Output	
Rated Output Voltage	10 kV, 11 kV, 15 kV, 20 kV, 22 kV, 23 kV, 30 kV, 33 kV, 35 kV <sup>2</sup>   13.8 kV, 34.5 kV <sup>3</sup>
Frequency	50 Hz   60 Hz
Transformer Type	Oil-immersed, Conservator Type
Transformer Tappings	± 2 x 2.5%
Transformer Oil Type	Mineral Oil (PCB Free)
Transformer Vector Group	Dy11
Transformer Min. Peak Efficiency Index	In accordance with EN 50588-1
Transformer Load Losses	30.1 kW
Transformer No-load Losses	2.51 kW
Impedance (HV-LV1, LV2)	7% (0 – +10%) @3,250 kVA
MV Switchgear Type	SF6 Gas Insulated, 3 Units
MV Switchgear Configuration	1 Transformer Unit with Circuit Breaker 1 Cable Unit with Load Breaker Switch 1 Cable Direct Connection Unit
Auxiliary Transformer	Dry Type Transformer, 5 kVA, Dyn11
Output Voltage of Auxiliary Transformer	400 / 230 Vac   220 / 127 Vac
Protection	
Transformer Monitoring & Protection	Oil Level, Oil Temperature, Oil Pressure and Buchholz
Protection Degree of MV & LV Room	IP 54
Internal Arcing Fault MV Switchgear	IAC A 20 kA 1s
MV Relay Protection	50/51, 50N/51N
MV Surge Arrester for MV Circuit Breaker	Equipped
LV Overvoltage Protection	Type I-II
General	
Dimensions (W x H x D)	6,058 x 2,896 x 2,438 mm (20' HC Container)
Weight	< 15 t (33,069 lb.)
Operating Temperature Range	-25°C – 60°C <sup>4</sup> (-13°F – 140°F)
Relative Humidity	0% – 95%
Max. Operating Altitude	2,000 m (6,562 ft.)   2,500 m (8,202 ft.)
Enclosure Color	RAL 9003
Communication	Modbus-RTU, Preconfigured with Smartlogger3000B
Applicable Standards	IEC 62271-202, EN 50588-1, IEC 60076, IEC 62271-200, IEC 61439-1
Features	
Auxiliary Transformer (50 kVA, Dyn11)	Optional <sup>4</sup>
1.5 kVA UPS	Optional <sup>4</sup>
MV Switchgear Updated to: 1 transformer unit with circuit breaker 2 cable units with load breaker switch	Optional <sup>4</sup>
Updated to 25kA 1s MV Switchgear	Optional <sup>4</sup>
IMD	Optional <sup>4</sup>
STS Interlocking	Optional <sup>4</sup>

1 - More detailed AC power of STS, please refer to the de-rating curve.  
 2 - Rated output voltage from 10 kV to 35 kV, more available upon request.  
 3 - When ambient temperature >55°C, wiring shall be equipped for STS on site by customer.  
 4 - Refer expense number for optional features which exceeded product default content.

SOLAR\_HUAWFI.COM



PROYECTO DE EJECUCIÓN  
**PLANTA FOTOVOLTAICA “PRADONUEVO”**  
 DE 3 MW DE POTENCIA  
 TT.MM. VALDEMORO (MADRID)

Marzo 2023

**ANEJO III: CARACTERÍSTICAS DE EQUIPOS**

**1.4 Seguidor solar.**



**About TrinaTracker**

**Excellent Bankability**  
 Trina Solar was ranked top in the list of “Top Bankable Module Supplier” released by Bloomberg New Energy Finance (BNF) for five consecutive years.

**Multiple Product Line For All Applications**  
 Multiple product line developed by experienced international R&D team for meeting market demands in all application scenarios.

**Superb Reliability and High Quality Total Solution**  
 Leading quality management system and over 20 years product quality control experience in the industry.

**Efficient Engineering Design Expert**  
 Systematic and high efficient workflow for pre-sales service to guarantee prompt engineering design.

**Unified Product Delivery Service**  
 Global supply chain layout for core equipments in solar farm (modules and tracker) and unified delivery channel for unique experience in customer service.



**Compatible with Larger Modules**

Vanguard™-1P is designed to reduce LCOE with larger modules. Compatible with modules up to 670W+.



**Highly reliable with strengthened structure**

Optimized torque tube improves the torsional resistance by 29.6% and the bending resistance by 12.4%.



**Less Installation Time & Costs**

Trina Clamp is a proprietary product that is quick and easy to use with the 1P configuration, reducing the installation time and costs.



**Highly stable with Bilateral - damper system**

The bilateral damper system increases stability and structural flexibility of the tracker, improving the tracking system's resistance to wind gusts from all directions by 20%.



**Innovative SuperTrack Technology**

SuperTrack can improve power generation under highly diffused irradiation weather, reduce generation losses due to row-to-row shading. Up to 8% yield gain compared with conventional tracking algorithm.

**BILATERAL DAMPER SYSTEM**

The bilateral damper system can shorten the tracker oscillation time, thus preventing oscillation. Dynamic responses are reduced and the critical wind speed increased.



**SPHERICAL BEARING**

Global patented spherical bearings with up to 30% angle adjustability, alleviate the damage caused by uneven foundation settlement during operations. The spherical bearings dissipate the extra stress caused by the deformation of the tracker system, thus reduce the load and failure rate of each component.





PROYECTO DE EJECUCIÓN  
**PLANTA FOTOVOLTAICA “PRADONUEVO”**  
 DE 3 MW DE POTENCIA  
 TT.MM. VALDEMORO (MADRID)

Marzo 2023

**ANEJO III: CARACTERÍSTICAS DE EQUIPOS**



Vanguard™-1P

**TECHNICAL SPECIFICATIONS**

**GENERAL FEATURES**

Solar tracker type	Single row Single-Axis
Tracking range	±60° (120°)
Driver	Slewing driver
Configuration	One module in portrait (1P) up to 90 modules per tracker (1500V string)
Solar module supported	Framed
Foundation options	Direct ramming / Pre-drilling + ramming / Micropile / PHC piles
Pile section	W, compatible with IPE, IPEA, HEA and HEB
Modules attachment	Bolts, Rivets and Clamps
Piles per MW (550Wp module)	~250 piles/MW <sup>(1)</sup> (87 modules per row)
(670Wp module)	~242 piles/MW <sup>(1)</sup> (64 modules per row)
Terrain adaptability	20% N-S <sup>(2)</sup>
Wind and snow loads tolerance	Tailored to site requirement

**STRUCTURE**

Material	High Yield Strength Steel
Coating	HDG, Pregalvanized & ZM <sup>(3)</sup>

**CONTROLLER**

Controller	Electronic board with microprocessor
Ingress protection marking	IP65
Tracking method	Astronomical algorithms + SuperTrack technology <sup>(4)</sup>
Advanced wind control	Customizable
Anemometer	Cup/Ultrasonic
Night-time stow	Configurable
Communication with the tracker	Wired option: RS485 Wireless option: LoRa/Zigbee
Operating conditions	Altitude < 4000m <sup>(5)</sup> Temperature: -30°C to 60°C <sup>(5)</sup>
Sensors	Digital inclinometer
Power (motor drive)	DC motor: 0.15kW
Power supply	Grid connection / String powered / Self-powered with battery

**WARRANTY**

Structure	10 years
Driver and control components	5 years

- (1) Depending on layout  
 (2) For scenarios beyond the scope of use, please consult Trina Tracker  
 (3) Standard configuration. Other coating under request, please consult Trina Tracker  
 (4) Includes smart tracking algorithm and smart backtracking algorithm  
 (5) Standard configuration. Different conditions under request, please consult Trina Tracker

CAUTION: READ SAFETY AND INSTALLATION INSTRUCTIONS BEFORE USING THE PRODUCT.  
 © 2022 Trina Solar Co., Ltd. All rights reserved. Specifications included in this data sheet are subject to change without notice.  
 Doc number: DT-T-0004 Rev. B





PROYECTO DE EJECUCIÓN  
PLANTA FOTOVOLTAICA “PRADONUEVO”  
DE 3 MW DE POTENCIA  
TT.MM. VALDEMORO (MADRID)

Marzo 2023

**ANEJO III: CARACTERÍSTICAS DE EQUIPOS**

**2 DATOS DE EQUIPO ELÉCTRICO**

**2.1 Cableado para DC**

**exZhelent<sup>class</sup> SOLAR** **EXZHELLENT<sup>®</sup> Class SOLAR**  
H1Z2Z2-K - Halogen-free  
1.8 kV DC - 0.6/1 kV AC

**STANDARDS:**

<b>CONSTRUCTION</b> EN 50618	<b>FIRE PERFORMANCE*</b> IEC 60332-1-2 IEC 60754-1 IEC 61034-2
---------------------------------	---

**CPR CLASSIFICATION:**  
DOP 0163 Rev.001  
Class E<sub>ca</sub>

**CONSTRUCTION:**

- 1. CONDUCTOR**  
Tinned copper class 5 to IEC 60228.
- 2. INSULATION**  
Cross-linked halogen-free compound.  
Natural colour.
- 3. SHEATH**  
Cross-linked halogen-free compound.  
Red or Black colour.

**APPLICATIONS:**

Intended for panel interconnection in PV installations and from those to the string boxes or to the inverter, whether in indoor or outdoor, fixed or mobile (solar trackers), on ground, roof or architectural integration. Not recommended for installation directly buried.  
These cables are not designed for immersed use.

Maximum temperature rating of the conductor: +90 °C (120 °C during 20.000 hours).  
Minimum working temperature: -40 °C.

\* Performance outside CPR scope.

**APPROVALS:** LCIE



PROYECTO DE EJECUCIÓN  
PLANTA FOTOVOLTAICA “PRADONUEVO”  
DE 3 MW DE POTENCIA  
TT.MM. VALDEMORO (MADRID)

Marzo 2023

**ANEJO III: CARACTERÍSTICAS DE EQUIPOS**

**2.2 Cableado para LV-AC**

**HARMOHNY<sup>class</sup>** **HARMOHNY<sup>®</sup> Class**  
XZ1 (S) Al - Halogen-free  
0.6/1 kV

**CPR**  
E<sub>ca</sub>

**STANDARDS:**

CONSTRUCTION	FIRE PERFORMANCE*	
HD 603-5X	IEC 60332-1-2	IEC 60754-2
	IEC 60754-1	IEC 61034

**CPR CLASSIFICATION:**

Range  
XZ1-Al: 1x16-1x25 1x35-1x1000  
XZ1-Al All Ground: 1x150 1x240 1x300  
XZ1Z-Al: 3x1x240+1x150 3x1x150+1x95 4x1x240 4x1x150  
DOP 0013 Rev.005  
Class E<sub>ca</sub>

**CONSTRUCTION:**

- 1. CONDUCTOR**  
Aluminium class 2 to IEC60228.
- 2. INSULATION**  
Cross-linked polyethylene (XLPE).
- 3. SHEATH**  
Halogen-free thermoplastic polyolefine.

**APPLICATIONS:**

Low voltage power distribution cable for indoor, outdoor, in conduit and/or directly buried installations.  
Safety cable with flame retardant properties, halogen-free, low acidity and corrosiveness of gases and low opacity of smoke evolved during combustion.  
Weathering, tear and abrasion resistant.  
Water resistant due to the adherence of the jacket to the insulation.

Maximum temperature rating of the conductor: +90 °C

\* Performance outside CPR scope.



PROYECTO DE EJECUCIÓN  
**PLANTA FOTOVOLTAICA “PRADONUEVO”**  
 DE 3 MW DE POTENCIA  
 TT.MM. VALDEMORO (MADRID)

Marzo 2023

**ANEJO III: CARACTERÍSTICAS DE EQUIPOS**

**2.3 Cableado para MT**

CABLES PARA MEDIA TENSIÓN

**TAP AL VOLTALENE H**  
 AL RHZ1-20L (NORMALIZADO POR GRUPO NATURGY)

Tensión asignada: 12/20 kV  
 Norma de diseño: UNE HD 620-10E  
 Designación genérica: AL RHZ1-20L



CARACTERÍSTICAS Y ENSAYOS



**CAPA SEMICONDUCTORA EXTERNA PELABLE EN FRÍO** Mayor facilidad de instalación de terminales, empalmes o conectores separables. Instalación más segura al ejecutarse más fácilmente con corrección.

**TRIPLE EXTRUSIÓN** Capa semiconductor interna, aislamiento y capa semiconductor externa se extruyen en un solo proceso. Mayor garantía al evitarse deterioros y suciedad en las interfaces de las capas.

**ASLAMIENTO RETICULADO EN CATENARIA** Mejor reticulación de las cadenas poliméricas. Mayor vida útil.

**CUBIERTA VEMEX** Mayor resistencia a la absorción de agua, al rozamiento y abrasión, a los golpes, al desgaste, mayor facilidad de instalación en tramos tubulares, mayor seguridad de montaje. Resistencia a los rayos UV.

**GARANTÍA ÚNICA PARA EL SISTEMA** Posibilidad de instalación con accesorios Prysmian (terminales, empalmes, conectores separables).

**COMPORTAMIENTO FRENTE A LA ACCIÓN DEL AGUA MEJORADO** Su doble obturación longitudinal (material hinchante en conductor y pantalla) bloquea la circulación accidental de agua por el interior del cable.

**NORMALIZADO POR GAS NATURAL FENOSA**

• Temperatura de servicio: -25 °C, +90 °C.  
 • Ensayo de tensión alterna durante 5 min. (tensión conductor-pantalla): 42 kV.  
 Los cables satisfacen los ensayos establecidos en la norma IEC 60502-2.

**Prestaciones frente al fuego en la Unión Europea:**  
 • Clase de reacción al fuego (CPR): Fca.  
 • Requerimientos de fuego: EN 50575:2014 + A12:016.  
 • Clasificación respecto al fuego: EN 13501-6.  
 • Aplicación de los resultados: CLC/TS 50576.

Normativa de fuego también aplicable a países que no pertenecen a la Unión Europea:  
 • Libre de halógenos: EN 60754-1; IEC 60754-1.  
 • Reducida emisión de gases tóxicos: EN 60754-2; IEC 60754-2.

CONSTRUCCIÓN

**CONDUCTOR**  
 Metal: cuerda redonda compacta de hilos de aluminio obturada frente al agua.  
 Flexibilidad: clase 2, según UNE-EN 60228.  
 Conductor obturado longitudinalmente contra el agua.  
 Temperatura máxima en el conductor: 90 °C en servicio permanente, 250 °C en cortocircuito.

**SEMICONDUCTORA INTERNA**  
 Capa extrusionada de material conductor.

**ASLAMIENTO**  
 Material: polietileno reticulado (XLPE).

**SEMICONDUCTORA EXTERNA**  
 Capa extrusionada de material conductor separable en frío.

**PROTECCIÓN LONGITUDINAL CONTRA EL AGUA**  
 Cinta hinchante Waterblocking.

**PANTALLA METÁLICA**  
 Material: hilos de cobre en hélice con cinta de cobre a contraespira.  
 Sección total 16 mm².

**CUBIERTA EXTERIOR**  
 Material: poliolefina termoplástica, DMZ1 Vemex.  
 Color: rojo.



V-2020-01-23

CABLES PARA MEDIA TENSIÓN

**TAP AL VOLTALENE H**  
AL RHZ1-20L (NORMALIZADO POR GRUPO NATURGY)

Tensión asignada: 12/20 kV  
Norma diseño: UNE HD 620-10E  
Designación genérica: AL RHZ1-20L



DATOS TÉCNICOS

CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS

1x SECCIÓN CONDUCTOR (Ø) / SECCIÓN PANTALLA (Ø) (mm²)	Ø NOMINAL AISLAMIENTO* (mm)	ESPESOR NOMINAL AISLAMIENTO (mm)	Ø NOMINAL EXTERIOR* (mm)	ESPESOR NOMINAL CUBIERTA (mm)	PESO APROXIMADO (kg/km)	RADIO DE CURVATURA ESTÁTICO (POSICIÓN FINAL) (mm)	RADIO DE CURVATURA DINÁMICO (DURANTE TENSIÓN) (mm)
12/20 kV							
1x95/16 (1)	23,2	5,5	32,1	2,7	1060	482	642
1x150/16 (1)	25,9	5,5	35,2	3,0	1310	528	704
1x240/16 (1)	30,0	5,5	39,3	3,0	1670	590	785
1x400/16 (1)	35,0	5,5	44,5	3,0	2240	669	892

(1) Secciones homologadas por la compañía Gas Natural Fenosa.  
(\*) Valores aproximados (sujeto a tolerancias propias de fabricación).

	12/20 kV
Tensión nominal simple, U <sub>0</sub> (kV)	12
Tensión nominal entre fases, U (kV)	20
Tensión máxima entre fases, U <sub>m</sub> (kV)	24
Tensión a impulsos, U <sub>p</sub> (kV)	125
Temperatura máxima admisible en el conductor en servicio permanente (°C)	90
Temperatura máxima admisible en el conductor en régimen de cortocircuito (°C)	250

1x SECCIÓN CONDUCTOR (Ø) / SECCIÓN PANTALLA (Ø) (mm²)	INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE EN EL TUBO YEMBRADO** (A)	INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE DIRECTAMENTE EN TUBO** (A)	INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE A AIRE*** (A)	INTENSIDAD MÁXIMA DE CORTOCIRCUITO EN EL CONDUCTOR DURANTE 1s (A)	INTENSIDAD MÁXIMA DE CORTOCIRCUITO EN LA PANTALLA DURANTE 1s**** (A)
12/20 kV					
1x95/16 (1)	190	205	255	8900	2990
1x150/16 (1)	245	260	335	14100	2990
1x240/16 (1)	320	345	455	22500	2990
1x400/16	415	445	610	37600	2990

(1) Secciones homologadas por la compañía Gas Natural Fenosa.  
(\*\*) Condiciones de la estación: una tema de cables enterrado a 1 m de profundidad, temperatura de terreno 25 °C y resistividad térmica 1,5 kΩ·m/W.  
(\*\*\*) Condiciones de la estación: una tema de cables al aire (a la sombra) a 40 °C.  
(\*\*\*\*) Calentado de acuerdo con la norma IEC 60949.

1x SECCIÓN CONDUCTOR (Ø) / SECCIÓN PANTALLA (Ø) (mm²)	RESISTENCIA DEL CONDUCTOR A 20 °C (Ω/km)	REACTANCIAS INDUCTIVA (Ω/km)	CAPACIDAD (pF/km)
12/20 kV			
1x95/16 (1)	0,320	0,025	0,216
1x150/16 (1)	0,206	0,118	0,251
1x240/16 (1)	0,125	0,108	0,304
1x400/16	0,078	0,101	0,368

(1) Secciones homologadas por la compañía Gas Natural Fenosa.  
NOTA: valores obtenidos para una tema de cables en contacto y al trestallo.

## 2.4 Cableado para Servicios Auxiliares

Cables 0,6/1 kV

**RV-K 0,6/1 kV**



### Descripción

Los cables RV-K 0,6/1kV son los indicados para el transporte y distribución de energía eléctrica en baja tensión. Recomendado para conexiones industriales, acometidas, distribución interna y otras instalaciones fijas. Adecuados para instalaciones en interiores y exteriores, sobre soportes al aire, en tubos o enterrados.

Dada su gran flexibilidad son muy apropiados para instalaciones complejas y de gran dificultad.

Normas de Referencia: UNE 21123, HD 603 S1 e IEC 60502

### Aplicaciones

Según el REBT 2002, para las siguientes instalaciones:

- ITC-BT 07 Redes subterráneas para distribución en baja tensión
- ITC-BT 09 Redes de alimentación subterránea para instalaciones de alumbrado exterior
- ITC-BT 11 Redes de distribución de energía eléctrica. Acometidas subterráneas
- ITC-BT 20 Instalaciones interiores o receptoras
- ITC-BT 30 Instalaciones en locales de características especiales

Adecuados para instalaciones interiores y exteriores, sobre soportes al aire, en tubos o enterrados.

### Características Técnicas

1. Conductor	Cobre electrolítico flexible (Clase V) según UNE-EN 60228, EN 60228 e IEC 60228
2. Aislamiento	Poliétileno reticulado (XLPE) tipo DIX 3 según UNE 21123, HD 603 S1 e IEC 60502-1
3. Cubierta	PVC tipo DMV-18 según UNE 21123, HD 603 S1 e IEC 60502
Tensión nominal	0,6/1 kV
Tensión de ensayo	3.500 V C.A.
Temperatura máxima	90 °C.

#### Otras características

Resistencia UV: ensayo climático según UNE 211605

Color según UNE 21089 y HD 308 S2 (marcados con colores para menos de cinco conductores), UNE-EN 50334 y EN 50334 (marcados por inscripción para más de cinco conductores)

No propagación de la llama según UNE-EN 60332-1-2, EN 60332-1-2 e IEC 60332-1-2

El uso de polietileno reticulado (XLPE) admite una mayor densidad de corriente, a igualdad de sección, respecto al aislamiento con PVC

Clasificación CPR según EN 50575

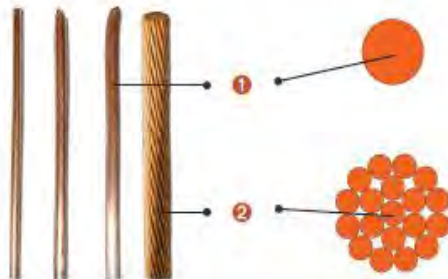
## 2.5 Cableado para Red de Tierras



CONDUCTORES DESNUDOS | 9

Conductores Desnudos

### CABLES Y ALAMBRES DE COBRE DESNUDOS



- 1 Alambres sólidos.
- 2 Cable concéntrico.

Tanto alambres como cables están fabricados de cobre electrolítico tipo ETP, con 99,95% de pureza. El temple puede ser duro, semiduro o blando (según sea solicitado).

**TIPO DE MARCADO:** La identificación de este producto se hace adosando una etiqueta en el embalaje que indica: Código del producto, peso, diámetro del alambre, temple y otros datos de fabricación.

#### APLICACIONES Y USOS

Todos los cables y alambres de cobre pueden ser usados como los conductores principales de cables y alambres eléctricos aislados.

Los alambres y cables de temple duro se utilizan en líneas de transmisión y distribución de energía eléctrica, mientras que los de temple blando se utilizan en sistemas de conexión a tierra para protección de equipos eléctricos, en puesta a tierra de pararrayos.

Los semiblandos en aquellas aplicaciones en las que se requieren cables de dureza intermedia.

Por su configuración, los cables ofrecen mayor flexibilidad que los alambres y por ello son apropiados para los enganches y conexiones que no lleven aislación, en la elaboración de jumpers y conexiones a tierra.

#### CERTIFICACIONES, PRUEBAS Y NORMAS

La fabricación, métodos y frecuencias de prueba de estos cables están basados en las siguientes normas: ASTM B1 (alambres duros), ASTM B2 (alambres semiduros), ASTM B3 (alambres blandos) y ASTM B8 (cables desnudos concéntricos) y en lo establecido en el Sistema de Gestión de Calidad de General Cable/Cocesa ISO 9001.

#### CARACTERÍSTICAS DE OPERACIÓN

Los conductores de cobre son resistentes a la corrosión. Ofrecen una gran resistencia mecánica.

#### EMBALAJE

Alambres: En rollos de 50 kg.  
 Cables: En carretes de madera no retornables.

#### CONDICIONES DE INSTALACIÓN

Los cables de temple duro se instalan en forma aérea sobre aislantes. Los de temple blando en bandejas metálicas o directamente enterrados.

### 3 DATOS DE EQUIPO DE COMUNICACIONES

#### 3.1 Cables para comunicaciones



Hoja Nº 18  
C 2017

#### Cable para RS 485

Hoja de datos técnicos

**Descripción general:** Cable de un par blindado AWG 24 de cobre estañado aislado en polietileno para aplicaciones en RS 485.



#### CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

Conductor central (Flexible)	Cuenda formada por 7 alambres de 0,20 mm de cobre estañado, 0,25 mm <sup>2</sup> de sección, (Equivalencia AWG 24).
Aislante (PE)	Cada conductor está aislado con Polietileno de baja densidad (PEBD), siendo uno color rojo y el otro color negro.
Blindaje (Compuesto)	Cinta de aluminio poliéster y malla trenzada de alambres de cobre estañado, porcentaje de cobertura 100 %, malla 85 %.
Cubierta exterior (PVC)	Policloruro de vinilo (PVC) color gris de 6,00 mm de diámetro.

#### CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS

Tensión máxima	300	Vca
Capacidad nominal entre conductores	44	pF/m
Impedancia	120	Ohms
Capacidad entre un conductor y otro conectado al blindaje	78	pF/m
Resistencia del conductor en CC	79	Ohms/km
Velocidad de propagación	66	%

#### CONDICIONES DE INSTALACIÓN Y SERVICIO

Temperatura de operación	- 40 a + 80	°C
Radio mínimo de curvatura	63	mm
Tracción máxima	32	kg/f
Apto para ambiente	Interior	Exterior
Plenum		No

#### FRACCIONAMIENTO

Rollos de 100 m	Bobinas de 300 m	Otros a pedido
-----------------	------------------	----------------

Tipo: Un par blindado

Aplicaciones: RS 485



**Cable UTP  
 Cat. 6 100 omhs  
 23 AWG, PVC,  
 4 pares  
 (CM, CMR)**

● Color Disponible

No. de Parte	Descripción
VOL-6UP4-305R	Cable Cat.6, 100 ohms, Sólido, 23 AWG, UTP PVC (CM) 4 Pares, Color Verde, Reel in a Box 305 mts
VOL-6UP4-305C	Cable Cat.6, 100 ohms, Sólido, 23 AWG, UTP PVC (CM) 4 Pares, Color Verde, Carrete 305 mts
VOL-6UR4-305C	Cable Cat.6, 100 ohms, Sólido, 23 AWG, UTP PVC (CMR) 4 Pares, Color Verde, Carrete 305 mts

### Características

- Calibre del conductor: 23 AWG.
- Tipo de aislamiento: Polietileno.
- Tipo de ensamble: 4 pares con cruceta central.
- Tipo de cubierta: PVC con propiedades retardantes a la flama.
- Separador de polietileno para asegurar alto desempeño contra diafonía.
- Para conexiones y aplicaciones IP.
- Conductor de cobre sólido de 0.57 mm.
- Diámetro exterior 6.1 mm.
- Desempeño probado hasta 300 Mhz.
- Impedancia: 100 Ω.

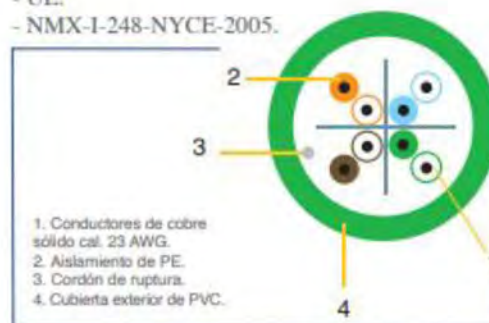
- 1000 Base T.
- Video digital.
- Video Banda Base y Banda Ancha.

### Normas Aplicables

- ANSI/TIA/EIA 568B.2-1.
- ANSI/ICEA S-102-700.
- ISO/IEC 11801 (2a edición, clase E).
- NEMA WC66.
- EN 50173-1.
- UL.
- NMX-I-248-NYCE-2005.

### Aplicaciones

- 1.2 Gbps ATM.
- 622 Mbps ATM.
- 100 Base T.
- 100 Mbps TP-PMD.
- 100 BASE VG ANYLAN.



Tensión máxima de instalación (N)	Rango de Temperatura (°C)	Peso aproximado (kg/km)
90	Instalación 0 a 50 Operación -20 a 60	44

### 3.2 Fibra óptica



## Cables drop FTTH μSHEATH® para aplicaciones exteriores y aéreas 1, 2 y 4 fibras – Ø 5,2 mm

#### NORMAS

IEC/EN 60794  
 IEC/EN 60332



#### APLICACIONES

Este cable drop FTTH μSHEATH® está indicado para la instalación exterior en viviendas de abonados (instalación en conductos, fachadas, aérea). La versión con 1 fibra está realizada con un elemento bufer holgado de 900μm. Gracias a la tecnología μSHEATH®, el acceso a los módulos y las fibras (en los extremos o en la mitad del tendido), así como los empalmes, resultan de muy fácil uso. Con sus micromódulos, la tecnología μSHEATH® inventada y patentada por General Cable a principios de los años 90 y perfeccionada constantemente puede utilizarse en una amplia gama de cables para ahorrar tiempo y costes en todo tipo de aplicaciones y técnicas de instalación.

#### CONSTRUCCIÓN

- 1 Fibras ópticas identificadas por colores.
- 2 Módulo μSHEATH® identificado por color (versión con 2/4 fibras) con elemento 900μm para 1 fibra.
- 3 Fibras de aramida para fuerza de tensión.
- 4 2x2 FRP opuestos.
- 5 Cubierta externa de HDPE de color negro (más colores disponibles bajo pedido).

#### IDENTIFICACIÓN

Código de color de la fibra

