ENERGIA EUROPE INSTALACIONES

# PROYECTO MODIFICADO

# INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA 3,00 MW CONEXIÓN A RED. Alcalá la Real (Jaén). LA RATA I

**PROMOTOR: GEDISOL ENERGÍA S.L.**

**PROYECTA: José Antonio Pérez Hidalgo.**
**Ingeniero Técnico Industrial.**
**Colegiado 1.087-GR**

Europe Energía e Instalaciones, SL
C/ Pago del Lunes, nº 9, 18195 Cullar Vega (Granada)
www.eeisl.com

VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN

COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO

Documento visado electrónicamente con número GR00138/18. Página 1 de 201

VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA

# Índice

1. Introducción
2. Objetivos
3. Titular
4. Emplazamiento
*4.1. Orientación e inclinación*
*4.2. Sombras*
*4.3. Superficie ocupada*
*4.4. Punto de conexión*
5. Justificación
6. Cumplimiento de la Normativa Ambiental
7. Prevención de riesgos laborales
8. Adaptación del proyecto
9. Reglamentación y Disposiciones Oficiales
10. Datos del proyecto
11. Descripción general de la instalación
*11.1. Condiciones técnicas de la instalación*
*11.2. Puesta a tierra*
*11.3. Condiciones de puesta a tierra de las Centrales*
12. Descripción de las características técnicas de todos los equipos
*12.1. Especificaciones técnicas del Módulo Fotovoltaico*
*12.2. Especificaciones técnicas del Inversor*
*12.3. Cableado*
*12.4. Protecciones*
*12.5. Estructura soporte de los módulos*
*12.6. Armónicos y compatibilidad electromagnética*
13. Descripción de trabajos de obra civil
*13.1. Movimiento de tierras*
*13.2. Cerramiento exterior de la parcela*
*13.3. Zanjas y canalizaciones*

VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA

14. Instalaciones complementarias
*14.1. Telefonía*
*14.2. Monitorización*
*14.3. Comunicaciones*

ANEXO I: CUMPLIMIENTO DEL REGLAMENTO DE BAJA TENSIÓN

ANEXO II: CUMPIMIENTO DE LAS NORMAS PARTICULARES DE ENDESA

ANEXO III: CÁLCULO ESTRUCTURA SUSTENTACIÓN PANELES FOTOVOLTAICOS

ANEXO IV: CÁLCULOS DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

ANEXO V: PUNTO DE CONEXIÓN

ANEXO VI: FICHAS TÉCNICAS

ANEXO VII: CALIFICACIÓN AMBIENTAL

PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS

PRESUPUESTO

PLANOS

VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA

# HOJA DE DATOS DE LA MEMORIA

TITULO DEL PROYECTO: MODIFICADO DE PROYECTO DE INSTALACIÓN FOTOVOLTÁICA DE 3,000 MW (LA RATA I).
EMPLAZAMIENTO: PARAJE LA RATA, POLÍGONO 12, PARCELA 173
LOCALIDAD: 23680 ALCALÁ LA REAL PROVINCIA: JAÉN

PROMOTOR: GEDISOL ENERGÍA, S.L. CIF/NIF: B-23602691
DOMICILIO SOCIAL: CAMINO JUAN XXIII, S/N
LOCALIDAD: 23680 ALCALÁ LA REAL PROVINCIA: JAÉN TELÉFONO: 953587910
REPRESENTANTE LEGAL: VICENTE JAVIER RUIZ CONTRERAS
NIF: 44258102F

COLEGIADOS AUTORES DEL PROYECTO:
JOSÉ ANTONIO PÉREZ HIDALGO

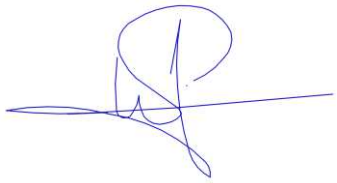
INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL PERTENECIENTE AL ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE: GRANADA Nº DE COLEGIADO: 1.087

DOMICILIO PROFESIONAL: C/ PAGO DEL LUNES, Nº 9
LOCALIDAD: 18195 CULLAR VEGA PROVINCIA: GRANADA TELÉFONO: 958125657

RESUMEN DE DATOS DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN:

| DENOMINACIÓN | POTENCIA INSTALADA (KW) |
|---|---|
| INSTALACIÓN FOTOVOLTÁICA DE 3 MW (LA RATA I) | **3.000** |

Granada, a Diciembre de 2.017
Los Ingenieros Técnicos Industriales



Jose Antonio Pérez Hidalgo
Colegiado num. 1087
Colegio Oficial de Peritos e Ingenieros
Técnicos de Granada

VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA

# Memoria

## 1. Antecedentes

Con fecha 09/05/2017 se visa el proyecto denominado "Instalación Fotovoltaica 3,000 MW conexión a red" con nº de visado GR01426/17. Dicha instalación se proyecta en el Paraje La Rata, en el término municipal de Alcalá la Real, Jaén.

Posterior al visado, se recibe notificación por parte de Confederación Hidrográfica del Guadalquivir acerca de la imposibilidad de utilizar la zona de policía del "Barranco de los Huertos" que pasa por la parcela objeto de la instalación. Además, se recibe notificación por parte del Exmo. Ayuntamiento de Alcalá la Real, acerca de la imposibilidad de utilizar la zona norte de la parcela, por atravesar la misma un gaseoducto.

Las dos notificaciones descritas anteriormente, obligan a modificar la disposición y distribución de la instalación sobre la parcela, con objeto de adaptarse y cumplir los requisitos mencionados.

## 2. Introducción

En el presente trabajo se realiza el diseño y dimensionamiento de un sistema fotovoltaico para producción conectado a red (SFCR) instalado sobre terreno. Los terrenos sobre los que se pretende ubicar la planta fotovoltaica pertenecen a la empresa GEDISOL ENERGÍA, S.L. con C.I.F. B23602691 situados en el Paraje La Rata, Polígono 12, Parcela 173, de la localidad de Alcalá La Real, provincia de Jaén. La potencia del generador será de 3.000 KWp, siendo por lo tanto la potencia nominal de la instalación de 3,000 MW. La instalación se situará sobre terreno con orientación sur puro.

## 3. Objetivos

El objetivo del presente trabajo es el diseño y dimensionamiento de un SFCR, centrándose en el diseño de la tecnología, el dimensionamiento y la configuración, buscando obtener la solución óptima en seguridad y economía, con el fin de obtener de los organismos correspondientes la autorización para su instalación y puesta en servicio.

## 4. Titular

La titularidad de la instalación corresponde a GEDISOL ENERGÍA, S.L. con C.I.F. B23602691, y

VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA

domicilio en Camino Juan XXIII, s/n (CP 23680) de Alcalá la Real (Jaén).

# 5. Emplazamiento

La ubicación de la instalación fotovoltaica es en el Paraje La Rata, Polígono 12, Parcela 173, de la localidad de Alcalá La Real, provincia de Jaén. Las coordenadas geográficas de la agrupación solar son:

- Latitud: 37º 44´ 75´´ N
- Longitud: 3º 88´ 71´´ W
- Altitud: 920 metros

La instalación de paneles se realizará sobre una parcela con una superficie de 117.027 $m^2$, de los cuales 33.550 $m^2$ serán ocupados por la instalación. Ésta parcela pertenece a suelo clasificado como rústico. Es un terreno sin apenas pendiente, pudiéndose considerar llano, el cual habrá que desbrozar y limpiar antes de llevar a cabo la instalación.

## 5.1. Orientación e Inclinación

Se diseña una instalación solar fotovoltaica con módulos solares instalados sobre el suelo de forma fija.
La inclinación será 30º, atendiendo a la latitud de Alcalá La Real.

## 5.2. Sombras

En nuestro caso se ha estudiado el "campo de sombras" de cada fila de forma que el sol en cualquier posición se proyecte sin influir en la fila contigua. La posibilidad de sombras en verano es menor ya que el recorrido del sol es más elevado y por tanto la sombra es más pequeña, sin embargo no ocurre lo mismo en invierno donde el recorrido del sol es menos elevado.

## 5.3. Superficie Ocupada

La instalación se ubicará sobre el suelo de la finca rústica antes mencionada.
La instalación se separará de los linderos para evitar que el cerramiento de la finca o los árboles que pudieran plantarse en las fincas vecinas le provoquen sombras que reduzcan su rendimiento.
La superficie total ocupada por la instalación fotovoltaica será de 33.550 $m^2$.

## 5.4. Punto de Conexión

VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO

El punto de conexión para la evacuación de la energía fotovoltaica generada en la presente planta fotovoltaica, ha sido indicado por la compañía suministradora Endesa Distribución Eléctrica S.L., el cual queda completamente definido en la carta adjunta en el Anexo Punto de Conexión.

# 6. Justificación

El proyecto prevé la instalación de una planta de generación eléctrica de 3,000 MW, conectada a la red eléctrica propiedad de la Compañía Suministradora de Electricidad, en este caso Endesa Distribución Eléctrica S.L.

En el marco actual, el uso de energías renovables presenta una serie de ventajas, algunas de las cuales intangibles pero importantes:

- Crea un precedente en la utilización de estos sistemas.
- Favorece la conciencia social del desarrollo sostenible del entorno.
- Reduce las emisiones contaminantes procedentes de la generación de energía eléctrica a partir de fuentes convencionales.
- Acerca la generación de energía al punto de consumo.

# 7. Cumplimiento de la Normativa Ambiental

La ley 7/2007, de 9 de julio de Gestión Integrada de la Calidad Ambientas, en su de Protección Ambiental en su Anexo I recoge las categorías de actuaciones sometidas a los instrumentos de prevención y control ambiental.

La actuación a realizar consiste en una INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE 3,000 MW PARA LA PRODUCCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DESTINADA A SU VENTA A LA RED en suelo no urbano que ocupa una superficie de 3,35 ha, inferior a 10 ha, por lo que estará incluida en el Anexo I en la CAT. 2.7, estando sometida por la tanto la actuación a Calificación Ambiental.

Se debe tener en cuenta además, que el desarrollo de la actividad no genera residuos, ya que la materia prima utiliza es el SOL, cuya radiación es transformada en energía eléctrica por los paneles fotovoltaicos.

En el **Anexo VII** del presente proyecto se encuentra realizada la Justificación de la Calificación Ambiental de la instalación en el que se aplican las medidas correctoras o precautorias para prevenir o compensar los posibles efectos negativos sobre el medio ambiente que pueda causar.

# 8. Prevención de riesgos laborales

Las directrices básicas en el campo de la prevención de riesgos laborales se realizarán de acuerdo con el Real Decreto 1627/1997 de 24 de Octubre, por el que se implanta la obligatoriedad de la inclusión de un Estudio de Seguridad y Salud en el Trabajo en los proyectos de edificación y

VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA

obras públicas; y la reciente Ley 31/1.995 de Prevención de Riesgos Laborales.

Según dicho Real Decreto es obligatorio la inclusión de un Estudio de Seguridad y Salud en los siguientes casos:

- Proyectos con un Presupuesto de Ejecución por Contrata superior a 450.759,08 €.
- Proyectos cuya duración estimada sea superior a 30 días laborables, empleándose en algún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente.
- Suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra, sea superior a 500.
- Obras de túneles, galerías, conducciones subterráneas y presas.

Dado que la obra objeto de estudio supera el presupuesto de 450.759,08 € encontrándose dentro del primer apartado anterior, será necesario realizar un ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD de la instalación.

# 9. Adaptación del Proyecto

Este proyecto admite un amplio rango de características de los elementos más importantes de la instalación: paneles fotovoltaicos, soportes e inversores.

No obstante, y por razones prácticas, este proyecto se ha desarrollado utilizando un modelo concreto de panel fotovoltaico, soporte e inversor, los cuales son descritos en apartados posteriores.

En cualquier caso, todos los equipos deberán cumplir con las especificaciones del proyecto y del Pliego de Condiciones Técnicas que se adjunta.

# 10. Reglamentación y Disposiciones Oficiales

Los sistemas fotovoltaicos y sus componentes estarán diseñados de acuerdo con las siguientes leyes, decretos, reglamentos, normas y especificaciones nacionales e internacionales:

- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (Real Decreto 842/2002 de 2 de Agosto de 2002).
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. Documento Básico HE 5 "Contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica".
- Resolución de 31 de mayo de 2001 por la que se establecen modelo de contrato tipo y modelo de factura para las instalaciones solares fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.
- Ley 54/1997, de 27 de Noviembre, del Sector Eléctrico.
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.

VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA

- Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.
- Real Decreto-ley 9/2013, de 12 de julio, por el que se adoptan medidas urgentes para garantizar la estabilidad financiera del sistema eléctrico.
- Orden de 26 de marzo de 2007, por la que se aprueban las especificaciones técnicas de las instalaciones fotovoltaicas andaluzas.
- Instrucción de 21 de enero de 2004, de la Dirección General de Industria, Energía y Minas, sobre el procedimiento de puesta en servicio de las instalaciones fotovoltaicas conectadas a red.
- Instrucción de 12 de mayo de 2006, de la Dirección General de Industria, Energía y Minas, complementaria de la Instrucción de 21 enero de 2004. sobre el procedimiento de puesta en servicio de las instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red.
- Norma UNE 206001 EX sobre Módulos fotovoltaicos. Criterios ecológicos.
- Norma UNE-EN 50380 sobre Informaciones de las hojas de datos y de las placas de características para los módulos fotovoltaicos.
- Norma UNE EN 60891 sobre Procedimiento de corrección con la temperatura y la irradiancia de la característica I-V de dispositivos fotovoltaicos de silicio cristalino.
- Norma UNE EN 60904 sobre Dispositivos fotovoltaicos. Requisitos para los módulos solares de referencia.
- Norma UNE EN 61173 sobre Protección contra las sobretensiones de los sistemas fotovoltaicos (FV) productores de energía - Guía.
- Norma UNE EN 61194 sobre Parámetros característicos de sistemas fotovoltaicos (FV) autónomos.
- Norma UNE 61215 sobre Módulos fotovoltaicos (FV) de silicio cristalino para aplicación terrestre. Cualificación del diseño y aprobación tipo.
- Norma UNE EN 61277 sobre Sistemas fotovoltaicos (FV) terrestres generadores de potencia. Generalidades y guía.
- Norma UNE EN 61453 sobre Ensayo ultravioleta para módulos fotovoltaicos (FV).
- Norma UNE EN 61646:1997 sobre Módulos fotovoltaicos (FV) de lámina delgada para aplicación terrestre. Cualificación del diseño y aprobación tipo.
- Norma UNE EN 61683 sobre Sistemas fotovoltaicos. Acondicionadores de potencia. Procedimiento para la medida del rendimiento.
- Norma UNE EN 61701 sobre Ensayo de corrosión por niebla salina de módulos fotovoltaicos (FV).
- Norma UNE EN 61721 sobre Susceptibilidad de un módulo fotovoltaico (FV) al daño por impacto accidental (resistencia al ensayo de impacto).
- Norma UNE EN 61724 sobre Monitorización de sistemas fotovoltaicos. Guías para la medida, el intercambio de datos y el análisis.
- Norma UNE EN 61725 sobre Expresión analítica para los perfiles solares diarios.
- Norma UNE EN 61727 sobre Sistemas fotovoltaicos (FV). Características de la interfaz de conexión a la red eléctrica.
- Norma UNE EN 61829 sobre Campos fotovoltaicos (FV) de silicio cristalino. Medida en el sitio de características I-V.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre de 1.997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras.
- Real Decreto 486/1997 de 14 de abril de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 485/1997 de 14 de abril de 1997, sobre Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 1215/1997 de 18 de julio de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 773/1997 de 30 de mayo de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA

- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.
- Ley Ley 7/2007 de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental, de 9 de julio.
- Decreto 356/2010, de 3 de agosto, por el que se modifica el contenido del Anexo I de la Ley 7/2007, de 9 de julio, de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental.
- Reglamento de Calificación Ambiental aprobado por Decreto 297/95 de 19 de Diciembre.
- Ley 3/2014, de 1 de octubre, de medidas normativas para reducir las trabas administrativas para las empresas (boja 9/10/2014)

# 11. Datos del Proyecto

Los datos tenidos en cuenta para el dimensionamiento de la instalación fotovoltaica son los siguientes:

***TIPO:*** Instalación Fotovoltaica conectada a Red
***TENSIÓN DE OPERACIÓN EN C.C.:*** 430 Vcc. a 1000 Vcc.
***TENSIÓN DE CONEXIÓN A RED EN C.A.:*** 20000 V (Trifásico)
***FRECUENCIA:*** 50 Hz.
***FACTOR DE POTENCIA:*** 1

# 12. Descripción General de la Instalación

La actuación propuesta es asimilable a una pequeña central de producción eléctrica, pero con importantes condicionantes funcionales y estéticos que permiten adaptar la planta fotovoltaica resultante al relieve del terreno.

Los datos considerados para el diseño y dimensionado del presente sistema FV se enumeran a continuación. Estos datos han sido facilitados por el cliente u obtenidos mediante un replanteo previo.

***Situación Geográfica:*** Municipio de Alcalá La Real en la provincia de Jaén
***Localización del Captador:*** Fijo
***Datos de radiación/Inclinación/Orientación:*** Se han considerado los datos de Alcalá La Real, inclinación 30º y desviación 0º Sur perfecta
***Tipo de Sistema:*** Conexión a Red trifásica, 20000 VAC/50 Hz entre Fase y Neutro. Potencia nominal = 1000 kWac
***Requerimientos de Potencia Generador FV:*** 3.000.000 Wp de potencia máxima suministrada por módulos
***Información Requerida:*** Planos de Distribución y Planos de Parcela
***Conexión/Punto de Conexión:*** El punto de conexión de la instalación fotovoltaica será concedido por la compañía eléctrica, en este caso Endesa Distribución Eléctrica S.L. Se acometerá a la Línea de Baja Tensión de la Finca. Ver Anexo *"Punto de Conexión"*.
***Tipo de Módulo:*** Waris W-300
***Otros Datos:*** Monitorización de la instalación que controla los principales parámetros eléctricos; posibilidad de transmitir los datos a distancia mediante módem GSM.

VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA

El sistema fotovoltaico propuesto se divide en los siguientes subsistemas:

- 10.000 Paneles fotovoltaicos Waris W-300 WRS, de 300 Wp ± 5%, UMPP = 32,09 Vcc cado uno.
- 3 Inversores trifásicos 20000 V; 50 Hz/60 Hz marca ABB modelo PVS800-MWS de 1000 kW.
- Protecciones.
- Módulo de contador con medida indirecta bidireccional.
- Material Auxiliar

Los módulos fotovoltaicos están compuestos por células fotovoltaicas que generan corriente eléctrica continua cuando están expuestas a la luz solar. Como cada célula genera una tensión de menos de un voltio, las células están conectadas en serie para producir un valor más elevado. La tensión de salida de un módulo varía inversamente con la carga de la corriente, y con la temperatura ambiente.

La intensidad producida por cada módulo varía con la intensidad de la luz solar que cae sobre el frontal de las células. Si una célula está ensombrecida, no produce ninguna corriente o energía, y se comporta como una resistencia. Como las células dentro de cada módulo están conectadas en serie y paralelo, y los módulos dentro de una cadena están también conectados en serie, la salida de la cadena se verá severamente reducida si cualquier célula en la cadena esta ensombrecida. La situación es análoga a una tubería con varias válvulas en serie; si cualquiera de las válvulas es cerrada parcialmente, el flujo a través de la tubería se verá restringido.

Las instalaciones normalmente están constituidas para un conjunto de cadenas de módulos FV conectados en serie para conseguir la tensión óptima de entrada de los inversores seleccionados. Los módulos FV están dispuestos de modo que miren hacia el sur e inclinados para optimizar la conversión de energía solar en electricidad a lo largo de todo el año.

Cada cadena de módulos produce corriente continua, que se convierte en corriente alterna mediante un inversor electrónico. La salida de cada inversor es trifásica a la frecuencia y tensión de la red eléctrica, 400 V, 50 Hz nominales.

En el caso de que se deba inyectar en trifásica, las salidas de los inversores están conectadas a través de una caja de conexión a un cuadro de distribución y protección de CA del sistema fotovoltaico.

La potencia generada por el sistema fotovoltaico es conectada de forma efectiva en paralelo con el suministro de electricidad de la red eléctrica a unas barras distribuidoras del Cuadro General de Distribución, (CGD).

Como la salida de un sistema fotovoltaico depende de la intensidad de la luz solar, la cual a su vez varía con las estaciones del año, con la hora del día y con las condiciones climatológicas locales, la potencia instantánea suministrada por el sistema fotovoltaico variara continuamente desde cero (por la noche) a una potencia máxima que depende de la insolación local máxima.

El inversor incorpora la circuitería de control que automáticamente apaga la salida del inversor en caso de pérdida de la red, o desviación de la tensión o frecuencia más allá de los límites superior e inferior establecidos.

Cada inversor evacuará la energía producida en el campo fotovoltaico, con una tensión de 20 kV, e irá hasta un centro de seccionamiento. Desde este, se realizará la entrega de energía a la Compañía Suministradora en el punto de conexión indicado por la misma. Para la legalización de esta instalación se redactará un proyecto específico de Media Tensión en el que se justificarán las actuaciones a realizar para su completa ejecución.

VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA

## 12.1. Condiciones Técnicas de la Instalación

El funcionamiento de la instalación fotovoltaica no provocará en la red averías, disminuciones de las condiciones de seguridad ni alteraciones superiores a las admitidas en la normativa vigente. Asimismo, el funcionamiento no podrá dar origen a condiciones peligrosas de trabajo para el personal de mantenimiento y explotación de la red de distribución.

En el caso de que la línea de distribución se quede desconectada de la red, bien sea por trabajos de mantenimiento requeridos por la empresa distribuidora o por haber actuado alguna de las protecciones de la línea, la instalación no mantendrá tensión en la línea de distribución.

Desde el circuito de generación hasta el equipo de medida no se intercalara ningún elemento distinto del fotovoltaico, ni de acumulación o de consumo.

## 12.2. Puesta a Tierra

La instalación tendrá una puesta a tierra de forma que no altere las condiciones de puesta a tierra de la red de la empresa distribuidora, asegurando que no se produzcan las transferencias de defectos a la red de distribución. La instalación dispone de una separación galvánica entre la red de distribución de baja tensión y la instalación fotovoltaica por medio de un transformador de aislamiento en el inversor.

Las masas de la instalación fotovoltaica estarán conectadas a una tierra independiente de la del neutro de la empresa de distribuidora de acuerdo con el REBT, así como del resto del suministro.

Se supone que la toma de tierra para las masas metálicas está ya disponible en la caseta donde se sitúa el punto de conexión.

### 12.2.1. Condiciones de Puesta a Tierra de las Centrales (Neutro de la Instalación)

Según la Disposición Transitoria Tercera: Conexión a Red, del Real Decreto 436/204, en tanto el Ministerio de Economía no establezca nuevas normas técnicas para la conexión a la red eléctrica de estas instalaciones, continúa en vigor la Orden del Ministerio de Industria y Energía, de 5 de septiembre de 1985.

Según esta Orden, en su punto 6 "Condiciones de Puesta a Tierra de las Centrales", se debe cumplir:

VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA

1.- La puesta a tierra de las centrales interconectadas se hará siempre de forma que no se alteren las condiciones de puesta a tierra de la red de la empresa eléctrica.

2.- Las centrales interconectadas a redes de baja tensión de las empresas eléctricas con neutro puesto a tierra, conectarán el neutro de sus generadores al neutro de la red de la empresa eléctrica, y no existirá para la puesta a tierra del neutro ninguna otra puesta a tierra directa en la central o en la instalación. Para la conexión de la central a la red se empleará un interruptor provisto de un polo suplementario que establezca o interrumpa la conexión a tierra de la empresa eléctrica al cerrar o abrir el interruptor.
Cuando por fallo de la red u otra causa la central trabaje aislada de la red de la empresa eléctrica, el neutro del generador se conectará automáticamente a una toma de tierra propia de la central prevista para este fin.
Para la protección de las instalaciones de la central se establecerá un dispositivo de detección de la corriente que circula por la conexión de los neutros de los generadores al neutro de la red de la empresa eléctrica con un sistema de disparo adecuado para desconexión si se sobrepasa la corriente admisible.

3.- En las centrales interconectadas provistas de transformadores de acoplamiento a la red, la puesta a tierra del neutro de la instalación se hará en un solo punto, utilizando el neutro de un solo generador en caso de que haya varios. También podrá efectuarse la puesta a tierra utilizando el neutro de uno de los transformadores, pero únicamente si no está en el lado del arrollamiento de la red de la empresa eléctrica. En caso de desconexión de la máquina o transformador que se utilice en un momento para establecer la puesta a tierra, se preverán sistemas automáticos para transferir la puesta a tierra a otro punto.

A la vista de lo indicado anteriormente, la instalación objeto de este proyecto se realizará de la siguiente manera:

- La puesta a tierra del neutro de la instalación se hará en un solo punto, utilizando el neutro de un solo generador.
- Todos los demás generadores se unirán a este punto neutro.

# 13. Descripción de las Características Técnicas de todos los equipos

## 13.1. Especificaciones Técnicas del Módulo Fotovoltaico

Los módulos fotovoltaicos que se pretenden instalar en presente proyecto cumplirán los siguientes requisitos básicos:

- Han de estar diseñados y construidos de forma que cumplan toda la normativa vigente en cuanto a homologación.
- El módulo fotovoltaico deberá superar toda la normativa vigente en Europa aplicable a los mismos y estar correctamente homologado.
- Se procurará que la relación Precio/Wp sea lo más baja posible.
- Características eléctricas adecuadas: La tensión de máxima potencia, de circuito abierto, corriente de cortocircuito, máxima potencia y pico sean lo más similar posible, procurando que se cumpla una tolerancia de estos parámetros de unos ±3% para grandes

VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA

instalaciones y un ±5% para pequeñas.

- TONC lo más bajo posible
- Facilidad de interconexión de módulos
- Facilidad de fijación del módulo a estructura soporte

Se instalarán 10.000 paneles fotovoltaicos monocristalinos con una potencia de 300 Wp cada uno, obteniéndose una potencia de 3,000 MWp.

Los módulos cumplen las siguientes especificaciones para sus parámetros eléctricos principales en condiciones estándar de operación (Irradiancia: 1.000 W/m2 AM: 1,5 Tc: 25 ºC):

| | |
|---|---|
| Potencia pico (Wp) | 300 W |
| Corriente de cortocircuito (Isc) | 9,78 A |
| Tensión de circuito abierto (Voc) | 39,39 V |
| Tensión punto de máxima potencia (Vmp) | 32,09 V |
| Intensidad punto de máxima potencia (Imp) | 9,35 A |
| Coeficiente de variación de Isc con Temperatura | 0,05 %/ºC |
| Coeficiente de variación de Voc con Temperatura | -0,30 %/ºC |
| Coeficiente de variación de Pmax con Temperatura | -0,42 %/ºC |
| Temperatura de operación | de -40 a +90 ºC |
| Índice de tolerancia | +/- 5% |

Teniendo en cuenta los requerimientos anteriores, se ha decidido crear 2 grupos fotovoltaicos compuestos de 83 ramales de 20 módulos en serie cada grupo, para 2 de los inversores y otro inversor con dos grupos de 84 ramales con 20 paneles cada uno.

Puesto que la tensión de máxima potencia pico de los paneles es de 32,09 Vcc, la tensión de salida resultante del conjunto de paneles será de 20x32,09 Vcc = 641,8 Vcc. Cuando la instalación queda en circuito abierto el conjunto resultante dará una tensión de 787,80 Vcc.

Podemos resumir estos datos del lado de corriente continua de la siguiente forma:

a) Fila

| | |
|---|---|
| **1 STRING** | **Waris** |
| | **300 W** |

| | | |
|---|---|---|
| **Potencia panel (Wp) =** | 300 | |
| **Potencia string (Wp) =** | 20x300 | 6.000 |
| **Tensión de salida Umpp (V) =** | 20x32,09 | 641,8 |
| **Corriente de salida Impp (A) =** | 9,35 | 9,35 |
| **Tensión de circuito abierto Uoc (v)** | 20x39,39 | 787,80 |
| **Corriente de cortocircuito Isc (A) =** | 9,78 | 9,78 |

b) Inversor

| 168 STRINGS | ABB PVS800-MWS-1000 kW | |
|---|---|---|
| | 1000 kW | |
| Potencia string (Wp) = | 6.000 | |
| Potencia en inversor (Wp) = | 168x6.000 | 1.008.000 |
| Tensión de salida Umpp (V) = | 641,8 | 641,8 |
| Corriente de salida Impp (A) = | 2(mppt) x 84 x 9,35 | 2 x 785,40 |
| Tensión de circuito abierto Uoc (v) = | 787,80 | 787,80 |
| Corriente de cortocircuito Isc (A) = | 2(mppt) x 84 x 9,78 | 821,52 |

c) Central Solar

| CENTRAL SOLAR | ABB PVS800-MWS-1000 kW |
|---|---|
| Nº de Inversores = | 3 |
| Potencia por inversor (KWp) = | 1.000 |
| Potencia Total de la Central KWp = | 3.000 |

Una vez convertida la corriente, en los inversores, de continua en alterna se conformará el sistema trifásico compuesto por tres fases más neutro.

Las conexiones en serie de las hileras de paneles se realizarán mediante conductores de cobre de 4 mm² de sección, con doble aislamiento y adecuados para su uso en intemperie de acuerdo con la Norma UNE 21.123.

Cada uno de los conductores de 4 mm² provenientes de los paneles, después de realizar las correspondientes uniones en serie y/o paralelo, se conectarán dentro de una caja de derivación estanca, con grado de protección IP-65, a un conductor de cobre de 10 mm² de sección con doble aislamiento y adecuado para su uso en intemperie de acuerdo con la Norma UNE 21.123, el cual unirá los paneles con el inversor.



VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA

VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA

## 13.2. Especificaciones Técnicas del Inversor

El inversor constituye el enlace entre los paneles solares y la red pública de corriente.

La corriente eléctrica continua generada por los paneles fotovoltaicos es convertida mediante el inversor en alterna e introducida, una vez sincronizada, en la red eléctrica.

El funcionamiento del inversor es completamente automático. A partir del momento en que los módulos solares generan la potencia suficiente por la mañana, la electrónica de control comienza con la supervisión de la tensión y la frecuencia de la red. En el momento que ésta es suficiente (10 – 15 W), el aparato empieza a generar.

El inversor trabaja de forma que toma la máxima potencia posible de los paneles solares. Cuando al atardecer la energía ya no es suficiente para suministrar corriente a la red, el inversor interrumpe la conexión y deja de trabajar. Dado que la energía para la electrónica de control se toma de los paneles solares, la desconexión nocturna es completa y no se consume entonces ninguna energía, salvo la energía necesaria para conservar el estado de reposo.

Las características básicas del inversor son:

- Principio de funcionamiento: fuente de corriente.
- Autoconmutado.
- Seguimiento automático del punto de máxima potencia del generador.
- No funcionan en isla o modo aislado.

El inversor realiza las funciones de protección de máxima y mínima tensión y de máxima y mínima frecuencia y así como las maniobras automáticas de desconexión – conexión. Estas funciones serán realizadas mediante un contactor cuyo rearme será automático, una vez se restablezcan las condiciones normales de suministro de la red.

La protección para la interconexión de máxima y mínima frecuencia es de 51 y 49 Hz respectivamente y de máxima y mínima tensión de 1,1 y 0,85 Um respectivamente.

En el caso de que la red de distribución a la que se conecta la instalación fotovoltaica se desconecte por cualquier motivo, el inversor no mantendrá la tensión en la línea de distribución.

El rearme del sistema de conmutación y, por tanto de la conexión con la red de baja tensión de la instalación fotovoltaica será automático, una vez reestablecida la tensión de red por la empresa distribuidora.

El inversor dispone de separación galvánica entre la red de distribución de baja tensión y la instalación fotovoltaica.

Además de lo indicado anteriormente el inversor incorpora protecciones frente a:

- Cortocircuitos en alterna,
- Sobretensiones, mediante varistores,
- Perturbaciones presentes en la red como microcortes, pulsos, defectos de ciclos, ausencia y retorno de la red, etc.,

También incorpora:

VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA

- Encendido y apagado general del inversor.
- Conexión y desconexión del inversor a la interfaz C.A.
- Señalización del estado de encendido o apagado.

El inversor seguirá entregando potencia a la red de forma continuada en condiciones de irradiancia solar un 10 % superiores a las CEM. Además soportará picos de magnitud un 30 % superior a las CEM durante períodos de hasta 10 segundos.

Los valores de eficiencia al 25 % y 100 % de la potencia de salida nominal deberán ser superiores al 85 % y 88 % respectivamente (valores medidos incluyendo el transformador de salida) para inversores de potencia inferior a 5 kW, y del 90 % al 92 % para inversores mayores de 5 kW, siendo el máximo rendimiento en nuestro caso del 96%.

El autoconsumo del inversor en modo nocturno es inferior al 0,5 % de su potencia nominal.

El factor de potencia de la potencia generada es superior a 0,95, entre el 25 % y el 100 % de la potencia nominal.

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

En nuestro caso el inversor estará instalado en el interior de un edificio y en lugar inaccesible, siendo el grado de protección del mismo de IP 54.

Las características principales del inversor son las siguientes:

| | |
|---|---|
| Modelo | ABB PVS800-MWS-1000 kW |
| Potencia DC máxima | 1000 kW |
| Rango de tensiones PMP | 450…825 $V_{DC}$ |
| Tensión de entrada máxima | 1000 $V_{DC}$ |
| Corriente de entrada | 2 x 1145 $I_{DC}$ |
| Potencia nominal | 1000 kVA |
| Potencia AC máxima | 1000 kVA |
| Tensión de salida | 20 kV |
| Corriente de salida | 28,9 A |
| Factor de potencia | 1 / 0,9 inductivo-capacitivo |

VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA

| | |
|---|---|
| Frecuencia | 50Hz/47…63 Hz |
| Rendimiento máximo | 97,8% |
| Rendimiento europeo | 97,1% |
| Temperatura ambiente | -25ºC…62ºC |
| Tipo de protección | IP54 |
| Forma de conexión | Terminal de anillo |
| Humedad relativa del aire | 15…95% |
| Según la CE | EN61000-6-2, EN61000-6-4 |
| Comunicación de datos | Interfaz Ethernet, Modbus |
| Dimensiones (anch x pro x alt) | 6930 x 3070 x 2430 mm |
| Peso | 20.000 kg |

Estos inversores están certificados para las condiciones impuestas por el Real Decreto 1.663/2000 "Sobre conexión de las instalaciones fotovoltaicas a la red de baja tensión", que son:

- Disponen de un interruptor de interconexión interno para la desconexión automática.
- Disponen de protección interna de máxima y mínima frecuencia (49-50 Hz) según normativa española.
- Disponen de protección interna de máxima y mínima tensión (200-242 V) según normativa española
- Software de ajuste de las protecciones de tensión y frecuencia no accesible por el usuario.
- Disponen de un relé de bloqueo de protecciones. Este relé es activado por las protecciones de máxima y mínima tensión y de máxima y mínima frecuencia, con la posibilidad de rearme automático a los tres minutos de la normalización.
- Disponen de un transformador que asegura una separación galvánica entre el lado de corriente continua y la red de baja tensión (Según norma ONSE 30.01-24D).
- También cumplen con la instrucción de 21 de enero de 2004 sobre el procedimiento de puesta en servicio de las instalaciones fotovoltaicas conectadas a red, así como el Capítulo VIII de Normas Particulares y Condiciones Técnicas y de Seguridad 2005 de la Compañía Sevillana-Endesa y en el RD 1663/2000 (Arts. 2.f, 7, y 11) sobre conexión de instalaciones fotovoltaicas a la red de baja tensión.

## 13.3. Cableado

El cableado cumplirá con el vigente Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, Real Decreto

842/2002; ITC BT 40.

Los positivos y negativos de cada grupo de módulos se conducirán separados y protegidos de acuerdo a la normativa vigente.

Los conductores serán de cobre y tendrán la sección adecuada para evitar caídas de tensión y calentamientos. Concretamente, para cualquier condición de trabajo, los conductores deberán tener la sección suficiente para que la caída de tensión sea inferior del 1,5 %, teniendo como referencia las tensiones correspondientes a cajas de conexiones.

Se incluirá toda la longitud de cable CC y CA. Deberá tener la longitud necesaria para no generar esfuerzos en los diversos elementos ni posibilidad de enganche por el tránsito normal de personas.

Todo el cableado de continua será de doble aislamiento y adecuado para su uso en intemperie, al aire o enterrado, de acuerdo con la norma UNE 21123.

Los conductores de los cables utilizados en las líneas subterráneas serán de cobre o de aluminio y estarán aislados con mezclas apropiadas de compuestos poliméricos. Estarán además debidamente protegidos contra la corrosión que pueda provocar el terreno donde se instalen y tendrán la resistencia mecánica suficiente para soportar los esfuerzos a que puedan estar sometidos

Proximidades y paralelismos

Los cables subterráneos de baja tensión directamente enterrados deberán cumplir las condiciones y distancias de proximidad que se indican a continuación, procurando evitar que queden en el mismo plano vertical que las demás conducciones.

Otros cables de energía eléctrica

Los cables de baja tensión podrán instalarse paralelamente a otros de baja o alta tensión, manteniendo entre ellos una distancia mínima de 0,10 m con los cables de baja tensión y 0,25 m con los cables de alta tensión. Cuando no puedan respetarse estas distancias en los cables directamente enterrados, el cable instalado más recientemente se dispondrá en canalización entubada según lo prescrito en el apartado 2.1.2 (canalizaciones entubadas) de la ITC-BT 07.

En el caso de que un mismo propietario canalice a la vez varios cables de baja tensión, podrá instalarlos a menor distancia, incluso en contacto.

Canalizaciones de agua

La distancia mínima entre los cables de energía eléctrica y las canalizaciones de agua será de 0,20 m. La distancia mínima entre los empalmes de los cables de energía eléctrica y las juntas de las canalizaciones de agua será de 1 m. Cuando no puedan respetarse estas distancias en los cables directamente enterrados, el cable instalado más recientemente se dispondrá en canalización entubada según lo prescrito en el apartado 2.1.2 (canalizaciones entubadas) de la ITC-BT 07.

Se procurará mantener una distancia mínima de 0,20 m en proyección horizontal, y que la canalización de agua quede por debajo del nivel del cable eléctrico.

Cables de telecomunicación

Separación mínima entre los cables de energía eléctrica y los de telecomunicación será de 0,20 m. La distancia del punto de cruce a los empalmes, tanto del cable de energía como del cable de telecomunicación, será superior a 1 m. Cuando no puedan respetarse estas distancias en los cables directamente enterrados, el cable instalado más recientemente se dispondrá en canalización entubada según lo prescrito en el apartado 2.1.2 (canalizaciones entubadas) de la ITC-BT 07.



VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO

VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA

Estas restricciones no se deben aplicar a los cables de fibra óptica con cubiertas dieléctricas. Todo tipo de protección en la cubierta del cable debe ser aislante.
Por otro lado, las arterias principales de agua se dispondrán de forma que se aseguren distancias superiores a 1 m respecto a los cables eléctricos de baja tensión.

## 13.4. Protecciones

Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, el Real Decreto 436/2004, así como el Capítulo VIII de las Normas Particulares y Condiciones Técnicas y de Seguridad 2005 de la Compañía Sevillana- Endesa.

El sistema contará con las siguientes protecciones:

Zona Centralización de Contadores:

En la centralización de contadores se instalará un interruptor magnetotérmico general, por cada una de las centrales solares, con intensidad de cortocircuito igual o superior a la indicada por la empresa distribuidora en el punto de conexión, este interruptor estará en un punto accesible para la empresa distribuidora.

También se instalará un interruptor diferencial para el conjunto de inversores que servirá para proteger a las personas de posibles derivaciones a tierra.

Zona Cableado Corriente Alterna:

Se instalarán interruptores magnetotérmicos con el calibre adecuado a la potencia de los inversores.

Zona Inversor:

En conexiones trifásicas a la red, las protecciones para la interconexión de máxima y mínima frecuencia (51 y 49 Hz respectivamente) y de máxima y mínima tensión (1,1 Um y 0,85 Um respectivamente) serán para cada fase. Una vez superados estos límites, se procederá a la desconexión automática de la instalación.

El inversor también procederá de manera automática al rearme del sistema de conmutación, y por tanto de la conexión con la red de baja tensión, una vez restablecida la tensión y/o la frecuencia de red.

Cada inversor cuenta con un contactor cuyo estado (on – off) aparece señalizado en el frontal del equipo y el cual puede ser activado manualmente.

También se instalará un interruptor magnetotérmico a la salida de cada inversor para evitar cortocircuitos y facilitar la desconexión de los mismos en caso de avería.

Zona Protección Corriente Continua:

Se instalarán seccionadores fusibles para cada fila de placas solares con el fin de proteger

VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA

los cables que las unen y desconectarla del generador. Además se instalará otro succionador fusible en la caja de conexiones con el fin de poder desconectar todo el seguidor, con el fin de establecer una medida de seguridad cuando deban realizarse operaciones de mantenimiento.

En cuanto a la protección contra contactos indirectos el R.D. 1663/2.000, en su Art. 11.2, establece que el sistema de protecciones de los sistemas fotovoltaicos debe incluir un "*... interruptor automático diferencial, con el fin de proteger a las personas en el caso de derivación de algún elemento en la parte continua de la instalación*".

Esta prescripción es difícil de cumplir debido a que:

Estos interruptores de corriente continua no son equipos estandarizados en el mercado actual y carecen de homologación oficial que garantice su correcta operación.

Para que la protección resulte eficaz es necesario poner a tierra uno de los polos del generador e instalar el interruptor entre el terminal de este polo y la tierra. De este modo, al aparecer un defecto circulará una corriente $I_d$, por este enlace, que se utilizará para provocar la apertura automática del interruptor, cortando el camino de paso de $I_d$.

La apertura de este interruptor no elimina totalmente la tensión del circuito afectado, ya que, en un generador fotovoltaico, la apertura de este interruptor representa una protección eficaz contra el primer defecto. Si se produjera un segundo defecto, (con el primer defecto se cierra un camino por el que puede circular la corriente de defecto), con independencia del estado del interruptor, el generador mantiene la tensión Uoc (de hecho, esta tensión es mayor que la tensión de funcionamiento, dado que al actuar el interruptor el generador se queda en circuito abierta Uoc que corresponde a la máxima tensión). Por tanto, si actúa el interruptor diferencial inmediatamente debe repararse el defecto que la ha provocado.

Como consecuencia de esto, si un segundo defecto ocurre, para evitar el peligro asociado debería instalarse otro interruptor adicional que cortocircuito y ponga a tierra los polos del generador, eliminando la tensión de éste respecto a tierra, que es la causa de las corrientes de defecto.

Desde este punto de vista la posibilidad de poner dos interruptores en cascada no es práctico y poner un solo interruptor que directamente cortocircuite y ponga a tierra los polos del generador se ve impedida porque, entonces, también resultaría cortocircuitada la entrada al inversor, lo que representa una situación peligrosa para los estos equipos.

Si tenemos en cuenta el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y la norma UNE 20460-4-41 podemos plantear otras soluciones al inconveniente anteriormente planteado que pueden ser:

Baja Tensión: consiste en limitar las tensiones de operación, para que en caso de contacto accidental la corriente sea siempre inferior a 100 mA. En la práctica esto se traduce en imponer a los generadores fotovoltaicos la condición:

$$\mathbf{1{,}25\ Voc \leq 120\ (V)}^{1}$$

Donde:

Voc = tensión de circuito abierto del generador en condiciones estándar.

[1] *Tensión de Seguridad o tensión de contacto máxima admisible durante un tiempo límite de 5 segundos, según Norma UNE 20460.*

Esto equivale a que la tensión nominal del sistema sea inferior a 96 V. El recurso a esta medida representa una protección total de todas las personas y, en consecuencia, hace innecesario el acudir a cualquier otra medida adicional de protección.

VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA

## 13.5. Estructura Soporte de los Módulos

Toda la estructura en cuanto a perfilería estará constituida por aluminio Aleación EN-AW6005A-T6 (Aleación Estructural), de la cual se adjunta tabla de resistencia recogida en el Eurocódigo 9 (cumpliendo así todas las normativas requeridas por dicho documento para la Unión Europea).

La tornillería de la estructura será de Acero Inoxidable AISI 304 (A2-70).

Se trata de una estructura inclinada de 30º con respecto a la horizontal, para la disposición inclinada de los módulos.

Sistema de fijación de las estructuras mediante tornillo doble rosca para evitar posibles aplastamientos de cubierta. La fijación de módulos se realizará mediante omegas intermedias y finales. El sistema de fijación mediante tornillo de doble rosca nos permitirá fijar los rastreles de la estructura de aluminio a las correas, realizando la unión en la zona cresta de la cubierta y asegurando de esta manera la estanqueidad de la unión mediante la arandela de epdm que lleva incorporada el tornillo de doble rosca. No obstante a esta unión se le implementará en la zona de taladro un cordón de polímero sellador, para reforzar el sellado de la propia arandela del tornillo de doble rosca.

## 13.6. Armónicos y Compatibilidad Electromagnética

Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1663/2000 (artículo 13) sobre armónicos y compatibilidad electromagnética en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión. Para su comprobación se incluirán los certificados que así lo acrediten. A su vez cumplirán con lo indicado en Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión; ITC-BT-40 punto 6 (Forma de Onda).

# 14. Descripción de Trabajos de Obra Civil

Como complemento a la instalación de las centrales solares, nos vemos obligados a dotar al recinto de una infraestructura que ayude y proteja el desarrollo de la actividad. Estas obras consisten en:

1. Desbroce y limpieza del terreno.
2. Zanjas para la instalación de los conductores.
3. Vallado perimetral exterior realizado con malla metálica.
4. Instalación de casetas prefabricadas para inversores y equipos de medida.

Descripción de la Parcela

La parcela presenta una morfología en planta irregular, ligeramente alomada, característica

VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA

de todo el terreno.

Topografía

Se trata de un terreno ligeramente plano de forma irregular, que se ha estado utilizando para cultivo de cereales.

Nivel Freático y Drenaje

No se ha detectado la presencia del nivel freático en ninguna de las prospecciones hasta la profundidad reconocida.

El drenaje será medio dada la permeabilidad tan variable que presenta el material que compone el terreno.

Geología

El terreno según datos disponibles, es de consistencia media, sin que presente alteraciones ni apariencia peligrosa ni de poca resistencia.

Agresividad del Terreno

El terreno donde se pretende realizar la instalación, a priori, mediante inspección visual se desprende del mismo que el terreno es apto, no existiendo la necesidad de utilizar hormigones especiales.

Sismicidad

En esta zona existe posibilidad de movimientos sísmicos, no obstante, dado que si ocurriese uno no se verían afectadas las personas, en los cálculos de las estructuras de los módulos no se tendrá en cuenta la influencia de estos. Si en cambio, se tendrá en cuenta en la caseta de mantenimiento.

## 14.1. Movimiento de Tierras

Se ejecutará previamente un desbroce y retirada de la capa vegetal del solar. Una vez realizada esta fase se procederá al rasanteo y replanteo de toda la cimentación, para que seguidamente se realicen la apertura de pozos y zanjas.

La apertura de pozos se ejecutará a la profundidad necesaria para alcanzar una compacidad del terreno igual o superior a la exigida en cálculos, tal y como se indica en los planos adjuntos.

La apertura de zanjas se realizará hasta alcanzar la profundidad determinada en los planos adjuntos.

## 14.2. Cerramiento Exterior de la Parcela

El cerramiento de la parcela delimitará la instalación fotovoltaica de las parcelas así como de los caminos existentes. La separación de este cerramiento con respecto a sus linderos será

el que en cada caso indica la legislación vigente.

El cerramiento incluirá postes intermedios cada 2,6 m de perfil tubular galvanizado de 50x1,5 mm, apoyados sobre cimentación de hormigón H-250 bajo norma EHE. Para la instalación de los postes previamente se realizarán pozos de 0,30 x 0,30 x 0,35 m.

El vallado perimetral será temporal como la instalación fotovoltaica.

## 14.3. Zanjas y Canalizaciones

Las zanjas necesarias para la realización de las obras son:

Tendido de cables

El tendido de los cables podrá, según las necesidades, realizarse de dos formas tal y como se indica a continuación.

a) Directamente enterrados.

La profundidad, hasta la parte inferior del cable, no será menor de 0,60 m en acera y en terreno, ni de 0,80 m en calzada.

Cuando existan impedimentos que no permitan lograr las mencionadas profundidades, éstas podrán reducirse, disponiendo protecciones mecánicas suficientes, tales como las establecidas en el apartado b). Por el contrario, deberán aumentarse cuando existan cruzamientos, proximidades y paralelismos.

Para conseguir que el cable quede correctamente instalado sin haber recibido daño alguno, y que ofrezca seguridad frente a excavaciones hechas por terceros, en la instalación de los cables se seguirán las instrucciones descritas a continuación:

- El lecho de la zanja que va a recibir el cable será liso y estará libre de aristas vivas, cantos, piedras, etc.. En el mismo se dispondrá una capa de arena de mina o de río lavada, de espesor mínimo 0,05 m sobre la que se colocará el cable. Por encima del cable irá otra capa de arena o tierra cribada de unos 0,10 m de espesor. Ambas capas cubrirán la anchura total de la zanja, la cual será suficiente para mantener 0,05 m entre los cables y las paredes laterales.
- Por encima de la arena todos los cables deberán tener una protección mecánica, como por ejemplo, losetas de hormigón, placas protectoras de plástico, ladrillos o rasillas colocadas transversalmente. Podrá admitirse el empleo de otras protecciones mecánicas equivalentes. Se colocará también una cinta de señalización que advierta de la existencia del cable eléctrico de baja tensión. Su distancia mínima al suelo será de 0,10 m, y a la parte superior del cable de 0,25 m.
- Se admitirá también la colocación de placas con la doble misión de protección mecánica y de señalización.
- Para la instalación de los cables en el interior de la parcela no será necesario la protección mecánica indicada en el punto anterior.

b) En canalizaciones entubadas.



Documento visado electrónicamente con número GR00138/18. Página 24 de 201

VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO

VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA

Serán conformes con las especificaciones del apartado 1.2.4. de la ITC-BT-21. No se instalará más de un circuito por tubo.

Se evitarán, en lo posible, los cambios de dirección de los tubos. En los puntos donde se produzcan y para facilitar la manipulación de los cables, se dispondrán arquetas con tapa, registrables o no. Para facilitar el tendido de los cables, en los tramos rectos se instalarán arquetas intermedias, registrables, ciegas o simplemente calas de tiro, como máximo cada 40 m. Esta distancia podrá variarse de forma razonable, en función de derivaciones, cruces u otros condicionantes viarios. A la entrada en las arquetas, los tubos deberán quedar debidamente sellados en sus extremos para evitar la entrada de roedores.

Los tubos cumplirán con la norma UNE–EN-50086-2-4. La sección interior de estos será al menos cuatro veces a la de la suma total de los cables alojados en el mismo.

Los tubos deberán tener un diámetro tal que permitan un fácil alojamiento y extracción de los cables o conductores aislados. Para más de cinco conductores por tubo o para conductores aislados o cables de secciones diferentes a instalar en el mismo tubo, su sección interior será, como mínimo igual a 2,5 veces la sección ocupada por los conductores.

En nuestro caso en particular la instalación se realizará en el interior de la finca, estando ésta vallada y por tanto sin acceso de terceros.

No existirán aceras ni calzadas (salvo la de la caseta de mantenimiento y la del centro de transformación), sólo se realizará un camino interior de tierra debidamente compactado.

Por todo ello, los cables irán directamente enterrados a una profundidad de enterramiento de aproximadamente 60 cm, aplicándose las instrucciones indicadas más adelante.

Todos los cables que crucen el camino interior irán protegidos mecánicamente.

En el caso de los cables que queden fuera de la finca (desde la caja general de protección hasta los cuadros de BT de la Compañía Distribuidora) irán instalados bajo acera, realizándose en este caso la instalación según se ha indicado en el punto b) anterior.

# 15. Instalaciones complementarias

## 15.1. Telefonía

La instalación estará dotada de instalación de telefonía.

La instalación interior en la caseta está diseñada de manera que todos sus elementos queden a una distancia mínima de 5 cm de los siguientes servicios: agua y electricidad.

Todas las canalizaciones se harán con tubería de PVC del tipo semirígido y empotrado en la pared.

## 15.2. Monitorización

Asimismo, existirá una instalación complementaria de motorización y según se ha indicado en Memoria Descriptiva, la instalación será totalmente autónoma y optimizada para la obtención del máximo rendimiento del sistema, que en base a una serie de elementos modulares permite dar respuesta a cualquier necesidad de monitorización de la instalación así como

VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA

control puntual de cada uno de los elementos de la instalación.

Para obtener la máxima energía, se instalará un sistema de control mediante un PC y un software específico que tendrá como funciones principales las siguientes:

- Adquisición de datos de la estación meteorológica.
- Adquisición de datos del inversor.
- Envío de mensajes tipo SMS (aviso averías, estado del sistema, etc).
- Conexión a Internet del sistema para control integral.
- Gestión de datos generados por la planta FV.
- Monitorización de los datos de la planta fotovoltaica.
- Energía producida.
- Refresco periódico de datos de la planta.
- Posibilidad de software de supervisión remoto para el control simultáneo de ésta y otras plantas que estén en esta red.

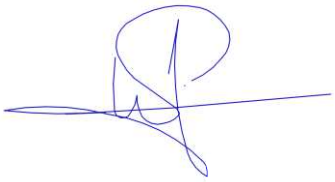
Este sistema de comunicación será un elemento común para toda la planta, formada por todas las centrales, de forma que en el interior de una caseta prefabrica se instalará el sistema de monitorización común.

## 15.3. Comunicaciones

El sistema utilizado para la comunicación será mediante protocolo de comunicación PROFIBUS que es un potente, abierto y robusto sistema de bus para la comunicación de proceso y de campo en redes de célula y para la comunicación de datos según IEC 61158/EN 50170.

Los dispositivos de automatización tales como PLC, PC, HMI, sensores o actuadores pueden comunicarse a través de este sistema de bus.

Granada, a diciembre de 2.017
El Ingeniero Técnico Industrial



José Antonio Pérez Hidalgo
Colegiado un. 1087
Colegio Oficial de Peritos e Ingenieros
Técnicos de Granada

VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN

1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO

COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS
TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA

# ANEXO I: CUMPLIMIENTO DEL REGLAMENTO DE BAJA TENSIÓN

VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO

Para la ejecución de este proyecto se ha tenido en cuenta el REBT y sus Instrucciones Técnicas Complementarias, y particularmente la ITC BT-40 denominada Instalaciones Generadoras en Baja Tensión.

La instrucción ITC BT-40 se aplica a las instalaciones generadoras, entendiendo como tales, las destinadas a transformar cualquier tipo de energía no eléctrica en energía eléctrica.

Las Instalación Generadora que se pretende instalar se clasifica, atendiendo a su funcionamiento respecto a la Red de Distribución Pública, como una ***instalación generadora interconectada***, puesto que está, normalmente, trabajando en paralelo con la Red de Distribución Pública.

La instalación se realizará con paneles solares fijos los cuales están directamente montados sobre el suelo. El recinto en el que se instalará la central solar fotovoltaica, aunque está compartido por otras centrales, es de uso exclusivo para esta actividad. Atendiendo a las condiciones del terreno y a la forma de instalación concluimos que no serán necesarias medidas especiales para la protección contra incendios.

La potencia máxima de la instalación generadora interconectada a la red de distribución pública está condicionada por las características de ésta, en cuanto a tensión de servicio, potencia de cortocircuito, capacidad de transporte de línea, potencia consumida en la red de baja tensión, etc. Condiciones que la Compañía distribuidora ha fijado, y por tanto se han tenido en cuenta en la redacción de este Proyecto.

La instalación generadora, con potencia nominal de 3 MW, se conectará a una red de distribución de Media Tensión. Este conjunto se conectará al lado de baja tensión a través de inversores con centros de transformación.

*Equipos de Maniobra y Medida a Disponer en el Punto de Interconexión.*

En el origen de la instalación interior y en un punto único y accesible de forma permanente a la empresa distribuidora de energía eléctrica, se instalará un interruptor automático sobre el que actuarán un conjunto de protecciones. Éstas garantizarán que las faltas internas de la instalación no perturben el correcto funcionamiento de la red a la que estará conectada y en caso de defecto de ésta, debe desconectar el interruptor de la interconexión que no podrá reponerse hasta que exista tensión estable en la Red de Distribución Pública.

Las protecciones y el conexionado del interruptor serán precintables y el dispositivo de maniobra será accesible al Productor.

Para la entrega de energía de la instalación generadora a la Red de Distribución Pública, se dispondrá, al final de la instalación de enlace, de un equipo de medida que registre la energía suministrada por el Productor. Este equipo de medida podrá tener elementos comunes con el equipo que registre la energía aportada por la Red de Distribución Pública, siempre que los registros de la energía en ambos sentidos se contabilicen de forma independiente.

*Cables de Conexión.*

Los cables de conexión estarán dimensionados para una intensidad no inferior al 125% de la máxima intensidad del generador y la caída de tensión entre el generador y el punto de interconexión a la Red de Distribución Pública, no será superior al 1,5%, para la intensidad nominal.

Forma de la Onda.

La tensión generada será prácticamente senoidal, con una tasa máxima de armónicos, en cualquier condición de funcionamiento de:

VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA

| | |
|---|---|
| Armónicos de orden par: | 4/n |
| Armónicos de orden 3: | 5 |
| Armónicos de orden impar (≥ 5): | 25/n |

La tasa de armónicos es la relación, en %, entre el valor eficaz del armónico de orden n y el valor eficaz del fundamental.

Protecciones.

Los circuitos de salida de los generadores se dotarán de las protecciones establecidas en las correspondientes ITC que les sean aplicables.

En estas instalaciones de generación, al estar interconectadas con la Red de Distribución Pública, se dispondrá un conjunto de protecciones que actuarán sobre el interruptor de interconexión, situadas en el origen de la instalación interior. Éstas corresponderán a un modelo homologado y deberán estar debidamente verificadas y precintadas por un Laboratorio reconocido.

Las protecciones mínimas a disponer serán las siguientes:

- De sobreintensidad, mediante relés directos magnetotérmicos o solución equivalente.
- De mínima tensión instantáneos, conectados entre las tres fases y neutro y que actuarán, en un tiempo inferior a 0,5 segundos, a partir de que la tensión llegue al 85% de su valor asignado.
- De sobretensión, conectado entre una fase y neutro, y cuya actuación debe producirse en un tiempo inferior a 0,5 segundos, a partir de que la tensión llegue al 110% de su valor asignado.
- De máxima y mínima frecuencia, conectado entre fases, y cuya actuación debe producirse cuando la frecuencia sea inferior a 49 Hz o superior a 51 Hz durante más de 5 períodos.

*Receptores de Alumbrado*

Las luminarias serán conformes a los requisitos establecidos en las normas de la serie UNE-EN 60598.

La masa de las luminarias suspendidas excepcionalmente de cables flexibles no debe exceder de 5 Kg. Los conductores, que deben ser capaces de soportar este peso, no deben presentar empalmes intermedios y el esfuerzo deberá realizarse sobre un elemento distinto del borne de conexión.

Las partes metálicas accesibles de las luminarias que no sean de Clase II o Clase III, deberán tener un elemento de conexión para su puesta a tierra, que irá conectado de manera fiable y permanente al conductor de protección del circuito.

El uso de lámparas de gases con descargas a alta tensión (neón, etc), se permitirá cuando su ubicación esté fuera del volumen de accesibilidad o cuando se instalen barreras o envolventes separadoras.

En instalaciones de iluminación con lámparas de descarga realizadas en locales en los que funcionen máquinas con movimiento alternativo o rotatorio rápido, se deberán tomar las medidas necesarias para evitar la posibilidad de accidentes causados por ilusión óptica originada por el efecto estroboscópico.

Los circuitos de alimentación estarán previstos para transportar la carga debida a los propios receptores, a sus elementos asociados y a sus corrientes armónicas y de arranque. Para receptores con lámparas de descarga, la carga

VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO

VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA

mínima prevista en voltiamperios será de 1,8 veces la potencia en vatios de las lámparas. En el caso de distribuciones monofásicas, el conductor neutro tendrá la misma sección que los de fase. Será aceptable un coeficiente diferente para el cálculo de la sección de los conductores, siempre y cuando el factor de potencia de cada receptor sea mayor o igual a 0,9 y si se conoce la carga que supone cada uno de los elementos asociados a las lámparas y las corrientes de arranque, que tanto éstas como aquellos puedan producir. En este caso, el coeficiente será el que resulte.

En el caso de receptores con lámparas de descarga será obligatoria la compensación del factor de potencia hasta un valor mínimo de 0,9.

En instalaciones con lámparas de muy baja tensión (p.e. 12 V) debe preverse la utilización de transformadores adecuados, para asegurar una adecuada protección térmica, contra cortocircuitos y sobrecargas y contra los choques eléctricos.

Para los rótulos luminosos y para instalaciones que los alimentan con tensiones asignadas de salida en vacío comprendidas entre 1 y 10 kV se aplicará lo dispuesto en la norma UNE-EN 50.107.

*RECEPTORES A MOTOR.*

Los motores deben instalarse de manera que la aproximación a sus partes en movimiento no pueda ser causa de accidente. Los motores no deben estar en contacto con materias fácilmente combustibles y se situarán de manera que no puedan provocar la ignición de estas.

Los conductores de conexión que alimentan a un solo motor deben estar dimensionados para una intensidad del 125 % de la intensidad a plena carga del motor. Los conductores de conexión que alimentan a varios motores, deben estar dimensionados para una intensidad no inferior a la suma del 125 % de la intensidad a plena carga del motor de mayor potencia, más la intensidad a plena carga de todos los demás.

Los motores deben estar protegidos contra cortocircuitos y contra sobrecargas en todas sus fases, debiendo esta última protección ser de tal naturaleza que cubra, en los motores trifásicos, el riesgo de la falta de tensión en una de sus fases. En el caso de motores con arrancador estrella-triángulo, se asegurará la protección, tanto para la conexión en estrella como en triángulo.

Los motores deben estar protegidos contra la falta de tensión por un dispositivo de corte automático de la alimentación, cuando el arranque espontáneo del motor, como consecuencia del restablecimiento de la tensión, pueda provocar accidentes, o perjudicar el motor, de acuerdo con la norma UNE 20.460 -4-45.

Los motores deben tener limitada la intensidad absorbida en el arranque, cuando se pudieran producir efectos que perjudicasen a la instalación u ocasionasen perturbaciones inaceptables al funcionamiento de otros receptores o instalaciones.

En general, los motores de potencia superior a 0,75 kilovatios deben estar provistos de reóstatos de arranque o dispositivos equivalentes que no permitan que la relación de corriente entre el período de arranque y el de marcha normal que corresponda a su plena carga, según las características del motor que debe indicar su placa, sea superior a la señalada en el cuadro siguiente:

- De 0,75 KW a 1,5 KW: 4,5
- De 1,50 KW a 5 KW: 3,0
- De 5 KW a 15 KW: 2
- Más de 15 KW: 1,5

VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA

*RESISTENCIA DE AISLAMIENTO Y RIGIDEZ DIELÉCTRICA.*

Las instalaciones deberán presentar una resistencia de aislamiento al menos igual a los valores indicados en la tabla siguiente:

| Tensión nominal instalación | Tensión ensayo corriente continua | Resistencia de aislamiento (MΩ) |
|---|---|---|
| MBTS o MBTP | 250 | ≥ 0,25 |
| ≤ 500 V | 500 | ≥ 0,50 |
| > 500 V | 1000 | ≥ 1,00 |

La rigidez dieléctrica será tal que, desconectados los aparatos de utilización (receptores), resista durante 1 minuto una prueba de tensión de 2U + 1000 V a frecuencia industrial, siendo U la tensión máxima de servicio expresada en voltios, y con un mínimo de
1.500 V.

Las corrientes de fuga no serán superiores, para el conjunto de la instalación o para cada uno de los circuitos en que ésta pueda dividirse a efectos de su protección, a la sensibilidad que presenten los interruptores diferenciales instalados como protección contra los contactos indirectos.

*Sobretensiones:*

Cualquier tensión de nivel superior a la nominal recibe el nombre de *sobretensión*.

Los valores de estas tensiones están, generalmente, muy por debajo del valor de aislamiento de los equipos.

Los perjuicios a los mismos vendrán normalmente porque, al sobre pasar el valor de esta tensión la nominal para la que fueron calculados, se incrementa proporcionalmente el valor de la corriente absorbida, lo cual a su vez genera inevitablemente un calentamiento superior al previsto. La consecuencia es el más o menos rápido envejecimiento, con posible degradación incluso del aislante.

Si la duración del impulso está por debajo de la duración de un semiperíodo, éste se denomina *impulso de sobretensión*.

Este tipo de perturbación, difícil de prevenir e incluso de identificar su fuente, es capaz de causar grandes estragos en los equipos eléctricos y electrónicos.

En este caso, el factor más importante a tener en cuenta es la posible perforación del aislamiento de los equipos, lo que provocaría una serie de cortocircuitos y la destrucción de los mismos, de una forma casi instantánea.

El origen de las sobretensiones puede deberse a:

- Rayos.
- Maniobras de Conmutación.
- Acoplamiento Inductivo
- Contacto Directo
- Descarga Electrostática
- Acoplamiento Inductivo.
- Acoplamiento Capacitivo.

VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA

- Acoplamiento Electromagnético.

Los factores a tener en cuenta para evaluar los daños producidos por una sobre tensión pueden ser los siguientes:

- Posible peligro de la integridad de las personas.
- Valor intrínseco de los equipos dañados.
- Averías colaterales debidas a errores en la transmisión de señales.
- Lucro cesante debido al tiempo improductivo.
- Perjuicios debidos a la parada de la instalación.

Los equipos e instalaciones eléctricas, deben cumplir unos niveles mínimos de aislamiento que les permitan superar una tensión soportada a impulsos determinada por el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

Categorías de las Sobretensiones.

Las categorías indican los valores de tensión soportada a la onda de choque de sobretensión que deben de tener los equipos, determinando, a su vez, el valor límite máximo de tensión residual que deben permitir los diferentes dispositivos de protección de cada zona para evitar el posible daño de dichos equipos.

Se distinguen 4 categorías diferentes, indicando en cada caso el nivel de tensión soportada a impulsos, en kV, según la tensión nominal de la instalación. La onda de choque de las cuatro categorías es del tipo 1,2/50 ·s.

| **Tensión nominal instalación** | | **Tensión soportada a impulsos 1,2/50 (kV)** | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Sistemas III | Sistemas II | Categoría IV | Categoría III | Categoría II | Categoría I |
| 230/400 | 230 | 6 | 4 | 2,5 | 1,5 |
| 400/690 | | 8 | 6 | 4 | 2,5 |
| 1000 | | | | | |

Categoría I

Se aplica a los equipos muy sensibles a las sobretensiones y que están destinados a ser conectados a la instalación eléctrica fija (ordenadores, equipos electrónicos muy sensibles, etc). En este caso, las medidas de protección se toman fuera de los equipos a proteger, ya sea en la instalación fija o entre la instalación fija y los equipos, con objeto de limitar las sobretensiones a un nivel específico.

Categoría II

Se aplica a los equipos destinados a conectarse a una instalación eléctrica fija (electrodomésticos, herramientas portátiles y otros equipos similares).

Categoría III

Se aplica a los equipos y materiales que forman parte de la instalación eléctrica fija y a otros equipos para los cuales se requiere un alto nivel de fiabilidad (armarios de distribución, embarrados, aparamenta: interruptores, seccionadores, tomas de corriente, etc, canalizaciones y sus

VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA

accesorios: cables, caja de derivación, etc, motores con conexión eléctrica fija: ascensores, máquinas industriales, etc.

Categoría IV

Se aplica a los equipos y materiales que se conectan en el origen o muy próximos al origen de la instalación, aguas arriba del cuadro de distribución (contadores de energía, aparatos de telemedida, equipos principales de protección contra sobreintensidades, etc).

*Medidas para el Control de las Sobretensiones.*

Se pueden presentar dos situaciones diferentes:

- *Situación natural*: cuando no es preciso la protección contra las sobretensiones transitorias, pues se prevé un bajo riesgo de sobretensiones en la instalación (debido a que está alimentada por una red subterránea en su totalidad). En este caso se considera suficiente la resistencia a las sobretensiones de los equipos indicada en la tabla de categorías, y no se requiere ninguna protección suplementaria contra las sobretensiones transitorias.

- *Situación controlada*: cuando es preciso la protección contra las sobretensiones transitorias en el origen de la instalación, pues la instalación se alimenta por, o incluye, una línea aérea con conductores desnudos o aislados.

  También se considera situación controlada aquella situación natural en que es conveniente incluir dispositivos de protección para una mayor seguridad (continuidad de servicio, valor económico de los equipos, pérdidas irreparables, etc.).

Los dispositivos de protección contra sobretensiones de origen atmosférico deben seleccionarse de forma que su nivel de protección sea inferior a la tensión soportada a impulso de la categoría de los equipos y materiales que se prevé que se vayan a instalar.

Los descargadores se conectarán entre cada uno de los conductores, incluyendo el neutro o compensador y la tierra de la instalación.

*Selección de los Materiales en la Instalación.*

Los equipos y materiales deben escogerse de manera que su tensión soportada a impulsos no sea inferior a la tensión soportada prescrita en la tabla anterior, según su categoría.

Los equipos y materiales que tengan una tensión soportada a impulsos inferior a la indicada en la tabla, se pueden utilizar, no obstante:

- en situación natural, cuando el riesgo sea aceptable.
- en situación controlada, si la protección contra las sobretensiones es adecuada.

***INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA.***

*Generalidades*

La puesta a tierra se establece principalmente con objeto de limitar la tensión que, con respecto a tierra, puedan presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurar la actuación de las

VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA

protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en los materiales eléctricos utilizados.

*Puesta o Conexión a Tierra. Definición*

La puesta o conexión a tierra es la unión eléctrica directa, sin fusibles ni protección alguna, de una parte del circuito eléctrico o de una parte conductora no perteneciente al mismo mediante una toma de tierra con un electrodo o grupos de electrodos enterrados en el suelo.

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

*Uniones a Tierra*

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

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

- El valor de la resistencia de puesta a tierra esté conforme con las normas de protección y de funcionamiento de la instalación y se mantenga de esta manera a lo largo del tiempo, teniendo en cuenta los requisitos generales indicados en la ITC-BT-24 y los requisitos particulares de las Instrucciones Técnicas aplicables a cada instalación.
- Las corrientes de defecto a tierra y las corrientes de fuga puedan circular sin peligro, particularmente desde el punto de vista de solicitaciones térmicas, mecánicas y eléctricas.
- La solidez o la protección mecánica quede asegurada con independencia de las condiciones estimadas de influencias externas.
- Contemplen los posibles riesgos debidos a electrólisis que pudieran afectar a otras partes metálicas.

*Tomas de tierra.*

- Para la toma de tierra se pueden utilizar electrodos formados por:
- barras, tubos;
- pletinas, conductores desnudos;
- placas;
- anillos o mallas metálicas constituidos por los elementos anteriores o sus combinaciones;
- armaduras de hormigón enterradas; con excepción de las armaduras pretensadas;
- otras estructuras enterradas que se demuestre que son apropiadas.

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

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

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

Las canalizaciones metálicas de otros servicios (agua, líquidos, etc.) no deben ser utilizadas como

VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA

tomas de tierra por razones de seguridad.

*Conductores de tierra.*

La sección de los conductores de tierra tiene que satisfacer las prescripciones del apartado 3.4 de esta Instrucción y, cuando estén enterrados, deberán estar de acuerdo con los valores de la tabla 1. La sección no será inferior a la mínima exigida para los conductores de protección.

*Tabla 1. Secciones mínimas convencionales de los conductores de tierra*

| TIPO | Protegido mecánicamente | No protegido mecánicamente |
|---|---|---|
| Protegido contra la corrosión* | Según apartado 3.4 | 16 $mm^2$ Cobre<br>16 $mm^2$ Acero Galvanizado |
| No protegido contra la corrosión | 25 $mm^2$ Cobre<br>50 $mm^2$ Hierro | |
| * La protección contra la corrosión puede obtenerse mediante una envolvente | | |

Durante la ejecución de las uniones entre conductores de tierra y electrodos de tierra debe extremarse el cuidado para que resulten eléctricamente correctas.

Debe cuidarse, en especial, que las conexiones, no dañen ni a los conductores ni a los electrodos de tierra.

*Bornes de puesta a tierra.*

En toda instalación de puesta a tierra debe preverse un borne principal de tierra, al cual deben unirse los conductores siguientes:

- Los conductores de tierra.
- Los conductores de protección.
- Los conductores de unión equipotencial principal.
- Los conductores de puesta a tierra funcional, si son necesarios.

Debe preverse sobre los conductores de tierra y en lugar accesible, un dispositivo que permita medir la resistencia de la toma de tierra correspondiente. Este dispositivo puede estar combinado con el borne principal de tierra, debe ser desmontable necesariamente por medio de un útil, tiene que ser mecánicamente seguro y debe asegurar la continuidad eléctrica.

*Conductores de protección.*

Sirven para unir eléctricamente las masas de una instalación a ciertos elementos con el fin de asegurar la protección contra contactos indirectos.

En el circuito de conexión a tierra, los conductores de protección unirán las masas al conductor de tierra.

En otros casos reciben igualmente el nombre de conductores de protección, aquellos conductores que unen las masas:

VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA

- al neutro de la red,
- a un relé de protección.

La sección de los conductores de protección será la indicada en la tabla 2, o se obtendrá por cálculo conforme a lo indicado en la Norma **UNE 20.460-5-54** apartado 543.1.1.

*Tabla 2. Relación entre las secciones de los conductores de protección y los de fase*

| **Sección de los conductores de fase de la instalación S ($mm^2$)** | **Sección mínima de los conductores de protección $S_p$ ($mm^2$)** |
|---|---|
| S ≤ 16 | Sp = S |
| 16 < S ≤ 35 | Sp = 16 |
| S > 35 | Sp = S/2 |

Si la aplicación de la tabla conduce a valores no normalizados, se han de utilizar conductores que tengan la sección normalizada superior más próxima.

Los valores de la tabla 2 solo son válidos en el caso de que los conductores de protección hayan sido fabricados del mismo material que los conductores activos; de no ser así, las secciones de los conductores de protección se determinarán de forma que presenten una conductibilidad equivalente a la que resulta aplicando la tabla 2.

En todos los casos los conductores de protección que no forman parte de la canalización de alimentación serán de cobre con una sección, al menos de:

- 2,5 mm², si los conductores de protección disponen de una protección mecánica.
- 4 mm², si los conductores de protección no disponen de una protección mecánica.

Cuando el conductor de protección sea común a varios circuitos, la sección de ese conductor debe dimensionarse en función de la mayor sección de los conductores de fase.

Como conductores de protección pueden utilizarse:

- conductores en los cables multiconductores, o
- conductores aislados o desnudos que posean una envolvente común con los conductores activos, o
- conductores separados desnudos o aislados.
- Cuando la instalación consta de partes de envolventes de conjuntos montadas en fábrica o de canalizaciones prefabricadas con envolvente metálica, estas envolventes pueden ser utilizadas como conductores de protección si satisfacen, simultáneamente, las tres condiciones siguientes:
    a) Su continuidad eléctrica debe ser tal que no resulte afectada por deterioros mecánicos, químicos o electroquímicos.
    b) Su conductibilidad debe ser, como mínimo, igual a la que resulta por la aplicación del presente apartado.
    c) Deben permitir la conexión de otros conductores de protección en toda derivación

predeterminada.

La cubierta exterior de los cables con aislamiento mineral, puede utilizarse como conductor de protección de los circuitos correspondientes, si satisfacen simultáneamente las condiciones a) y b) anteriores. Otros conductos (agua, gas u otros tipos) o estructuras metálicas, no pueden utilizarse como conductores de protección (CP ó CPN).

Los conductores de protección deben estar convenientemente protegidos contra deterioros mecánicos, químicos y electroquímicos y contra los esfuerzos electrodinámicos.

Las conexiones deben ser accesibles para la verificación y ensayos, excepto en el caso de las efectuadas en cajas selladas con material de relleno o en cajas no desmontables con juntas estancas.

Ningún aparato deberá ser intercalado en el conductor de protección, aunque para los ensayos podrán utilizarse conexiones desmontables mediante útiles adecuados.

Las masas de los equipos a unir con los conductores de protección no deben ser conectadas en serie en un circuito de protección, con excepción de las envolventes montadas en fábrica o canalizaciones prefabricadas mencionadas anteriormente.

Puesta a Tierra por Razones de Protección.

Para las medidas de protección en los esquemas TN, TT e IT, ver la ITC-BT 24.

Cuando se utilicen dispositivos de protección contra sobreintensidades para la protección contra el choque eléctrico, será preceptiva la incorporación del conductor de protección en la misma canalización que los conductores activos o en su proximidad inmediata.

*Tomas de tierra y conductores de protección para dispositivos de control de tensión de defecto.*

La toma de tierra auxiliar del dispositivo debe ser eléctricamente independiente de todos los elementos metálicos puestos a tierra, tales como elementos de construcciones metálicas, conducciones metálicas, cubiertas metálicas de cables. Esta condición se considera como cumplida si la toma de tierra auxiliar se instala a una distancia especificada de todo elemento metálico puesto a tierra, tal que quede fuera de la zona de influencia de la puesta a tierra principal.

La unión a esta toma de tierra debe estar aislada, con el fin de evitar todo contacto con el conductor de protección o cualquier elemento que pueda estar conectado a él.

El conductor de protección no debe estar unido más que a las masas de aquellos equipos eléctricos cuya alimentación pueda ser interrumpida cuando el dispositivo de protección funcione en las condiciones de defecto.

*Puesta a Tierra por Razones Funcionales.*

Las puestas a tierra por razones funcionales deben ser realizadas de forma que aseguren el funcionamiento correcto del equipo y permitan un funcionamiento correcto y fiable de la instalación.

*Puesta a Tierra por Razones Combinadas de Protección y Funcionales.*

Cuando la puesta a tierra sea necesaria a la vez por razones de protección y funcionales, prevalecerán las prescripciones de las medidas de protección.

*Conductores de Equipotencialidad.*

VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA

VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA

El conductor principal de equipotencialidad debe tener una sección no inferior a la mitad de la del conductor de protección de sección mayor de la instalación, con un mínimo de 6 mm². Sin embargo, su sección puede ser reducida a 2,5 mm², si es de cobre.

Si el conductor suplementario de equipotencialidad uniera una masa a un elemento conductor, su sección no será inferior a la mitad de la del conductor de protección unido a esta masa.

La unión de equipotencialidad suplementaria puede estar asegurada, bien por elementos conductores no desmontables, tales como estructuras metálicas no desmontables, bien por conductores suplementarios, o por combinación de los dos.

*Resistencia de las Tomas de Tierra.*

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

Este valor de resistencia de tierra será tal que cualquier masa no pueda dar lugar a tensiones de contacto superiores a:

- 24 V en local o emplazamiento conductor
- 50 V en los demás casos.

Si las condiciones de la instalación son tales que pueden dar lugar a tensiones de contacto superiores a los valores señalados anteriormente, se asegurará la rápida eliminación de la falta mediante dispositivos de corte adecuados a la corriente de servicio.

La resistencia de un electrodo depende de sus dimensiones, de su forma y de la resistividad del terreno en el que se establece. Esta resistividad varía frecuentemente de un punto a otro del terreno, y varía también con la profundidad.

*Tabla 5. Fórmulas para estimar la resistencia de tierra en función de la resistividad del terreno y las características del electrodo*

| **Electrodo** | **Resistencia de Tierra Ohm** |
|---|---|
| Placa enterrada | $R = 0,8\rho / P$ |
| Pica vertical | $R = \rho / L$ |
| Conductor enterrado horizontalmente | $R = 2\rho / L$ |
| $\rho$, resistividad del terreno (Ohm.m) P, perímetro de la placa (m) | |

*Tomas de Tierra Independientes.*

Se considerará independiente una toma de tierra respecto a otra, cuando una de las tomas de tierra, no alcance, respecto a un punto de potencial cero, una tensión superior a 50 V cuando por la otra circula la máxima corriente de defecto a tierra prevista.

*Separación entre las Tomas de Tierra de las Masas de las Instalaciones de Utilización y de las Masas de un Centro de Transformación.*

VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA

Se verificará que las masas puestas a tierra en una instalación de utilización, así como los conductores de protección asociados a estas masas o a los relés de protección de masa, no están unidas a la toma de tierra de las masas de un centro de transformación, para evitar que durante la evacuación de un defecto a tierra en el centro de transformación, las masas de la instalación de utilización puedan quedar sometidas a tensiones de contacto peligrosas. Si no se hace el control de independencia como se indica en el punto "tomas de tierra independientes", entre las puesta a tierra de las masas de las instalaciones de utilización respecto a la puesta a tierra de protección o masas del centro de transformación, se considerará que las tomas de tierra son eléctricamente independientes cuando se cumplan todas y cada una de las condiciones siguientes:

a) No exista canalización metálica conductora (cubierta metálica de cable no aislada especialmente, canalización de agua, gas, etc.) que una la zona de tierras del centro de transformación con la zona en donde se encuentran los aparatos de utilización.
b) La distancia entre las tomas de tierra del centro de transformación y las tomas de tierra u otros elementos conductores enterrados en los locales de utilización es al menos igual a 15 metros para terrenos cuya resistividad no sea elevada (<100 Ω·m). Cuando el terreno sea muy mal conductor, la distancia se calculará, aplicando la fórmula:

$$D = \frac{\rho I_d}{2\pi U}$$

siendo:

D: distancia entre electrodos, en metros

ρ : resistividad media del terreno en ·.metro

$I_d$ : intensidad de defecto a tierra, en amperios, para el lado de alta tensión, que será facilitado por la empresa eléctrica.

U: 1.200 V para sistemas de distribución TT, siempre que el tiempo de eliminación del defecto en la instalación de alta tensión sea menor o igual a 5 segundos y 250 V, en caso contrario. Para redes TN, U será inferior a dos veces la tensión de contacto máxima admisible de la instalación definida en el punto 1.1 de la MIE-RAT 13 del Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantía de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación.

c) El centro de transformación está situado en un recinto aislado de los locales de utilización o bien, si esta contiguo a los locales de utilización o en el interior de los mismos, está establecido de tal manera que sus elementos metálicos no están unidos eléctricamente a los elementos metálicos constructivos de los locales de utilización.

Sólo se podrán unir la puesta a tierra de la instalación de utilización (edificio) y la puesta a tierra de protección (masas) del centro de transformación, si el valor de la resistencia de puesta a tierra única es lo suficientemente baja para que se cumpla que en el caso de evacuar el máximo valor previsto de la corriente de defecto a tierra (Id) en el centro de transformación, el valor de la tensión de defecto (Vd = Id * Rt) sea menor que la tensión de contacto máximo aplicada, definida en el punto 1.1 de la MIE-RAT 13 del Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantía de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación.

*Revisión de las Tomas de Tierra.*

Por la importancia que ofrece, desde el punto de vista de la seguridad cualquier instalación de toma de tierra, deberá ser obligatoriamente comprobada por el Director de la Obra o Instalador Autorizado en el momento de dar de alta la instalación para su puesta en marcha o en funcionamiento.

Personal técnicamente competente efectuará la comprobación de la instalación de puesta a

VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA

tierra, al menos anualmente, en la época en la que el terreno esté mas seco. Para ello, se medirá la resistencia de tierra, y se repararán con carácter urgente los defectos que se encuentren.

En los lugares en que el terreno no sea favorable a la buena conservación de los electrodos, éstos y los conductores de enlace entre ellos hasta el punto de puesta a tierra, se pondrán al descubierto para su examen, al menos una vez cada cinco años.

*Específicas.*

Las centrales de instalaciones generadoras deberán estar provistas de sistemas de puesta a tierra que, en todo momento, aseguren que las tensiones que se puedan presentar en las masas metálicas de la instalación no superen los valores establecidos en la MIE-RAT 13 del Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación.

Los sistemas de puesta a tierra de las centrales de instalaciones generadoras deberán tener las condiciones técnicas adecuadas para que no se produzcan transferencias de defectos a la Red de Distribución Pública ni a las instalaciones privadas, cualquiera que sea su funcionamiento respecto a ésta: aisladas, asistidas o interconectadas.

***Características de la puesta a tierra según el funcionamiento de la instalación generadora respecto a la Red de Distribución Pública.***

*Instalaciones generadoras aisladas conectadas a instalaciones receptoras que son alimentadas de forma exclusiva por dichos grupos.*

La red de tierras de la instalación conectada a la generación será independiente de cualquier otra red de tierras. Se considerará que las redes de tierra son independientes cuando el paso de la corriente máxima de defecto por una de ellas, no provoca en la otra diferencias de tensión, respecto a la tierra de referencia, superiores a 50 V.

En las instalaciones de este tipo se realizará la puesta a tierra del neutro del generador y de las masas de la instalación conforme a uno de los sistemas recogidos en la ITC-BT 08.

Cuando el generador no tenga el neutro accesible, se podrá poner a tierra el sistema mediante un transformador trifásico en estrella, utilizable para otras funciones auxiliares.

En el caso de que trabajen varios generadores en paralelo, se deberá conectar a tierra, en un solo punto, la unión de los neutros de los generadores.

En nuestro caso se utilizará el esquema TT, el cual tiene el neutro conectado directamente a tierra y las masas de la instalación conectadas a una toma de tierra separada de la toma de tierra de la alimentación.

Todos los seguidores solares se conectarán a un punto común. Este punto será el neutro del centro de transformación.

***ZANJAS Y CANALIZACIONES***

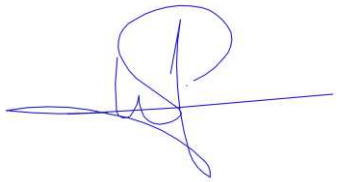
*Tendido de cables*

Este punto ha sido tratado en la Memoria correspondiente a la Obra Civil, así como en el apartado correspondiente al cumplimiento de las distintas reglamentaciones.

*Cableado*

Idem punto anterior

Granada, a diciembre de 2.017
El Ingeniero Técnico Industrial



José Antonio Pérez Hidalgo
Colegiado num. 1.087
Colegio Oficial de Peritos e Ingenieros
Técnicos Industriales de Granada

VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS
TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA

VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN

1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO

COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS
TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA

# ANEXO II: CUMPLIMIENTO DE LAS NORMAS PARTICULARES DE ENDESA

VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA

**CUMPLIMIENTO DEL CAPÍTULO IV "CENTROS DE TRANSFORMACIÓN, SECCIONAMIENTO Y ENTREGA" DE LAS NORMAS PARTICULARES Y CONDICIONES TÉCNICAS Y DE SEGURIDAD DE ENDESA**.

***CENTROS DE TRANSFORMACIÓN***

Cada inversor de la instalación es un "todo en uno", es decir, lleva los equipamientos propios del inversor y además, lleva un centro de transformación que cumplirá con la normativa específica de Endesa Distribución.

***ACCESOS***

El Centro de Seccionamiento, desde donde se realizará la conexión con la línea aérea de media tensión, llevará el equipo de medida. Este centro de seccionamiento será accesible desde la vía pública, a la misma cota que el vial, tal y como indican las normas particulares.

Además de lo mencionado anteriormente, el centro de seccionamiento cumplirá con todas las especificaciones del capítulo 4 de las Normas Particulares y Condiciones Técnicas y de Seguridad de Endesa.

**CUMPLIMIENTO DEL CAPÍTULO VIII "INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS BT" DE LAS NORMAS PARTICULARES Y CONDICIONES TÉCNICAS Y DE SEGURIDAD DE SEVILLANA - ENDESA**.

***PUNTO DE CONEXIÓN DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA***

La instalación fotovoltaica se conectará directamente a la red de distribución en MT de ENDESA en el llamado "punto de conexión", que será determinado por el Técnico de ENDESA, procurando que sea el más cercano posible al lugar de la ubicación de dicha instalación; si bien deben cumplirse en todo caso las siguientes condiciones:

- La suma de las potencias de las instalaciones en régimen especial conectadas a una línea de baja tensión no podrá superar la mitad de la capacidad de transporte de dicha línea en el punto de conexión. Si el punto de conexión está en un centro de transformación, la suma de las potencias conectadas a ese centro no podrá superar la mitad de la capacidad de transformación. En redes trifásicas 3x220/127 V, no se podrán conectar instalaciones fotovoltaicas de potencia nominal superior a 60 kW y, en estos casos, toda la instalación deberá estar preparada para un funcionamiento futuro a 3x400/230 V.
- La variación de tensión en su propio punto de conexión, provocada por la conexión y desconexión de la instalación fotovoltaica, no podrá ser superior al 5%. Además, no deberá provocar, en ningún usuario de los conectados a la red, la superación del límite reglamentario del +/- 7% en su instalación respectiva.
- Si la potencia nominal de la instalación fotovoltaica es superior a 5 KW, su conexión a la red será trifásica, bien sea mediante inversores monofásicos de hasta 5 KW a las diferentes fases, o directamente mediante un inversor trifásico.

VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO

***INSTALACIÓN DE ENLACE CON LA RED DE ENDESA***

Además de los elementos y protecciones que pueda tener la propia instalación fotovoltaica y sus equipos anejos (inversor, etc.), la instalación eléctrica que una la instalación fotovoltaica con la red de Endesa debe tener los siguientes elementos:

*Separación galvánica*

La instalación debe disponer de una separación galvánica entre la red de distribución de ENDESA y la instalación fotovoltaica por medio de un transformador de seguridad que cumpla la Norma UNE 60742. Esta separación galvánica, en nuestro caso, está incluidos en los inversores.

*Cuadro de salida*

Este cuadro estará ubicado en la salida de la instalación fotovoltaica, en lugar accesible a la empresa distribuidora, antes de la medida, y contará con los siguientes elementos:

- Interruptor general manual: interruptor magnetotérmico omnipolar con intensidad de cortocircuito de 6 KA. Este interruptor será accesible a Endesa en todo momento, con objeto de poder realizar la desconexión manual. Asimismo, este interruptor deberá poder ser bloqueado por Endesa en su posición de abierto, a fin de garantizar la desconexión de la instalación fotovoltaica en caso necesario.
- Interruptor automático diferencial: Con las características adecuadas para proteger a las personas en el caso de derivación de algún elemento.
- Interruptor automático de la interconexión: interruptor omnipolar para la desconexión-conexión automática de la instalación fotovoltaica en caso de pérdida de tensión o frecuencia nominales de la red, accionado por relés de máxima y mínima tensión (1,1 y 0,85 Um, respectivamente) y de máxima y mínima frecuencia (51 y 49 Hz, respectivamente). Estas protecciones, una vez comprobadas, deben quedar precintadas por Endesa; y, por su parte, el rearme del sistema de conmutación y, por tanto, de la conexión con la red de BT de la instalación fotovoltaica, será automático una vez restablecida la tensión por Endesa.

NOTA: Este interruptor puede ser eliminado en el caso de que las protecciones de frecuencia y tensión estén integradas en el inversor y el titular aporte las certificaciones especificadas en el artículo 11 Aptdo. 7 del RD 1663/2000.

*Elementos de medida*

Cuando existan consumos eléctricos en el mismo emplazamiento que la instalación fotovoltaica, éstos se situarán en circuitos independientes de los circuitos eléctricos de dicha instalación fotovoltaica y de sus equipos de medida. La medida de tales consumos se realizará con equipos propios e independientes, que servirán de base para su facturación.

Los elementos de medida estarán ubicados en los siguientes módulos:

***Módulodesalida:***

Contiene el conjunto de elementos para la medida de la energía neta producida por la instalación fotovoltaica.

VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA

Este módulo se instalará a la salida de la instalación fotovoltaica, lo más cerca posible de la acometida y se encontrará debidamente identificado. El módulo de salida no estará dotado en ningún caso de fusibles.

Este módulo será de tipo armario para su instalación en intemperie o de doble aislamiento para su instalación en interior, Ambos cumplirán lo especificado para ellos en la Norma ENDESA NNL007 y serán precintables.

El contador de energía neta fotovoltaica producida tendrá la capacidad de medir en ambos sentidos o, en su defecto, se conectarán en el propio módulo de salida dos contadores en serie, uno en cada sentido.

En el caso de la instalación con 2 contadores, éstos deberán estar debidamente identificados y marcados con adhesivos, con las leyendas que se exponen a continuación. Los rótulos deberán verse a través de la mirilla de la envolvente. Las inscripciones serán las siguientes:

- Contador que mide la energía que sale de la instalación fotovoltaica: "Salida".
- Contador que mide la energía que consume la instalación fotovoltaica: "Entrada".

El equipo de medida de la instalación fotovoltaica estará compuesto por los siguientes elementos:

**50 KW < Pn ≤ 100 KW:**

- Embarrado (3 fases y neutro).
- 3 Transformadores de intensidad.
- Regleta de verificación.
- 1 Contador estático trifásico multifunción, de clase 2 ó mejor en energía activa, con aplicaciones bidireccional, reactiva y cambio automático de tarifas.
- Envolvente que cumplirá con la Norma ENDESA NNL005. Como resumen se recoge la Tabla siguiente:

| POTENCIA NOMINAL INSTALACIÓN | MÓDULO DE SALIDA |
|---|---|
| **50 < Pn ≤ 100 kW** | **NNL005** |

En cualquiera de los casos anteriores, las características del equipo de medida serán tales que la intensidad correspondiente a la potencia nominal de la instalación fotovoltaica (suma de la potencia de los inversores que intervienen en todas las fases de la instalación en condiciones nominales de funcionamiento) se encuentre entre el 50% de la intensidad nominal y la intensidad máxima de precisión del equipo de medida.

El módulo de salida debe ir precintado por ENDESA.

VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA

***Módulo de entrada:***

Contiene el conjunto de elementos para la medida, en su caso, del consumo del suministro que pudiera haber en el mismo emplazamiento de la instalación fotovoltaica, distinto del consumo de los propios servicios auxiliares que pudiera tener la instalación fotovoltaica propiamente dicha.

Este módulo se ubicará a la entrada del consumo, lo más cerca posible de la acometida y estará debidamente identificado. El módulo de entrada no estará dotado de fusibles por realizarse la medida de forma indirecta.

El equipo de medida de los puntos de consumo debe estar compuesto por los siguientes elementos:

**Suministro trifásico > 50 kW:**

- Embarrado (3 fases y neutro).
- 3 Transformadores de intensidad.
- Regleta de verificación.
- 1 Contador estático multifunción ó
- 1 Contador de activa trifásico + 1 Contador de reactiva + Reloj de cambio de tarifas.
- Envolvente que cumplirá con la Norma ENDESA NNL005, pudiéndose ejecutar en armarios o en módulos de doble aislamiento, en función de que el montaje sea en intemperie o en interior.

Todos los módulos deberán estar precintados por la empresa distribuidora. Como resumen se recoge la Tabla siguiente:

| TIPO DE SUMINISTRO | MÓDULO DE |
|---|---|
| Trifásico > 50 kW | NNL005 |

*Caja de conexión o de embarrado*

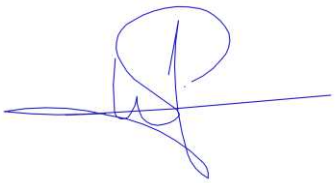
Para potencias de consumo en B.T. superiores a 15 kW, o potencias de generación superiores a 5 kW, la conexión entre la línea general, el módulo de salida y el módulo de entrada, se efectuará en una caja que responderá con lo que se especifica a continuación.

- Las conexiones de entrada se efectuarán mediante terminales de pala, (de hasta 95 mm²) que serán bimetálicos. La caja de conexión dispondrá de 3 terminales por fase y su intensidad asignada será de 160 A.
- Los puntos de conexión de los conductores estarán provistos de un tornillo, colocado con el vástago roscado hacia la parte anterior de la caja.
- Los dispositivos que se empleen para sujetar los conductores, no deberán emplearse para sujetar otros elementos.
- La distancia mínima entre los extremos de las pletinas de conexión y la parte más próxima de la caja, medida en vertical, será como mínimo de 150 mm.
- Esta caja deberá ser precintada por la empresa distribuidora.

*Caja General de Protección*

Será de utilización a la entrada de la red general, en el caso de que exista caja de conexión o centralización de contadores. Cumplirá con las características que se relacionan en la Norma ONSE 33.70-05G y los esquemas serán los indicados como CGP – 160 en el citado Capítulo VIII y la guía de aplicación para instalaciones de BT en agrupaciones de instalaciones fotovoltaicas generadoras, de potencias unitarias no superiores a 100 kW, con límite máximo de 1.890 kW.

Granada, a Diciembre de 2.017
El Ingeniero Técnico Industrial



José Antonio Pérez Hidalgo
Colegiado num. 1.087
Colegio Oficial de Peritos e Ingenieros
Técnicos Industriales de Granada

VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS
TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA

VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN

1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO

COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS
TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA

# ANEXO III: CÁLCULO ESTRUCTURA SUSTENTACIÓN PANELES FOTOVOLTAICOS

VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN

1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO

COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA

Engineering & Solar Supports

# MEMORIA DESCRIPTIVA DE CÁLCULO ESTRUCTURAL DE MESA DE ALUMINIO ALEACIÓN EN AW-6005A T6. PARA LA FIJACIÓN DE MÓDULOS FOTOVOLTAICOS UBICADOS SOBRE EL TERRENO

VILLANUEVA DE LA SERENA. Badajoz.

MAYO 2017

# ÍNDICE

A) Objeto de la memoria justificativa
B) Normativa de aplicación
C) Materiales
D) Acciones adoptadas en cálculo
E) Sistema de cálculo de la estructura
F) Dimensionamiento

VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA

VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA

## A.- OBJETO DE LA MEMORIA JUSTIFICATIVA

El siguiente documento de comprobación tiene como finalidad reflejar el procedimiento de cálculo seguido en la comprobación de las estructuras de aluminio utilizadas para la fijación de módulos FV de dimensiones 1638x995x40mm con un peso por panel de 19,00 Kg.

Todas las estructuras son de aluminio aleación EN AW-6005A T6 : Aluminio-Magnesio-Silicio con tratamiento T6. Los accesorios de dichas estructuras están realizados también con aluminio aleación EN AW-6005A T6. La tornillería en su totalidad es Acero Inoxidable tipo A2.

## B.- NORMATIVA DE APLICACIÓN

- **CTE-DB-SE-AE:** Seguridad Estructural; Acciones en la edificación. –
- **CTE-DB-SE-A:** Seguridad Estructural; Acero.
- **UNE-ENV 1999-1-1:** Proyecto de estructuras de aluminio.
- **UNE-ENV 1991-2-4:** Acciones en estructuras. Acciones del viento.
- **UNE-ENV 1991-2-3:** Acciones en estructuras. Cargas de Nieve.

## C.- MATERIALES

### ESTRUCTURA DE ALUMINIO

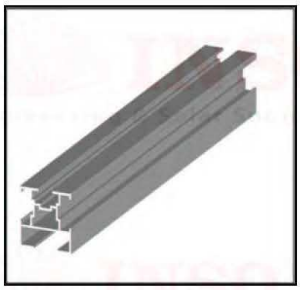
Las características consideradas en el cálculo del aluminio han sido las siguientes:

- Límite elástico ..... $\sigma$ = 275 MPa
- Módulo de deformación longitudinal ..... E = 70.000 MPa
- Módulo de deformación transversal ..... G = 27.000 MPa
- Coeficiente de Poisson..... v = 0,30

El coeficiente parcial de seguridad relativo a la plastificación del material, prescrito por el Eurocódigo 9, es $\gamma$ = 1,10.

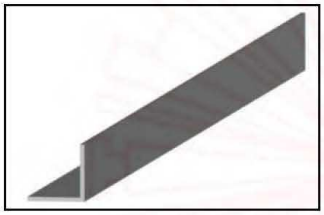
La perfilería utilizada para realizar las distintas estructuras es el siguiente:

- ***ESTRUCTURAS 1 FILA DE MÓDULOS EN CUBIERTA PLANA. DISPOSICIÓN DE MÓDULOS EN VERTICAL.***



| Propiedades Perfil S-7400. Perfil fijación módulos | |
|---|---|
| Área de la sección Transversal (Cm2) | 3,60 |
| Peso Teórico (Kg/m) | 0,973 |
| Ix (Cm4) | 6,82 |
| Iy (Cm4) | 9,37 |

| Propiedades Perfil S-7511. Perfil para diagonal del bastidor. | |
|---|---|
| Área de la sección Transversal (Cm2) | 2,49 |
| Peso Teórico (Kg/m) | 0,673 |
| Ix (Cm4) | 5,78 |
| Iy (Cm4) | 0,72 |



| Propiedades Perfil apoyo y rastrel diagonal bastidor. S-7512. | |
|---|---|
| Área de la sección Transversal (Cm2) | 2,31 |
| Peso Teórico (Kg/m) | 0,647 |
| Ix (Cm4) | 1,45 |
| Iy (Cm4) | 5,72 |



VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA

## D.- ACCIONES ADOPTADAS EN EL CÁLCULO

Para el establecimiento de las bases de cálculo, se han tenido en consideración los distintos capítulos de la del nuevo Código Técnico de la Edificación, documento SE-AE, "Seguridad Estructural; Acciones en la Edificación". Los valores adoptados han sido los siguientes:

### CONCARGA

**Peso propio:**

Para la estructura de aluminio, el correspondiente al peso específico del material multiplicado por la sección del mismo.

**Carga muerta:**

La carga muerta se corresponde con aquellas cargas permanentes que gravitan sobre la estructura además del peso propio, en nuestro caso, el peso de los paneles.

Dimensiones: 1638x995x40 mm. Área: 1,63 m2.

Peso: 19 Kg.

Peso de panel Kg/m2 = 11,65 Kg/m2.

**Qp = 0,12 KN/m2.**

### VIENTO

Acción del viento.

Qe = Qb*Ce*Cp.

**Qb** -Velocidad básica del viento para Alcalá la Real-→ Zona A = **0,42 KN/m2**.

Ce -Coeficiente de exposición.

Grado de aspereza: III. Altura del punto considerado entre 7,50 m.

**Ce= 2,15.**



VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA

**Cp**. Coeficiente de presión exterior.

Te toman los valores correspondientes a la tabla D.8→Marquesinas a un agua, pendiente de la cubierta (módulo FV) α = 30º del DB-SE-AE del C.T.E.

Valor característico a **presión: 2,2** (0≤ρ≤1)

Valor característico a **succión: -1,5** (ρ=1).

La acción del viento se obtendrá aplicando dichos valores antes obtenidos..

La acción de viento, en general una fuerza perpendicular a la superficie de cada punto expuesto, **Qe** puede expresarse como:

$$Qe = Qb \cdot Ce \cdot Cp$$

siendo:

Qb: la presión dinámica del viento.

Ce : el coeficiente de exposición.

Cp : el coeficiente eólico o de presión.

Por lo que la acción del viento tendrá dos valores

**Qep** = 0,42*2,15*2,2 = **1,9866 KN/m2**. (acción del viento a presión)

**Qes**= 0,42*2,15*-1,5 = -**1,3545 KN/m2**. (El valor negativo implica acción del viento a succión).

**NIEVE**

Carga de nieve.

Altitud sobre el nivel de mar de Alcalá la Real (≈ 1000 m).--> Zona 6 según figura E.2 del DB-SE-AE. Del C.T.E. → Sobrecarga de nieve en un terreno horizontal: 1,20 KN/m2.

Por lo que la carga de nieve será: **Qn= 1,20 KN/m2.**



VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA

Teniendo en cuenta el área de influencia de los paneles es de ≈ 0,819 m en los perfiles encargados de fijar el panel, las solicitaciones en dichos perfiles resultarán:

**CONCARGA**

Perfiles portadores de módulos FV: **12 *0,819 ≈ 9,828 Kg/m = 0.010 Tn/ m.**

**VIENTO**

a) A presión:

Perfiles portadores de módulos FV: **19866*0,819*sen (30º) ≈ 81,00 kg/m ≈ 0,081 Tn/m.**

b) A succión:

Perfiles portadores de módulos FV: **-13545*0,819*sen (30º) ≈ -55,00 kg/m ≈-0,055 Tn/ m.**

**NIEVE**

Perfiles portadores de módulos FV: **120*0,819 = 98,28 Kg/m ≈ 0,098 Tn/ m.**


INSO-Avda. Vegas Altas,195 - tlef.924849688 - Fax.924847675 - 06700 - Villanueva de la Serena (Badajoz)
E-mail: insofot@insofot.es - www.insofot.es

VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA

VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA

## E.- SISTEMA DE CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA

Los cálculos se realizarán de forma que se garantice un adecuado comportamiento de la estructura frente a **Estados Límites Últimos** (ELU) y de **Servicio** (ELS) con el grado de seguridad fijado por la normativa de cargas y de cálculo aplicable en cada caso.

El análisis de las solicitaciones en la estructura metálica se ha realizado mediante el programa **CYPECAD METAL 3D** de la empresa **CYPE INGENIEROS S. A.**. El análisis se realiza mediante un cálculo espacial en 3D, por métodos matriciales de rigidez, formando las barras los elementos que definen la estructura. Se establece la compatibilidad de deformaciones en todos los nudos, considerando 6 grados de libertad. Mediante este programa se obtienen, para las distintas hipótesis de carga definidas por el usuario, los desplazamientos de los nudos, y los esfuerzos en las barras que forman la estructura.

Para todos los estados de carga definidos, tanto para las cargas gravitatorias, (permanentes y sobrecarga de nieve), como para las cargas de viento, se realiza un cálculo estático y se supone un comportamiento lineal de los materiales, (cálculo de primer orden) para obtener desplazamientos y esfuerzos. El programa empleado permite la obtención de esfuerzos y comprobación de la perfilería adoptada de una forma integrada frente a las distintas hipótesis de carga definidas.

En los anejos del presente informe se recogen los listados de entrada de datos y salida de resultados de los distintos cálculos realizados.

### 5.1.- COMBINACIONES DE CÁLCULO

Para el cálculo de la estructura, se han considerado las siguientes combinaciones de las acciones en **Estados Límites Últimos** especificadas en el Documento Básico del Código Técnico, SE-1, Seguridad Estructural, Resistencia y Estabilidad. para un nivel de ejecución **normal.**

## F.- DIMENSIONAMIENTO

Se admite que la seguridad de una estructura es aceptable cuando mediante una serie de cálculos y sometiendo la estructura a las acciones ponderadas definidas previamente, en la combinación que resulta más desfavorable, se comprueba que esta, en su conjunto, y cada uno de sus elementos son estáticamente estables y que las tensiones calculadas no sobrepasan la correspondiente condición de agotamiento.

La comprobación de la estabilidad estática y elástica, y el cálculo de las tensiones se realizan por los métodos establecidos en las Normas, basados en la mecánica y, en general, en la teoría de la elasticidad, que en alguna ocasión admiten de un modo implícito la existencia de estados tensionales plásticos locales.

Para las estructuras de aluminio se han utilizado los coeficientes de ponderación prescritos por **DB-SE-AE**, cuyo valor depende de las hipótesis de carga, la clase de acción y el efecto favorable o desfavorable de la acción sobre la estabilidad o las tensiones, al igual que los valores dispuestos en la norma **UNE-ENV 1999-1-1.**

A efectos de aplicación de los coeficientes de ponderación, las cargas se clasifican en dos grupos: constantes y variables. Se consideran como cargas o "acciones constantes" las que actúan o pueden actuar en todo momento o durante largo período de tiempo con valor fijo en posición y magnitud. Se incluyen en este tipo el peso propio y las cargas muerta.

Son "acciones variables" aquéllas cuyo valor puede variar en posición y/o magnitud a lo largo del tiempo. Se consideran en este grupo las sobrecargas de nieve, uso, viento y las acciones sísmicas.

Las combinaciones de estas hipótesis, consideradas para el cálculo, son las siguientes:



VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA

CASO I: Acciones constantes y combinación de dos acciones variables independientes.

CASO II: Acciones constantes y combinación de tres acciones variables independientes.

CASO III: Acciones constantes y combinación de acciones variables independientes, incluso las acciones sísmicas.

A los efectos de verificar las condiciones de deformabilidad se someterá la estructura a las acciones características en la combinación que resulte más desfavorable. Se admite que la deformación de una estructura es aceptable cuando, mediante cálculos realizados por los métodos descritos en el apartado anterior, y sometiendo la estructura a las acciones características, en la combinación más desfavorable, se comprueba que las deformaciones calculadas no sobrepasan los límites prescritos.

VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA

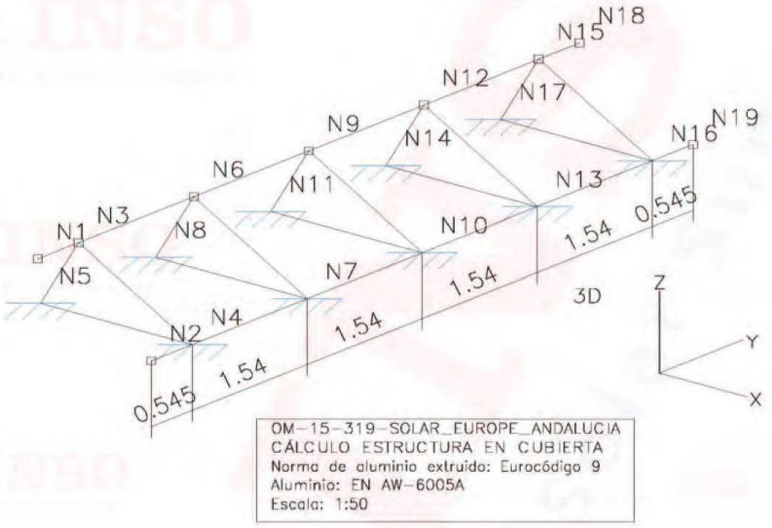
VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO

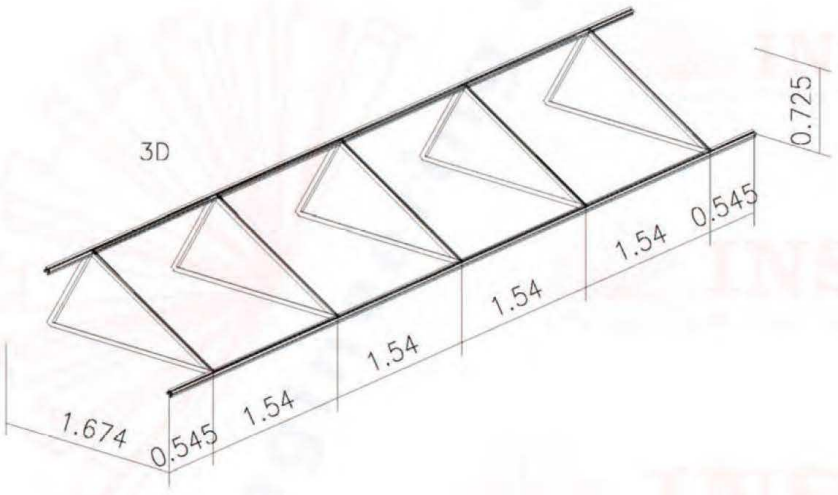
## G. CÁLCULO Y COMPROBACIÓN

### 1. MESA DE 1 FILA POR 7 COLUMNAS DE MÓDULOS.

Para el cálculo de la estructura se ha realizado utilizando la estructura de **1x7 módulos**, constituida por 5 bastidores separados entre sí las distancias marcadas en la imagen adjunta y ubicada más a la izquierda de la planta fotovoltaica:

Esquema de la mesa.



VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA

## ÍNDICE

**1.- DATOS DE OBRA** 13
**1.1.- Normas consideradas** 13
**1.2.- Estados límite** 13
1.2.1.- Situaciones de proyecto 13
1.2.2.- Combinaciones 14
**1.3.- Sismo** 16
1.3.1.- Datos generales de sismo 16

**2.- ESTRUCTURA** 16
**2.1.- Geometría** 16
2.1.1.- Nudos 16
2.1.2.- Barras 17
**2.2.- Cargas** 19
2.2.1.- Barras 19
**2.3.- Resultados** 21
2.3.1.- Nudos 21
2.3.2.- Barras 23
2.3.3.- Sismo 35

VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA

# Listados

CÁLCULO ESTRUCTURA EN CUBIERTA

## 1.- DATOS DE OBRA

### 1.1.- Normas consideradas

Aluminio: Eurocódigo 9

### 1.2.- Estados límite

| | |
|---|---|
| E.L.U. de rotura. Aluminio | EC<br>Nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m |
| Desplazamientos | Acciones características |

**1.2.1.- Situaciones de proyecto**

Para las distintas situaciones de proyecto, las combinaciones de acciones se definirán de acuerdo con los siguientes criterios:

**- Situaciones persistentes o transitorias**

**- Con coeficientes de combinación**

**- Sin coeficientes de combinación**

**- Situaciones sísmicas**

**- Con coeficientes de combinación**

**- Sin coeficientes de combinación**

- Donde:

$G_k$ Acción permanente
$P_k$ Acción de pretensado
$Q_k$ Acción variable
$A_E$ Acción sísmica
$\gamma_G$ Coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes
$\gamma_P$ Coeficiente parcial de seguridad de la acción de pretensado
$\gamma_{Q,1}$ Coeficiente parcial de seguridad de la acción variable principal
$\gamma_{Q,i}$ Coeficiente parcial de seguridad de las acciones variables de acompañamiento
$\gamma_{AE}$ Coeficiente parcial de seguridad de la acción sísmica
$\psi_{p,1}$ Coeficiente de combinación de la acción variable principal
$\psi_{a,i}$ Coeficiente de combinación de las acciones variables de acompañamiento

Para cada situación de proyecto y estado límite los coeficientes a utilizar serán:

**E.L.U. de rotura. Aluminio: Eurocódigo 9**

| **Persistente o transitoria** | | |
|---|---|---|
| | Coeficientes parciales de seguridad ($\gamma$) | Coeficientes de combinación ($\psi$) |





Documento visado electrónicamente con número GR00138/18. Página 62 de 201

VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA

# Listados

CÁLCULO ESTRUCTURA EN CUBIERTA

| | Favorable | Desfavorable | Principal ($\psi_p$) | Acompañamiento ($\psi_a$) |
|---|---|---|---|---|
| Carga permanente (G) | 1.000 | 1.350 | - | - |
| Viento (Q) | 0.000 | 1.500 | 1.000 | 0.600 |
| Nieve (Q) | 0.000 | 1.500 | 1.000 | 0.500 |

| **Sísmica** | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Coeficientes parciales de seguridad ($\gamma$) | | Coeficientes de combinación ($\psi$) | |
| | Favorable | Desfavorable | Principal ($\psi_p$) | Acompañamiento ($\psi_a$) |
| Carga permanente (G) | 1.000 | 1.000 | - | - |
| Viento (Q) | 0.000 | 1.000 | 0.000 | 0.000 |
| Nieve (Q) | 0.000 | 1.000 | 0.000 | 0.000 |
| Sismo (E) | -1.000 | 1.000 | 1.000 | 0.300(1) |

*Notas:*
*(1) Fracción de las solicitaciones sísmicas a considerar en la dirección ortogonal: Las solicitaciones obtenidas de los resultados del análisis en cada una de las direcciones ortogonales se combinarán con el 30 % de los de la otra.*

**Desplazamientos**

| **Característica** | | |
|---|---|---|
| | Coeficientes parciales de seguridad ($\gamma$) | |
| | Favorable | Desfavorable |
| Carga permanente (G) | 1.000 | 1.000 |
| Viento (Q) | 0.000 | 1.000 |
| Nieve (Q) | 0.000 | 1.000 |

| **Sísmica** | | |
|---|---|---|
| | Coeficientes parciales de seguridad ($\gamma$) | |
| | Favorable | Desfavorable |
| Carga permanente (G) | 1.000 | 1.000 |
| Viento (Q) | | |
| Nieve (Q) | | |
| Sismo (E) | -1.000 | 1.000 |

**1.2.2.- Combinaciones**

- **Nombres de las hipótesis**

| | |
|---|---|
| PP | Peso propio |
| PANELES | PANELES |
| PRESIÓN | PRESIÓN |
| SUCCIÓN | SUCCIÓN |
| NIEVE | NIEVE |
| SX | Sismo X |
| SY | Sismo Y |

- **E.L.U. de rotura. Aluminio**

VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA

# Listados

CÁLCULO ESTRUCTURA EN CUBIERTA

| Comb. | PP | PANELES | PRESIÓN | SUCCIÓN | NIEVE | SX | SY |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1.000 | 1.000 | | | | | |
| 2 | 1.350 | 1.000 | | | | | |
| 3 | 1.000 | 1.350 | | | | | |
| 4 | 1.350 | 1.350 | | | | | |
| 5 | 1.000 | 1.000 | 1.500 | | | | |
| 6 | 1.350 | 1.000 | 1.500 | | | | |
| 7 | 1.000 | 1.350 | 1.500 | | | | |
| 8 | 1.350 | 1.350 | 1.500 | | | | |
| 9 | 1.000 | 1.000 | | 1.500 | | | |
| 10 | 1.350 | 1.000 | | 1.500 | | | |
| 11 | 1.000 | 1.350 | | 1.500 | | | |
| 12 | 1.350 | 1.350 | | 1.500 | | | |
| 13 | 1.000 | 1.000 | | | 1.500 | | |
| 14 | 1.350 | 1.000 | | | 1.500 | | |
| 15 | 1.000 | 1.350 | | | 1.500 | | |
| 16 | 1.350 | 1.350 | | | 1.500 | | |
| 17 | 1.000 | 1.000 | 0.900 | | 1.500 | | |
| 18 | 1.350 | 1.000 | 0.900 | | 1.500 | | |
| 19 | 1.000 | 1.350 | 0.900 | | 1.500 | | |
| 20 | 1.350 | 1.350 | 0.900 | | 1.500 | | |
| 21 | 1.000 | 1.000 | | 0.900 | 1.500 | | |
| 22 | 1.350 | 1.000 | | 0.900 | 1.500 | | |
| 23 | 1.000 | 1.350 | | 0.900 | 1.500 | | |
| 24 | 1.350 | 1.350 | | 0.900 | 1.500 | | |
| 25 | 1.000 | 1.000 | 1.500 | | 0.750 | | |
| 26 | 1.350 | 1.000 | 1.500 | | 0.750 | | |
| 27 | 1.000 | 1.350 | 1.500 | | 0.750 | | |
| 28 | 1.350 | 1.350 | 1.500 | | 0.750 | | |
| 29 | 1.000 | 1.000 | | 1.500 | 0.750 | | |
| 30 | 1.350 | 1.000 | | 1.500 | 0.750 | | |
| 31 | 1.000 | 1.350 | | 1.500 | 0.750 | | |
| 32 | 1.350 | 1.350 | | 1.500 | 0.750 | | |
| 33 | 1.000 | 1.000 | | | | -0.300 | -1.000 |
| 34 | 1.000 | 1.000 | | | | 0.300 | -1.000 |
| 35 | 1.000 | 1.000 | | | | -1.000 | -0.300 |
| 36 | 1.000 | 1.000 | | | | -1.000 | 0.300 |
| 37 | 1.000 | 1.000 | | | | 0.300 | 1.000 |
| 38 | 1.000 | 1.000 | | | | -0.300 | 1.000 |
| 39 | 1.000 | 1.000 | | | | 1.000 | 0.300 |
| 40 | 1.000 | 1.000 | | | | 1.000 | -0.300 |

**▪ Desplazamientos**

| Comb. | PP | PANELES | PRESIÓN | SUCCIÓN | NIEVE | SX | SY |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1.000 | 1.000 | | | | | |
| 2 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | | | | |
| 3 | 1.000 | 1.000 | | 1.000 | | | |

VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA

# Listados

CÁLCULO ESTRUCTURA EN CUBIERTA

| Comb. | PP | PANELES | PRESIÓN | SUCCIÓN | NIEVE | SX | SY |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 4 | 1.000 | 1.000 | | | 1.000 | | |
| 5 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | | 1.000 | | |
| 6 | 1.000 | 1.000 | | 1.000 | 1.000 | | |
| 7 | 1.000 | 1.000 | | | | -1.000 | |
| 8 | 1.000 | 1.000 | | | | 1.000 | |
| 9 | 1.000 | 1.000 | | | | | -1.000 |
| 10 | 1.000 | 1.000 | | | | | 1.000 |

## 1.3.- Sismo

**Norma utilizada**: NCSE-02

Norma de Construcción Sismorresistente NCSE-02

**Método de cálculo**: Análisis mediante espectros de respuesta (NCSE-02, 3.6.2)

### 1.3.1.- Datos generales de sismo

**Caracterización del emplazamiento**

$a_b$: Aceleración básica (NCSE-02, 2.1 y Anejo 1) — $a_b$ : *0.120* g

**K**: Coeficiente de contribución (NCSE-02, 2.1 y Anejo 1) — **K** : *1.00*

Tipo de suelo (NCSE-02, 2.4): Tipo II

**Sistema estructural**

Ductilidad (NCSE-02, Tabla 3.1): Ductilidad baja

**Ω**: Amortiguamiento (NCSE-02, Tabla 3.1) — **Ω** : *5.00* %

**Tipo de construcción (NCSE-02, 2.2):** Construcciones de importancia normal

**Parámetros de cálculo**

Número de modos de vibración que intervienen en el análisis: Según norma

Fracción de sobrecarga de uso : *0.50*

Fracción de sobrecarga de nieve : *0.50*

No se realiza análisis de los efectos de 2º orden

**Direcciones de análisis**

Acción sísmica según X

Acción sísmica según Y

# 2.- ESTRUCTURA

## 2.1.- Geometría

### 2.1.1.- Nudos

Referencias:

$\Delta_x$, $\Delta_y$, $\Delta_z$: Desplazamientos prescritos en ejes globales.

VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA

# Listados

CÁLCULO ESTRUCTURA EN CUBIERTA

$\theta_x$, $\theta_y$, $\theta_z$: Giros prescritos en ejes globales.

Cada grado de libertad se marca con 'X' si está coaccionado y, en caso contrario, con '-'.

**Nudos**

| Referencia | Coordenadas X (m) | Y (m) | Z (m) | Vinculación exterior $\Delta_x$ | $\Delta_y$ | $\Delta_z$ | $\theta_x$ | $\theta_y$ | $\theta_z$ | Vinculación interior |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| N1 | 0.419 | 0.000 | 0.725 | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N2 | 1.674 | 0.000 | 0.000 | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N3 | 0.419 | 0.545 | 0.725 | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N4 | 1.674 | 0.545 | 0.000 | X | X | X | X | X | X | Empotrado |
| N5 | 0.000 | 0.545 | 0.000 | X | X | X | X | X | X | Empotrado |
| N6 | 0.419 | 2.085 | 0.725 | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N7 | 1.674 | 2.085 | 0.000 | X | X | X | X | X | X | Empotrado |
| N8 | 0.000 | 2.085 | 0.000 | X | X | X | X | X | X | Empotrado |
| N9 | 0.419 | 3.625 | 0.725 | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N10 | 1.674 | 3.625 | 0.000 | X | X | X | X | X | X | Empotrado |
| N11 | 0.000 | 3.625 | 0.000 | X | X | X | X | X | X | Empotrado |
| N12 | 0.419 | 5.165 | 0.725 | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N13 | 1.674 | 5.165 | 0.000 | X | X | X | X | X | X | Empotrado |
| N14 | 0.000 | 5.165 | 0.000 | X | X | X | X | X | X | Empotrado |
| N15 | 0.419 | 6.705 | 0.725 | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N16 | 1.674 | 6.705 | 0.000 | X | X | X | X | X | X | Empotrado |
| N17 | 0.000 | 6.705 | 0.000 | X | X | X | X | X | X | Empotrado |
| N18 | 0.419 | 7.250 | 0.725 | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N19 | 1.674 | 7.250 | 0.000 | - | - | - | - | - | - | Empotrado |

### 2.1.2.- Barras

#### *2.1.2.1.- Materiales utilizados*

**Materiales utilizados**

| Material Tipo | Designación | E (kp/cm²) | ν | G (kp/cm²) | $\alpha_t$ (m/m°C) | γ (t/m³) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Aluminio extruido | EN AW-6005A | 713557.6 | 0.300 | 275229.4 | 0.000023 | 2.700 |

*Notación:*
*E: Módulo de elasticidad*
*ν: Módulo de Poisson*
*G: Módulo de cortadura*
*$\alpha_t$: Coeficiente de dilatación*
*γ: Peso específico*

#### *2.1.2.2.- Descripción*

**Descripción**

| Material Tipo | Designación | Barra (Ni/Nf) | Pieza (Ni/Nf) | Perfil(Serie) | Longitud (m) | $\beta_{xy}$ | $\beta_{xz}$ | $Lb_{Sup.}$ (m) | $Lb_{Inf.}$ (m) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Aluminio extruido | EN AW-6005A | N4/N3 | N4/N3 | S-7511 | 1.450 | 0.52 | 0.59 | - | - |
| | | N5/N4 | N5/N4 | S-7512 | 1.674 | 0.50 | 0.50 | - | - |
| | | N5/N3 | N5/N3 | S-7512 | 0.837 | 0.54 | 0.65 | - | - |
| | | N7/N6 | N7/N6 | S-7511 | 1.450 | 0.51 | 0.59 | - | - |
| | | N8/N7 | N8/N7 | S-7512 | 1.674 | 0.50 | 0.50 | - | - |

VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA

# Listados

CÁLCULO ESTRUCTURA EN CUBIERTA

| Descripción | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Material | | Barra (Ni/Nf) | Pieza (Ni/Nf) | Perfil(Serie) | Longitud (m) | $\beta_{xy}$ | $\beta_{xz}$ | $Lb_{Sup.}$ (m) | $Lb_{Inf.}$ (m) |
| Tipo | Designación | | | | | | | | |
| | | N8/N6 | N8/N6 | S-7512 | 0.837 | 0.52 | 0.65 | - | - |
| | | N10/N9 | N10/N9 | S-7511 | 1.450 | 0.51 | 0.59 | - | - |
| | | N11/N10 | N11/N10 | S-7512 | 1.674 | 0.50 | 0.50 | - | - |
| | | N11/N9 | N11/N9 | S-7512 | 0.837 | 0.52 | 0.65 | - | - |
| | | N13/N12 | N13/N12 | S-7511 | 1.450 | 0.51 | 0.59 | - | - |
| | | N14/N13 | N14/N13 | S-7512 | 1.674 | 0.50 | 0.50 | - | - |
| | | N14/N12 | N14/N12 | S-7512 | 0.837 | 0.52 | 0.65 | - | - |
| | | N16/N15 | N16/N15 | S-7511 | 1.450 | 0.52 | 0.59 | - | - |
| | | N17/N16 | N17/N16 | S-7512 | 1.674 | 0.50 | 0.50 | - | - |
| | | N17/N15 | N17/N15 | S-7512 | 0.837 | 0.54 | 0.65 | - | - |
| | | N1/N3 | N1/N18 | S-7400 | 0.545 | 1.00 | 0.99 | - | - |
| | | N3/N6 | N1/N18 | S-7400 | 1.540 | 0.98 | 0.96 | - | - |
| | | N6/N9 | N1/N18 | S-7400 | 1.540 | 0.99 | 0.97 | - | - |
| | | N9/N12 | N1/N18 | S-7400 | 1.540 | 0.99 | 0.97 | - | - |
| | | N12/N15 | N1/N18 | S-7400 | 1.540 | 0.98 | 0.96 | - | - |
| | | N15/N18 | N1/N18 | S-7400 | 0.545 | 1.00 | 0.99 | - | - |
| | | N2/N4 | N2/N19 | S-7400 | 0.545 | 0.70 | 0.70 | - | - |
| | | N4/N7 | N2/N19 | S-7400 | 1.540 | 0.50 | 0.50 | - | - |
| | | N7/N10 | N2/N19 | S-7400 | 1.540 | 0.50 | 0.50 | - | - |
| | | N10/N13 | N2/N19 | S-7400 | 1.540 | 0.50 | 0.50 | - | - |
| | | N13/N16 | N2/N19 | S-7400 | 1.540 | 0.50 | 0.50 | - | - |
| | | N16/N19 | N2/N19 | S-7400 | 0.545 | 0.70 | 0.70 | - | - |

*Notación:*
*Ni: Nudo inicial*
*Nf: Nudo final*
*$\beta_{xy}$: Coeficiente de pandeo en el plano 'XY'*
*$\beta_{xz}$: Coeficiente de pandeo en el plano 'XZ'*
*$Lb_{Sup.}$: Separación entre arriostramientos del ala superior*
*$Lb_{Inf.}$: Separación entre arriostramientos del ala inferior*

### *2.1.2.3.- Características mecánicas*

| Tipos de pieza | |
|---|---|
| Ref. | Piezas |
| 1 | N4/N3, N7/N6, N10/N9, N13/N12 y N16/N15 |
| 2 | N5/N4, N5/N3, N8/N7, N8/N6, N11/N10, N11/N9, N14/N13, N14/N12, N17/N16 y N17/N15 |
| 3 | N1/N18 y N2/N19 |

| Características mecánicas | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Material | | Ref. | Descripción | A ($cm^2$) | Avy ($cm^2$) | Avz ($cm^2$) | Iyy (cm4) | Izz (cm4) | It (cm4) |
| Tipo | Designación | | | | | | | | |
| Aluminio extruido | EN AW-6005A | 1 | S-7511 | 2.50 | 0.26 | 1.46 | 5.77 | 0.59 | 0.10 |
| | | 2 | S-7512 | 2.31 | 0.96 | 0.96 | 3.57 | 3.57 | 0.07 |
| | | 3 | S-7400 | 3.60 | 0.88 | 0.78 | 6.82 | 9.12 | 0.89 |

VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA

# Listados

CÁLCULO ESTRUCTURA EN CUBIERTA

**Características mecánicas**

| Material | | Ref. | Descripción | A (cm²) | Avy (cm²) | Avz (cm²) | Iyy (cm4) | Izz (cm4) | It (cm4) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Tipo | Designación | | | | | | | | |

*Notación:*
*Ref.: Referencia*
*A: Área de la sección transversal*
*Avy: Área de cortante de la sección según el eje local 'Y'*
*Avz: Área de cortante de la sección según el eje local 'Z'*
*Iyy: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Y'*
*Izz: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Z'*
*It: Inercia a torsión*
*Las características mecánicas de las piezas corresponden a la sección en el punto medio de las mismas.*

## 2.2.- Cargas

### 2.2.1.- Barras

Referencias:

'P1', 'P2':

- Cargas puntuales, uniformes, en faja y momentos puntuales: 'P1' es el valor de la carga. 'P2' no se utiliza.
- Cargas trapezoidales: 'P1' es el valor de la carga en el punto donde comienza (L1) y 'P2' es el valor de la carga en el punto donde termina (L2).
- Cargas triangulares: 'P1' es el valor máximo de la carga. 'P2' no se utiliza.
- Incrementos de temperatura: 'P1' y 'P2' son los valores de la temperatura en las caras exteriores o paramentos de la pieza. La orientación de la variación del incremento de temperatura sobre la sección transversal dependerá de la dirección seleccionada.

'L1', 'L2':

- Cargas y momentos puntuales: 'L1' es la distancia entre el nudo inicial de la barra y la posición donde se aplica la carga. 'L2' no se utiliza.
- Cargas trapezoidales, en faja, y triangulares: 'L1' es la distancia entre el nudo inicial de la barra y la posición donde comienza la carga, 'L2' es la distancia entre el nudo inicial de la barra y la posición donde termina la carga.

Unidades:

- Cargas puntuales: t
- Momentos puntuales: t·m.
- Cargas uniformes, en faja, triangulares y trapezoidales: t/m.
- Incrementos de temperatura: °C.

**Cargas en barras**

| Barra | Hipótesis | Tipo | Valores | | Posición | | Dirección | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | P1 | P2 | L1 (m) | L2 (m) | Ejes | X | Y | Z |
| N4/N3 | Peso propio | Uniforme | 0.001 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N5/N4 | Peso propio | Uniforme | 0.001 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N5/N3 | Peso propio | Uniforme | 0.001 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N7/N6 | Peso propio | Uniforme | 0.001 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N8/N7 | Peso propio | Uniforme | 0.001 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N8/N6 | Peso propio | Uniforme | 0.001 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N10/N9 | Peso propio | Uniforme | 0.001 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N11/N10 | Peso propio | Uniforme | 0.001 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N11/N9 | Peso propio | Uniforme | 0.001 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N13/N12 | Peso propio | Uniforme | 0.001 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |

VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA

# Listados

CÁLCULO ESTRUCTURA EN CUBIERTA

**Cargas en barras**

| Barra | Hipótesis | Tipo | Valores | | Posición | | Dirección | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | P1 | P2 | L1 (m) | L2 (m) | Ejes | X | Y | Z |
| N14/N13 | Peso propio | Uniforme | 0.001 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N14/N12 | Peso propio | Uniforme | 0.001 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N16/N15 | Peso propio | Uniforme | 0.001 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N17/N16 | Peso propio | Uniforme | 0.001 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N17/N15 | Peso propio | Uniforme | 0.001 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N1/N3 | Peso propio | Uniforme | 0.001 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N1/N3 | PANELES | Uniforme | 0.012 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N1/N3 | PRESIÓN | Uniforme | 0.081 | - | - | - | Locales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N1/N3 | SUCCIÓN | Uniforme | 0.051 | - | - | - | Locales | 0.000 | 0.000 | 1.000 |
| N1/N3 | NIEVE | Uniforme | 0.079 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N3/N6 | Peso propio | Uniforme | 0.001 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N3/N6 | PANELES | Uniforme | 0.012 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N3/N6 | PRESIÓN | Uniforme | 0.081 | - | - | - | Locales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N3/N6 | SUCCIÓN | Uniforme | 0.051 | - | - | - | Locales | 0.000 | 0.000 | 1.000 |
| N3/N6 | NIEVE | Uniforme | 0.079 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N6/N9 | Peso propio | Uniforme | 0.001 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N6/N9 | PANELES | Uniforme | 0.012 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N6/N9 | PRESIÓN | Uniforme | 0.081 | - | - | - | Locales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N6/N9 | SUCCIÓN | Uniforme | 0.051 | - | - | - | Locales | 0.000 | 0.000 | 1.000 |
| N6/N9 | NIEVE | Uniforme | 0.079 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N9/N12 | Peso propio | Uniforme | 0.001 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N9/N12 | PANELES | Uniforme | 0.012 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N9/N12 | PRESIÓN | Uniforme | 0.081 | - | - | - | Locales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N9/N12 | SUCCIÓN | Uniforme | 0.051 | - | - | - | Locales | 0.000 | 0.000 | 1.000 |
| N9/N12 | NIEVE | Uniforme | 0.079 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N12/N15 | Peso propio | Uniforme | 0.001 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N12/N15 | PANELES | Uniforme | 0.012 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N12/N15 | PRESIÓN | Uniforme | 0.081 | - | - | - | Locales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N12/N15 | SUCCIÓN | Uniforme | 0.051 | - | - | - | Locales | 0.000 | 0.000 | 1.000 |
| N12/N15 | NIEVE | Uniforme | 0.079 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N15/N18 | Peso propio | Uniforme | 0.001 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N15/N18 | PANELES | Uniforme | 0.012 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N15/N18 | PRESIÓN | Uniforme | 0.081 | - | - | - | Locales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N15/N18 | SUCCIÓN | Uniforme | 0.051 | - | - | - | Locales | 0.000 | 0.000 | 1.000 |
| N15/N18 | NIEVE | Uniforme | 0.079 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N2/N4 | Peso propio | Uniforme | 0.001 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N2/N4 | PANELES | Uniforme | 0.012 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N2/N4 | PRESIÓN | Uniforme | 0.081 | - | - | - | Locales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N2/N4 | SUCCIÓN | Uniforme | 0.051 | - | - | - | Locales | 0.000 | 0.000 | 1.000 |
| N2/N4 | NIEVE | Uniforme | 0.079 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N4/N7 | Peso propio | Uniforme | 0.001 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N4/N7 | PANELES | Uniforme | 0.012 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N4/N7 | PRESIÓN | Uniforme | 0.081 | - | - | - | Locales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N4/N7 | SUCCIÓN | Uniforme | 0.051 | - | - | - | Locales | 0.000 | 0.000 | 1.000 |
| N4/N7 | NIEVE | Uniforme | 0.079 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |

VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO

# Listados

CÁLCULO ESTRUCTURA EN CUBIERTA

**Cargas en barras**

| Barra | Hipótesis | Tipo | Valores P1 | Valores P2 | Posición L1 (m) | Posición L2 (m) | Dirección Ejes | Dirección X | Dirección Y | Dirección Z |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| N7/N10 | Peso propio | Uniforme | 0.001 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N7/N10 | PANELES | Uniforme | 0.012 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N7/N10 | PRESIÓN | Uniforme | 0.081 | - | - | - | Locales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N7/N10 | SUCCIÓN | Uniforme | 0.051 | - | - | - | Locales | 0.000 | 0.000 | 1.000 |
| N7/N10 | NIEVE | Uniforme | 0.079 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N10/N13 | Peso propio | Uniforme | 0.001 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N10/N13 | PANELES | Uniforme | 0.012 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N10/N13 | PRESIÓN | Uniforme | 0.081 | - | - | - | Locales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N10/N13 | SUCCIÓN | Uniforme | 0.051 | - | - | - | Locales | 0.000 | 0.000 | 1.000 |
| N10/N13 | NIEVE | Uniforme | 0.079 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N13/N16 | Peso propio | Uniforme | 0.001 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N13/N16 | PANELES | Uniforme | 0.012 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N13/N16 | PRESIÓN | Uniforme | 0.081 | - | - | - | Locales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N13/N16 | SUCCIÓN | Uniforme | 0.051 | - | - | - | Locales | 0.000 | 0.000 | 1.000 |
| N13/N16 | NIEVE | Uniforme | 0.079 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N16/N19 | Peso propio | Uniforme | 0.001 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N16/N19 | PANELES | Uniforme | 0.012 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N16/N19 | PRESIÓN | Uniforme | 0.081 | - | - | - | Locales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N16/N19 | SUCCIÓN | Uniforme | 0.051 | - | - | - | Locales | 0.000 | 0.000 | 1.000 |
| N16/N19 | NIEVE | Uniforme | 0.079 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |

## 2.3.- Resultados

### 2.3.1.- Nudos

#### *2.3.1.1.- Desplazamientos*

Referencias:

Dx, Dy, Dz: Desplazamientos de los nudos en ejes globales.
Gx, Gy, Gz: Giros de los nudos en ejes globales.

##### *2.3.1.1.1.- Envolventes*

**Envolvente de los desplazamientos en nudos**

| Referencia | Combinación Tipo | Combinación Descripción | Desplazamientos en ejes globales Dx (mm) | Dy (mm) | Dz (mm) | Gx (mRad) | Gy (mRad) | Gz (mRad) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| N1 | Desplazamientos | Valor mínimo de la envolvente | -1.456 | -6.467 | -2.346 | -3.733 | -2.136 | -2.817 |
| | | Valor máximo de la envolvente | 1.345 | 6.477 | 2.109 | 4.724 | 2.064 | 2.567 |
| N2 | Desplazamientos | Valor mínimo de la envolvente | -1.176 | -0.001 | -3.651 | -1.774 | 0.000 | -2.800 |
| | | Valor máximo de la envolvente | 0.563 | 0.001 | 0.747 | 8.662 | 0.000 | 1.335 |
| N3 | Desplazamientos | Valor mínimo de la envolvente | -0.024 | -6.467 | -0.117 | -4.370 | -2.136 | -2.378 |
| | | Valor máximo de la envolvente | 0.032 | 6.477 | 0.019 | 3.724 | 2.064 | 2.285 |
| N4 | Desplazamientos | Valor mínimo de la envolvente | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| | | Valor máximo de la envolvente | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| N5 | Desplazamientos | Valor mínimo de la envolvente | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| | | Valor máximo de la envolvente | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| N6 | Desplazamientos | Valor mínimo de la envolvente | -0.029 | -6.466 | -0.141 | -1.720 | -2.849 | -0.816 |
| | | Valor máximo de la envolvente | 0.040 | 6.475 | 0.023 | 1.849 | 2.960 | 0.851 |
| N7 | Desplazamientos | Valor mínimo de la envolvente | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| | | Valor máximo de la envolvente | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| N8 | Desplazamientos | Valor mínimo de la envolvente | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| | | Valor máximo de la envolvente | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA

# Listados

CÁLCULO ESTRUCTURA EN CUBIERTA

**Envolvente de los desplazamientos en nudos**

| Referencia | Combinación | | Desplazamientos en ejes globales | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Tipo | Descripción | Dx (mm) | Dy (mm) | Dz (mm) | Gx (mRad) | Gy (mRad) | Gz (mRad) |
| N9 | Desplazamientos | Valor mínimo de la envolvente | -0.029 | -6.466 | -0.137 | -2.263 | -2.695 | -1.151 |
| | | Valor máximo de la envolvente | 0.038 | 6.475 | 0.022 | 2.266 | 2.780 | 1.149 |
| N10 | Desplazamientos | Valor mínimo de la envolvente | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| | | Valor máximo de la envolvente | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| N11 | Desplazamientos | Valor mínimo de la envolvente | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| | | Valor máximo de la envolvente | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| N12 | Desplazamientos | Valor mínimo de la envolvente | -0.029 | -6.466 | -0.141 | -1.847 | -2.877 | -0.849 |
| | | Valor máximo de la envolvente | 0.040 | 6.475 | 0.023 | 1.723 | 2.935 | 0.811 |
| N13 | Desplazamientos | Valor mínimo de la envolvente | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| | | Valor máximo de la envolvente | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| N14 | Desplazamientos | Valor mínimo de la envolvente | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| | | Valor máximo de la envolvente | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| N15 | Desplazamientos | Valor mínimo de la envolvente | -0.025 | -6.467 | -0.114 | -3.719 | -1.973 | -2.282 |
| | | Valor máximo de la envolvente | 0.032 | 6.475 | 0.018 | 4.380 | 2.216 | 2.365 |
| N16 | Desplazamientos | Valor mínimo de la envolvente | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| | | Valor máximo de la envolvente | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| N17 | Desplazamientos | Valor mínimo de la envolvente | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| | | Valor máximo de la envolvente | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| N18 | Desplazamientos | Valor mínimo de la envolvente | -1.455 | -6.468 | -2.333 | -4.711 | -1.973 | -2.800 |
| | | Valor máximo de la envolvente | 1.350 | 6.476 | 2.105 | 3.744 | 2.216 | 3.040 |
| N19 | Desplazamientos | Valor mínimo de la envolvente | -1.176 | -0.001 | -3.651 | -8.662 | 0.000 | -1.335 |
| | | Valor máximo de la envolvente | 0.563 | 0.001 | 0.747 | 1.774 | 0.000 | 2.800 |

### *2.3.1.2.- Reacciones*

Referencias:

Rx, Ry, Rz: Reacciones en nudos con desplazamientos coaccionados (fuerzas).
Mx, My, Mz: Reacciones en nudos con giros coaccionados (momentos).

#### *2.3.1.2.1.- Envolventes*

**Envolventes de las reacciones en nudos**

| Referencia | Combinación | | Reacciones en ejes globales | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Tipo | Descripción | Rx (t) | Ry (t) | Rz (t) | Mx (t·m) | My (t·m) | Mz (t·m) |
| N4 | Hormigón en cimentaciones | Valor mínimo de la envolvente | -0.115 | -0.002 | -0.070 | -0.003 | 0.000 | -0.003 |
| | | Valor máximo de la envolvente | 0.075 | 0.002 | 0.331 | 0.010 | 0.001 | 0.002 |
| | Tensiones sobre el terreno | Valor mínimo de la envolvente | -0.085 | -0.002 | -0.036 | -0.002 | 0.000 | -0.002 |
| | | Valor máximo de la envolvente | 0.044 | 0.002 | 0.244 | 0.008 | 0.001 | 0.001 |
| N5 | Hormigón en cimentaciones | Valor mínimo de la envolvente | -0.046 | -0.010 | -0.077 | -0.005 | -0.003 | -0.003 |
| | | Valor máximo de la envolvente | 0.136 | 0.011 | 0.232 | 0.004 | 0.003 | 0.003 |
| | Tensiones sobre el terreno | Valor mínimo de la envolvente | -0.026 | -0.010 | -0.043 | -0.005 | -0.003 | -0.003 |
| | | Valor máximo de la envolvente | 0.107 | 0.011 | 0.181 | 0.004 | 0.003 | 0.003 |
| N7 | Hormigón en cimentaciones | Valor mínimo de la envolvente | -0.139 | -0.001 | -0.082 | 0.000 | -0.001 | 0.000 |
| | | Valor máximo de la envolvente | 0.091 | 0.001 | 0.391 | 0.000 | 0.001 | 0.000 |
| | Tensiones sobre el terreno | Valor mínimo de la envolvente | -0.103 | -0.001 | -0.042 | 0.000 | -0.001 | 0.000 |
| | | Valor máximo de la envolvente | 0.053 | 0.001 | 0.287 | 0.000 | 0.001 | 0.000 |
| N8 | Hormigón en cimentaciones | Valor mínimo de la envolvente | -0.055 | -0.013 | -0.094 | -0.005 | -0.003 | -0.003 |
| | | Valor máximo de la envolvente | 0.160 | 0.012 | 0.281 | 0.005 | 0.003 | 0.003 |
| | Tensiones sobre el terreno | Valor mínimo de la envolvente | -0.031 | -0.013 | -0.053 | -0.005 | -0.003 | -0.003 |
| | | Valor máximo de la envolvente | 0.126 | 0.012 | 0.219 | 0.005 | 0.003 | 0.003 |

VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA

# Listados

CÁLCULO ESTRUCTURA EN CUBIERTA

**Envolventes de las reacciones en nudos**

| Referencia | Combinación | | Reacciones en ejes globales | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Tipo | Descripción | Rx (t) | Ry (t) | Rz (t) | Mx (t·m) | My (t·m) | Mz (t·m) |
| N10 | Hormigón en cimentaciones | Valor mínimo de la envolvente | -0.135 | -0.001 | -0.083 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| | | Valor máximo de la envolvente | 0.091 | 0.001 | 0.388 | 0.000 | 0.001 | 0.000 |
| | Tensiones sobre el terreno | Valor mínimo de la envolvente | -0.100 | -0.001 | -0.042 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| | | Valor máximo de la envolvente | 0.054 | 0.001 | 0.286 | 0.000 | 0.001 | 0.000 |
| N11 | Hormigón en cimentaciones | Valor mínimo de la envolvente | -0.053 | -0.012 | -0.092 | -0.005 | -0.003 | -0.003 |
| | | Valor máximo de la envolvente | 0.157 | 0.012 | 0.274 | 0.005 | 0.003 | 0.003 |
| | Tensiones sobre el terreno | Valor mínimo de la envolvente | -0.030 | -0.012 | -0.051 | -0.005 | -0.003 | -0.003 |
| | | Valor máximo de la envolvente | 0.123 | 0.012 | 0.214 | 0.005 | 0.003 | 0.003 |
| N13 | Hormigón en cimentaciones | Valor mínimo de la envolvente | -0.139 | -0.001 | -0.082 | 0.000 | -0.001 | 0.000 |
| | | Valor máximo de la envolvente | 0.090 | 0.001 | 0.391 | 0.000 | 0.001 | 0.000 |
| | Tensiones sobre el terreno | Valor mínimo de la envolvente | -0.103 | -0.001 | -0.042 | 0.000 | -0.001 | 0.000 |
| | | Valor máximo de la envolvente | 0.053 | 0.001 | 0.288 | 0.000 | 0.001 | 0.000 |
| N14 | Hormigón en cimentaciones | Valor mínimo de la envolvente | -0.055 | -0.012 | -0.094 | -0.005 | -0.003 | -0.003 |
| | | Valor máximo de la envolvente | 0.162 | 0.013 | 0.281 | 0.005 | 0.003 | 0.003 |
| | Tensiones sobre el terreno | Valor mínimo de la envolvente | -0.031 | -0.012 | -0.053 | -0.005 | -0.003 | -0.003 |
| | | Valor máximo de la envolvente | 0.126 | 0.013 | 0.219 | 0.005 | 0.003 | 0.003 |
| N16 | Hormigón en cimentaciones | Valor mínimo de la envolvente | -0.113 | -0.002 | -0.070 | -0.010 | 0.000 | -0.002 |
| | | Valor máximo de la envolvente | 0.080 | 0.002 | 0.331 | 0.003 | 0.001 | 0.003 |
| | Tensiones sobre el terreno | Valor mínimo de la envolvente | -0.084 | -0.002 | -0.036 | -0.008 | 0.000 | -0.001 |
| | | Valor máximo de la envolvente | 0.047 | 0.002 | 0.244 | 0.002 | 0.001 | 0.002 |
| N17 | Hormigón en cimentaciones | Valor mínimo de la envolvente | -0.044 | -0.011 | -0.077 | -0.004 | -0.003 | -0.003 |
| | | Valor máximo de la envolvente | 0.129 | 0.010 | 0.232 | 0.005 | 0.002 | 0.003 |
| | Tensiones sobre el terreno | Valor mínimo de la envolvente | -0.025 | -0.011 | -0.043 | -0.004 | -0.003 | -0.003 |
| | | Valor máximo de la envolvente | 0.101 | 0.010 | 0.181 | 0.005 | 0.002 | 0.003 |

Nota: Las combinaciones de hormigón indicadas son las mismas que se utilizan para comprobar el estado límite de equilibrio en la cimentación.

### 2.3.2.- Barras

#### *2.3.2.1.- Esfuerzos*

Referencias:

N: Esfuerzo axil (t)
Vy: Esfuerzo cortante según el eje local Y de la barra. (t)
Vz: Esfuerzo cortante según el eje local Z de la barra. (t)
Mt: Momento torsor (t·m)
My: Momento flector en el plano 'XZ' (giro de la sección respecto al eje local 'Y' de la barra). (t·m)
Mz: Momento flector en el plano 'XY' (giro de la sección respecto al eje local 'Z' de la barra). (t·m)

##### *2.3.2.1.1.- Envolventes*

**Envolventes de los esfuerzos en barras**

| Barra | Tipo de combinación | Esfuerzo | Posiciones en la barra | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 0.000 m | 0.181 m | 0.363 m | 0.544 m | 0.725 m | 0.906 m | 1.088 m | 1.269 m | 1.450 m |
| N4/N3 | Aluminio extruido | $N_{mín}$ | -0.090 | -0.090 | -0.090 | -0.090 | -0.090 | -0.090 | -0.090 | -0.090 | -0.090 |
| | | $N_{máx}$ | -0.001 | -0.001 | -0.001 | -0.001 | -0.001 | -0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| | | $Vy_{mín}$ | -0.001 | -0.001 | -0.001 | -0.001 | -0.001 | -0.001 | -0.001 | -0.001 | -0.001 |
| | | $Vy_{máx}$ | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.001 |
| | | $Vz_{mín}$ | -0.002 | -0.002 | -0.001 | -0.001 | -0.001 | -0.001 | -0.001 | -0.001 | -0.001 |
| | | $Vz_{máx}$ | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.002 | 0.002 | 0.002 |
| | | $Mt_{mín}$ | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| | | $Mt_{máx}$ | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| | | $My_{mín}$ | -0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | -0.001 | -0.001 | -0.001 | -0.001 |

VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA

# Listados

CÁLCULO ESTRUCTURA EN CUBIERTA

**Envolventes de los esfuerzos en barras**

| Barra | Tipo de combinación | Esfuerzo | Posiciones en la barra | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 0.000 m | 0.181 m | 0.363 m | 0.544 m | 0.725 m | 0.906 m | 1.088 m | 1.269 m | 1.450 m |
| | | $My_{máx}$ | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.001 |
| | | $Mz_{mín}$ | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| | | $Mz_{máx}$ | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

**Envolventes de los esfuerzos en barras**

| Barra | Tipo de combinación | Esfuerzo | Posiciones en la barra | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 0.000 m | 0.209 m | 0.419 m | 0.628 m | 0.837 m | 1.046 m | 1.256 m | 1.465 m | 1.674 m |
| N5/N4 | Aluminio extruido | $N_{mín}$ | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| | | $N_{máx}$ | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| | | $Vy_{mín}$ | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| | | $Vy_{máx}$ | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| | | $Vz_{mín}$ | -0.001 | -0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.001 |
| | | $Vz_{máx}$ | -0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.001 |
| | | $Mt_{mín}$ | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| | | $Mt_{máx}$ | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| | | $My_{mín}$ | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| | | $My_{máx}$ | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| | | $Mz_{mín}$ | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| | | $Mz_{máx}$ | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

**Envolventes de los esfuerzos en barras**

| Barra | Tipo de combinación | Esfuerzo | Posiciones en la barra | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 0.000 m | 0.209 m | 0.419 m | 0.628 m | 0.837 m |
| N5/N3 | Aluminio extruido | $N_{mín}$ | -0.249 | -0.249 | -0.249 | -0.248 | -0.248 |
| | | $N_{máx}$ | 0.084 | 0.084 | 0.084 | 0.084 | 0.084 |
| | | $Vy_{mín}$ | -0.011 | -0.011 | -0.011 | -0.011 | -0.011 |
| | | $Vy_{máx}$ | 0.010 | 0.010 | 0.010 | 0.010 | 0.010 |
| | | $Vz_{mín}$ | -0.004 | -0.004 | -0.004 | -0.004 | -0.004 |
| | | $Vz_{máx}$ | 0.005 | 0.005 | 0.005 | 0.005 | 0.005 |
| | | $Mt_{mín}$ | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| | | $Mt_{máx}$ | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| | | $My_{mín}$ | -0.003 | -0.002 | -0.001 | -0.001 | -0.001 |
| | | $My_{máx}$ | 0.003 | 0.002 | 0.001 | 0.000 | 0.001 |
| | | $Mz_{mín}$ | -0.005 | -0.003 | -0.001 | -0.001 | -0.003 |
| | | $Mz_{máx}$ | 0.005 | 0.003 | 0.001 | 0.003 | 0.004 |

**Envolventes de los esfuerzos en barras**

| Barra | Tipo de combinación | Esfuerzo | Posiciones en la barra | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 0.000 m | 0.181 m | 0.363 m | 0.544 m | 0.725 m | 0.906 m | 1.088 m | 1.269 m | 1.450 m |
| N7/N6 | Aluminio extruido | $N_{mín}$ | -0.109 | -0.108 | -0.108 | -0.108 | -0.108 | -0.108 | -0.108 | -0.108 | -0.108 |
| | | $N_{máx}$ | 0.003 | 0.003 | 0.003 | 0.003 | 0.004 | 0.004 | 0.004 | 0.004 | 0.004 |
| | | $Vy_{mín}$ | -0.001 | -0.001 | -0.001 | -0.001 | -0.001 | -0.001 | -0.001 | -0.001 | -0.001 |
| | | $Vy_{máx}$ | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.001 |
| | | $Vz_{mín}$ | -0.002 | -0.002 | -0.002 | -0.002 | -0.002 | -0.002 | -0.002 | -0.001 | -0.001 |
| | | $Vz_{máx}$ | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.002 | 0.002 | 0.002 | 0.002 | 0.002 | 0.002 |
| | | $Mt_{mín}$ | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| | | $Mt_{máx}$ | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| | | $My_{mín}$ | -0.001 | -0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | -0.001 | -0.001 | -0.001 | -0.002 |
| | | $My_{máx}$ | 0.001 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.002 |
| | | $Mz_{mín}$ | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA

# Listados

CÁLCULO ESTRUCTURA EN CUBIERTA

**Envolventes de los esfuerzos en barras**

| Barra | Tipo de combinación | Esfuerzo | Posiciones en la barra | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 0.000 m | 0.181 m | 0.363 m | 0.544 m | 0.725 m | 0.906 m | 1.088 m | 1.269 m | 1.450 m |
| | | $Mz_{máx}$ | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

**Envolventes de los esfuerzos en barras**

| Barra | Tipo de combinación | Esfuerzo | Posiciones en la barra | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 0.000 m | 0.209 m | 0.419 m | 0.628 m | 0.837 m | 1.046 m | 1.256 m | 1.465 m | 1.674 m |
| N8/N7 | Aluminio extruido | $N_{mín}$ | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| | | $N_{máx}$ | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| | | $Vy_{mín}$ | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| | | $Vy_{máx}$ | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| | | $Vz_{mín}$ | -0.001 | -0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.001 |
| | | $Vz_{máx}$ | -0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.001 |
| | | $Mt_{mín}$ | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| | | $Mt_{máx}$ | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| | | $My_{mín}$ | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| | | $My_{máx}$ | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| | | $Mz_{mín}$ | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| | | $Mz_{máx}$ | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

**Envolventes de los esfuerzos en barras**

| Barra | Tipo de combinación | Esfuerzo | Posiciones en la barra | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 0.000 m | 0.209 m | 0.419 m | 0.628 m | 0.837 m |
| N8/N6 | Aluminio extruido | $N_{mín}$ | -0.300 | -0.299 | -0.299 | -0.299 | -0.299 |
| | | $N_{máx}$ | 0.101 | 0.101 | 0.102 | 0.102 | 0.102 |
| | | $Vy_{mín}$ | -0.013 | -0.013 | -0.013 | -0.013 | -0.013 |
| | | $Vy_{máx}$ | 0.013 | 0.013 | 0.013 | 0.013 | 0.013 |
| | | $Vz_{mín}$ | -0.005 | -0.005 | -0.005 | -0.005 | -0.005 |
| | | $Vz_{máx}$ | 0.005 | 0.005 | 0.005 | 0.006 | 0.006 |
| | | $Mt_{mín}$ | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| | | $Mt_{máx}$ | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| | | $My_{mín}$ | -0.003 | -0.002 | -0.001 | -0.001 | -0.002 |
| | | $My_{máx}$ | 0.003 | 0.002 | 0.001 | 0.001 | 0.002 |
| | | $Mz_{mín}$ | -0.006 | -0.003 | -0.001 | -0.002 | -0.005 |
| | | $Mz_{máx}$ | 0.006 | 0.003 | 0.001 | 0.002 | 0.005 |

**Envolventes de los esfuerzos en barras**

| Barra | Tipo de combinación | Esfuerzo | Posiciones en la barra | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 0.000 m | 0.181 m | 0.363 m | 0.544 m | 0.725 m | 0.906 m | 1.088 m | 1.269 m | 1.450 m |
| N10/N9 | Aluminio extruido | $N_{mín}$ | -0.104 | -0.104 | -0.104 | -0.104 | -0.103 | -0.103 | -0.103 | -0.103 | -0.103 |
| | | $N_{máx}$ | -0.001 | -0.001 | -0.001 | -0.001 | -0.001 | -0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| | | $Vy_{mín}$ | -0.001 | -0.001 | -0.001 | -0.001 | -0.001 | -0.001 | -0.001 | -0.001 | -0.001 |
| | | $Vy_{máx}$ | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.001 |
| | | $Vz_{mín}$ | -0.002 | -0.002 | -0.002 | -0.002 | -0.002 | -0.002 | -0.001 | -0.001 | -0.001 |
| | | $Vz_{máx}$ | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.002 | 0.002 | 0.002 | 0.002 | 0.002 |
| | | $Mt_{mín}$ | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| | | $Mt_{máx}$ | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| | | $My_{mín}$ | -0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | -0.001 | -0.001 | -0.001 | -0.002 |
| | | $My_{máx}$ | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.002 |
| | | $Mz_{mín}$ | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| | | $Mz_{máx}$ | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA

# Listados

CÁLCULO ESTRUCTURA EN CUBIERTA

**Envolventes de los esfuerzos en barras**

| Barra | Tipo de combinación | Esfuerzo | Posiciones en la barra | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 0.000 m | 0.209 m | 0.419 m | 0.628 m | 0.837 m | 1.046 m | 1.256 m | 1.465 m | 1.674 m |
| N11/N10 | Aluminio extruido | $N_{mín}$ | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| | | $N_{máx}$ | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| | | $Vy_{mín}$ | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| | | $Vy_{máx}$ | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| | | $Vz_{mín}$ | -0.001 | -0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.001 |
| | | $Vz_{máx}$ | -0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.001 |
| | | $Mt_{mín}$ | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| | | $Mt_{máx}$ | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| | | $My_{mín}$ | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| | | $My_{máx}$ | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| | | $Mz_{mín}$ | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| | | $Mz_{máx}$ | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

**Envolventes de los esfuerzos en barras**

| Barra | Tipo de combinación | Esfuerzo | Posiciones en la barra | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 0.000 m | 0.209 m | 0.419 m | 0.628 m | 0.837 m |
| N11/N9 | Aluminio extruido | $N_{mín}$ | -0.293 | -0.293 | -0.292 | -0.292 | -0.292 |
| | | $N_{máx}$ | 0.099 | 0.099 | 0.099 | 0.099 | 0.099 |
| | | $Vy_{mín}$ | -0.012 | -0.012 | -0.012 | -0.012 | -0.012 |
| | | $Vy_{máx}$ | 0.012 | 0.012 | 0.012 | 0.012 | 0.012 |
| | | $Vz_{mín}$ | -0.005 | -0.005 | -0.005 | -0.005 | -0.005 |
| | | $Vz_{máx}$ | 0.005 | 0.005 | 0.005 | 0.005 | 0.005 |
| | | $Mt_{mín}$ | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| | | $Mt_{máx}$ | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| | | $My_{mín}$ | -0.003 | -0.002 | -0.001 | 0.000 | -0.002 |
| | | $My_{máx}$ | 0.003 | 0.002 | 0.001 | 0.000 | 0.002 |
| | | $Mz_{mín}$ | -0.006 | -0.003 | -0.001 | -0.002 | -0.004 |
| | | $Mz_{máx}$ | 0.006 | 0.003 | 0.001 | 0.002 | 0.004 |

**Envolventes de los esfuerzos en barras**

| Barra | Tipo de combinación | Esfuerzo | Posiciones en la barra | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 0.000 m | 0.181 m | 0.363 m | 0.544 m | 0.725 m | 0.906 m | 1.088 m | 1.269 m | 1.450 m |
| N13/N12 | Aluminio extruido | $N_{mín}$ | -0.109 | -0.109 | -0.109 | -0.109 | -0.109 | -0.109 | -0.109 | -0.109 | -0.109 |
| | | $N_{máx}$ | -0.001 | -0.001 | -0.001 | -0.001 | -0.001 | -0.001 | -0.001 | -0.001 | 0.000 |
| | | $Vy_{mín}$ | -0.001 | -0.001 | -0.001 | -0.001 | -0.001 | -0.001 | -0.001 | -0.001 | -0.001 |
| | | $Vy_{máx}$ | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.001 |
| | | $Vz_{mín}$ | -0.002 | -0.002 | -0.002 | -0.002 | -0.002 | -0.002 | -0.002 | -0.001 | -0.001 |
| | | $Vz_{máx}$ | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.002 | 0.002 | 0.002 | 0.002 | 0.002 | 0.002 |
| | | $Mt_{mín}$ | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| | | $Mt_{máx}$ | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| | | $My_{mín}$ | -0.001 | -0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | -0.001 | -0.001 | -0.001 | -0.002 |
| | | $My_{máx}$ | 0.001 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.002 |
| | | $Mz_{mín}$ | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| | | $Mz_{máx}$ | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

**Envolventes de los esfuerzos en barras**

| Barra | Tipo de combinación | Esfuerzo | Posiciones en la barra | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 0.000 m | 0.209 m | 0.419 m | 0.628 m | 0.837 m | 1.046 m | 1.256 m | 1.465 m | 1.674 m |
| N14/N13 | Aluminio extruido | $N_{mín}$ | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| | | $N_{máx}$ | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA

# Listados

CÁLCULO ESTRUCTURA EN CUBIERTA

**Envolventes de los esfuerzos en barras**

| Barra | Tipo de combinación | Esfuerzo | Posiciones en la barra | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 0.000 m | 0.209 m | 0.419 m | 0.628 m | 0.837 m | 1.046 m | 1.256 m | 1.465 m | 1.674 m |
| | | $Vy_{mín}$ | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| | | $Vy_{máx}$ | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| | | $Vz_{mín}$ | -0.001 | -0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.001 |
| | | $Vz_{máx}$ | -0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.001 |
| | | $Mt_{mín}$ | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| | | $Mt_{máx}$ | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| | | $My_{mín}$ | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| | | $My_{máx}$ | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| | | $Mz_{mín}$ | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| | | $Mz_{máx}$ | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

**Envolventes de los esfuerzos en barras**

| Barra | Tipo de combinación | Esfuerzo | Posiciones en la barra | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 0.000 m | 0.209 m | 0.419 m | 0.628 m | 0.837 m |
| N14/N12 | Aluminio extruido | $N_{mín}$ | -0.300 | -0.300 | -0.300 | -0.300 | -0.300 |
| | | $N_{máx}$ | 0.102 | 0.102 | 0.102 | 0.102 | 0.102 |
| | | $Vy_{mín}$ | -0.013 | -0.013 | -0.013 | -0.013 | -0.013 |
| | | $Vy_{máx}$ | 0.013 | 0.013 | 0.013 | 0.013 | 0.013 |
| | | $Vz_{mín}$ | -0.005 | -0.005 | -0.005 | -0.005 | -0.005 |
| | | $Vz_{máx}$ | 0.005 | 0.005 | 0.005 | 0.006 | 0.006 |
| | | $Mt_{mín}$ | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| | | $Mt_{máx}$ | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| | | $My_{mín}$ | -0.003 | -0.002 | -0.001 | -0.001 | -0.002 |
| | | $My_{máx}$ | 0.003 | 0.002 | 0.001 | 0.001 | 0.002 |
| | | $Mz_{mín}$ | -0.006 | -0.003 | -0.001 | -0.002 | -0.005 |
| | | $Mz_{máx}$ | 0.006 | 0.003 | 0.001 | 0.002 | 0.005 |

**Envolventes de los esfuerzos en barras**

| Barra | Tipo de combinación | Esfuerzo | Posiciones en la barra | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 0.000 m | 0.181 m | 0.363 m | 0.544 m | 0.725 m | 0.906 m | 1.088 m | 1.269 m | 1.450 m |
| N16/N15 | Aluminio extruido | $N_{mín}$ | -0.087 | -0.086 | -0.086 | -0.086 | -0.086 | -0.086 | -0.086 | -0.086 | -0.086 |
| | | $N_{máx}$ | -0.001 | -0.001 | -0.001 | -0.001 | -0.001 | -0.001 | -0.001 | -0.001 | -0.001 |
| | | $Vy_{mín}$ | -0.001 | -0.001 | -0.001 | -0.001 | -0.001 | -0.001 | -0.001 | -0.001 | -0.001 |
| | | $Vy_{máx}$ | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.001 |
| | | $Vz_{mín}$ | -0.002 | -0.002 | -0.002 | -0.002 | -0.002 | -0.002 | -0.001 | -0.001 | -0.001 |
| | | $Vz_{máx}$ | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.002 |
| | | $Mt_{mín}$ | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| | | $Mt_{máx}$ | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| | | $My_{mín}$ | -0.001 | -0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | -0.001 | -0.001 | -0.001 | -0.001 |
| | | $My_{máx}$ | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.001 |
| | | $Mz_{mín}$ | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| | | $Mz_{máx}$ | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

**Envolventes de los esfuerzos en barras**

| Barra | Tipo de combinación | Esfuerzo | Posiciones en la barra | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 0.000 m | 0.209 m | 0.419 m | 0.628 m | 0.837 m | 1.046 m | 1.256 m | 1.465 m | 1.674 m |
| N17/N16 | Aluminio extruido | $N_{mín}$ | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| | | $N_{máx}$ | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| | | $Vy_{mín}$ | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| | | $Vy_{máx}$ | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |





Documento visado electrónicamente con número GR00138/18. Página 76 de 201

VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA

# Listados

CÁLCULO ESTRUCTURA EN CUBIERTA

**Envolventes de los esfuerzos en barras**

| Barra | Tipo de combinación | Esfuerzo | Posiciones en la barra | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 0.000 m | 0.209 m | 0.419 m | 0.628 m | 0.837 m | 1.046 m | 1.256 m | 1.465 m | 1.674 m |
| | | $Vz_{mín}$ | -0.001 | -0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.001 |
| | | $Vz_{máx}$ | -0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.001 |
| | | $Mt_{mín}$ | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| | | $Mt_{máx}$ | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| | | $My_{mín}$ | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| | | $My_{máx}$ | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| | | $Mz_{mín}$ | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| | | $Mz_{máx}$ | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

**Envolventes de los esfuerzos en barras**

| Barra | Tipo de combinación | Esfuerzo | Posiciones en la barra | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 0.000 m | 0.209 m | 0.419 m | 0.628 m | 0.837 m |
| N17/N15 | Aluminio extruido | $N_{mín}$ | -0.246 | -0.246 | -0.245 | -0.245 | -0.245 |
| | | $N_{máx}$ | 0.083 | 0.083 | 0.083 | 0.083 | 0.083 |
| | | $Vy_{mín}$ | -0.010 | -0.010 | -0.010 | -0.010 | -0.010 |
| | | $Vy_{máx}$ | 0.011 | 0.011 | 0.011 | 0.011 | 0.011 |
| | | $Vz_{mín}$ | -0.005 | -0.005 | -0.005 | -0.005 | -0.005 |
| | | $Vz_{máx}$ | 0.004 | 0.004 | 0.004 | 0.005 | 0.005 |
| | | $Mt_{mín}$ | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| | | $Mt_{máx}$ | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| | | $My_{mín}$ | -0.003 | -0.002 | -0.001 | 0.000 | -0.001 |
| | | $My_{máx}$ | 0.003 | 0.002 | 0.001 | 0.001 | 0.002 |
| | | $Mz_{mín}$ | -0.005 | -0.003 | -0.001 | -0.003 | -0.004 |
| | | $Mz_{máx}$ | 0.005 | 0.003 | 0.001 | 0.001 | 0.003 |

**Envolventes de los esfuerzos en barras**

| Barra | Tipo de combinación | Esfuerzo | Posiciones en la barra | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | 0.000 m | 0.273 m | 0.545 m |
| N1/N3 | Aluminio extruido | $N_{mín}$ | -0.002 | -0.002 | -0.002 |
| | | $N_{máx}$ | 0.002 | 0.002 | 0.002 |
| | | $Vy_{mín}$ | -0.002 | 0.000 | 0.001 |
| | | $Vy_{máx}$ | 0.002 | 0.019 | 0.037 |
| | | $Vz_{mín}$ | -0.001 | -0.018 | -0.036 |
| | | $Vz_{máx}$ | 0.001 | 0.052 | 0.104 |
| | | $Mt_{mín}$ | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| | | $Mt_{máx}$ | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| | | $My_{mín}$ | 0.000 | -0.007 | -0.028 |
| | | $My_{máx}$ | 0.000 | 0.002 | 0.010 |
| | | $Mz_{mín}$ | 0.000 | -0.003 | -0.010 |
| | | $Mz_{máx}$ | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

**Envolventes de los esfuerzos en barras**

| Barra | Tipo de combinación | Esfuerzo | Posiciones en la barra | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 0.000 m | 0.193 m | 0.385 m | 0.578 m | 0.770 m | 0.963 m | 1.155 m | 1.348 m | 1.540 m |
| N3/N6 | Aluminio extruido | $N_{mín}$ | -0.008 | -0.008 | -0.008 | -0.008 | -0.008 | -0.008 | -0.008 | -0.008 | -0.008 |
| | | $N_{máx}$ | 0.003 | 0.003 | 0.003 | 0.003 | 0.003 | 0.003 | 0.003 | 0.003 | 0.003 |
| | | $Vy_{mín}$ | -0.050 | -0.037 | -0.024 | -0.010 | -0.001 | 0.001 | 0.002 | 0.003 | 0.004 |
| | | $Vy_{máx}$ | -0.004 | -0.003 | -0.001 | 0.000 | 0.003 | 0.016 | 0.029 | 0.042 | 0.055 |

VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA

# Listados

CÁLCULO ESTRUCTURA EN CUBIERTA

**Envolventes de los esfuerzos en barras**

| Barra | Tipo de combinación | Esfuerzo | Posiciones en la barra | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 0.000 m | 0.193 m | 0.385 m | 0.578 m | 0.770 m | 0.963 m | 1.155 m | 1.348 m | 1.540 m |
| | | $Vz_{mín}$ | -0.142 | -0.106 | -0.069 | -0.032 | -0.004 | -0.014 | -0.027 | -0.039 | -0.052 |
| | | $Vz_{máx}$ | 0.049 | 0.036 | 0.024 | 0.011 | 0.004 | 0.041 | 0.078 | 0.115 | 0.151 |
| | | $Mt_{mín}$ | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| | | $Mt_{máx}$ | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| | | $My_{mín}$ | -0.033 | -0.009 | -0.003 | -0.006 | -0.007 | -0.006 | -0.002 | -0.014 | -0.039 |
| | | $My_{máx}$ | 0.011 | 0.003 | 0.008 | 0.018 | 0.020 | 0.016 | 0.005 | 0.005 | 0.014 |
| | | $Mz_{mín}$ | -0.010 | -0.002 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | -0.005 | -0.014 |
| | | $Mz_{máx}$ | 0.000 | 0.001 | 0.004 | 0.007 | 0.008 | 0.006 | 0.002 | 0.000 | -0.001 |

**Envolventes de los esfuerzos en barras**

| Barra | Tipo de combinación | Esfuerzo | Posiciones en la barra | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 0.000 m | 0.193 m | 0.385 m | 0.578 m | 0.770 m | 0.963 m | 1.155 m | 1.348 m | 1.540 m |
| N6/N9 | Aluminio extruido | $N_{mín}$ | -0.006 | -0.006 | -0.006 | -0.006 | -0.006 | -0.006 | -0.006 | -0.006 | -0.006 |
| | | $N_{máx}$ | 0.002 | 0.002 | 0.002 | 0.002 | 0.002 | 0.002 | 0.002 | 0.002 | 0.002 |
| | | $Vy_{mín}$ | -0.053 | -0.040 | -0.027 | -0.014 | -0.001 | 0.001 | 0.002 | 0.003 | 0.005 |
| | | $Vy_{máx}$ | -0.005 | -0.004 | -0.002 | -0.001 | 0.000 | 0.012 | 0.025 | 0.038 | 0.052 |
| | | $Vz_{mín}$ | -0.148 | -0.111 | -0.074 | -0.038 | -0.003 | -0.012 | -0.025 | -0.037 | -0.050 |
| | | $Vz_{máx}$ | 0.051 | 0.038 | 0.025 | 0.013 | 0.003 | 0.036 | 0.072 | 0.109 | 0.146 |
| | | $Mt_{mín}$ | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| | | $Mt_{máx}$ | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| | | $My_{mín}$ | -0.039 | -0.014 | -0.001 | -0.005 | -0.006 | -0.005 | -0.002 | -0.013 | -0.037 |
| | | $My_{máx}$ | 0.013 | 0.005 | 0.004 | 0.015 | 0.018 | 0.015 | 0.005 | 0.004 | 0.013 |
| | | $Mz_{mín}$ | -0.014 | -0.005 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | -0.004 | -0.013 |
| | | $Mz_{máx}$ | -0.001 | 0.000 | 0.001 | 0.005 | 0.006 | 0.005 | 0.002 | 0.000 | -0.001 |

**Envolventes de los esfuerzos en barras**

| Barra | Tipo de combinación | Esfuerzo | Posiciones en la barra | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 0.000 m | 0.193 m | 0.385 m | 0.578 m | 0.770 m | 0.963 m | 1.155 m | 1.348 m | 1.540 m |
| N9/N12 | Aluminio extruido | $N_{mín}$ | -0.006 | -0.006 | -0.006 | -0.006 | -0.006 | -0.006 | -0.006 | -0.006 | -0.006 |
| | | $N_{máx}$ | 0.002 | 0.002 | 0.002 | 0.002 | 0.002 | 0.002 | 0.002 | 0.002 | 0.002 |
| | | $Vy_{mín}$ | -0.052 | -0.038 | -0.025 | -0.012 | 0.000 | 0.001 | 0.002 | 0.004 | 0.005 |
| | | $Vy_{máx}$ | -0.005 | -0.003 | -0.002 | -0.001 | 0.001 | 0.014 | 0.027 | 0.040 | 0.053 |
| | | $Vz_{mín}$ | -0.146 | -0.109 | -0.072 | -0.036 | -0.003 | -0.013 | -0.025 | -0.038 | -0.051 |
| | | $Vz_{máx}$ | 0.050 | 0.037 | 0.025 | 0.012 | 0.003 | 0.038 | 0.074 | 0.111 | 0.148 |
| | | $Mt_{mín}$ | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| | | $Mt_{máx}$ | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| | | $My_{mín}$ | -0.037 | -0.013 | -0.002 | -0.005 | -0.006 | -0.005 | -0.001 | -0.014 | -0.039 |
| | | $My_{máx}$ | 0.013 | 0.004 | 0.005 | 0.015 | 0.018 | 0.015 | 0.004 | 0.005 | 0.013 |
| | | $Mz_{mín}$ | -0.013 | -0.004 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | -0.005 | -0.014 |
| | | $Mz_{máx}$ | -0.001 | 0.000 | 0.002 | 0.005 | 0.006 | 0.005 | 0.001 | 0.000 | -0.001 |

**Envolventes de los esfuerzos en barras**

| Barra | Tipo de combinación | Esfuerzo | Posiciones en la barra | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 0.000 m | 0.193 m | 0.385 m | 0.578 m | 0.770 m | 0.963 m | 1.155 m | 1.348 m | 1.540 m |
| N12/N15 | Aluminio extruido | $N_{mín}$ | -0.008 | -0.008 | -0.008 | -0.008 | -0.008 | -0.008 | -0.008 | -0.008 | -0.008 |
| | | $N_{máx}$ | 0.003 | 0.003 | 0.003 | 0.003 | 0.003 | 0.003 | 0.003 | 0.003 | 0.003 |
| | | $Vy_{mín}$ | -0.055 | -0.042 | -0.029 | -0.016 | -0.003 | 0.000 | 0.001 | 0.002 | 0.004 |
| | | $Vy_{máx}$ | -0.004 | -0.003 | -0.002 | 0.000 | 0.001 | 0.010 | 0.024 | 0.037 | 0.050 |
| | | $Vz_{mín}$ | -0.151 | -0.115 | -0.078 | -0.041 | -0.004 | -0.011 | -0.024 | -0.036 | -0.049 |
| | | $Vz_{máx}$ | 0.052 | 0.039 | 0.027 | 0.014 | 0.004 | 0.032 | 0.069 | 0.106 | 0.142 |
| | | $Mt_{mín}$ | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| | | $Mt_{máx}$ | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |





Documento visado electrónicamente con número GR00138/18. Página 78 de 201

VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA

# Listados

CÁLCULO ESTRUCTURA EN CUBIERTA

**Envolventes de los esfuerzos en barras**

| Barra | Tipo de combinación | Esfuerzo | Posiciones en la barra | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 0.000 m | 0.193 m | 0.385 m | 0.578 m | 0.770 m | 0.963 m | 1.155 m | 1.348 m | 1.540 m |
| | | $My_{mín}$ | -0.039 | -0.014 | -0.002 | -0.006 | -0.007 | -0.006 | -0.003 | -0.009 | -0.033 |
| | | $My_{máx}$ | 0.013 | 0.005 | 0.005 | 0.016 | 0.020 | 0.018 | 0.008 | 0.003 | 0.011 |
| | | $Mz_{mín}$ | -0.014 | -0.005 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | -0.002 | -0.010 |
| | | $Mz_{máx}$ | -0.001 | 0.000 | 0.002 | 0.006 | 0.008 | 0.007 | 0.004 | 0.001 | 0.000 |

**Envolventes de los esfuerzos en barras**

| Barra | Tipo de combinación | Esfuerzo | Posiciones en la barra | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | 0.000 m | 0.272 m | 0.545 m |
| N15/N18 | Aluminio extruido | $N_{mín}$ | -0.002 | -0.002 | -0.002 |
| | | $N_{máx}$ | 0.002 | 0.002 | 0.002 |
| | | $Vy_{mín}$ | -0.037 | -0.019 | -0.002 |
| | | $Vy_{máx}$ | -0.001 | 0.001 | 0.002 |
| | | $Vz_{mín}$ | -0.104 | -0.052 | -0.001 |
| | | $Vz_{máx}$ | 0.036 | 0.018 | 0.001 |
| | | $Mt_{mín}$ | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| | | $Mt_{máx}$ | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| | | $My_{mín}$ | -0.028 | -0.007 | 0.000 |
| | | $My_{máx}$ | 0.010 | 0.002 | 0.000 |
| | | $Mz_{mín}$ | -0.010 | -0.003 | 0.000 |
| | | $Mz_{máx}$ | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

**Envolventes de los esfuerzos en barras**

| Barra | Tipo de combinación | Esfuerzo | Posiciones en la barra | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | 0.000 m | 0.273 m | 0.545 m |
| N2/N4 | Aluminio extruido | $N_{mín}$ | -0.002 | -0.002 | -0.002 |
| | | $N_{máx}$ | 0.002 | 0.002 | 0.002 |
| | | $Vy_{mín}$ | -0.002 | 0.000 | 0.001 |
| | | $Vy_{máx}$ | 0.002 | 0.019 | 0.037 |
| | | $Vz_{mín}$ | -0.001 | -0.018 | -0.036 |
| | | $Vz_{máx}$ | 0.001 | 0.052 | 0.104 |
| | | $Mt_{mín}$ | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| | | $Mt_{máx}$ | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| | | $My_{mín}$ | 0.000 | -0.007 | -0.028 |
| | | $My_{máx}$ | 0.000 | 0.002 | 0.010 |
| | | $Mz_{mín}$ | 0.000 | -0.003 | -0.010 |
| | | $Mz_{máx}$ | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

**Envolventes de los esfuerzos en barras**

| Barra | Tipo de combinación | Esfuerzo | Posiciones en la barra | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 0.000 m | 0.193 m | 0.385 m | 0.578 m | 0.770 m | 0.963 m | 1.155 m | 1.348 m | 1.540 m |
| N4/N7 | Aluminio extruido | $N_{mín}$ | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| | | $N_{máx}$ | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| | | $Vy_{mín}$ | -0.052 | -0.039 | -0.026 | -0.013 | 0.000 | 0.001 | 0.002 | 0.004 | 0.005 |
| | | $Vy_{máx}$ | -0.005 | -0.004 | -0.002 | -0.001 | 0.000 | 0.013 | 0.026 | 0.039 | 0.052 |
| | | $Vz_{mín}$ | -0.147 | -0.110 | -0.073 | -0.037 | 0.000 | -0.013 | -0.025 | -0.038 | -0.050 |
| | | $Vz_{máx}$ | 0.050 | 0.038 | 0.025 | 0.013 | 0.000 | 0.037 | 0.073 | 0.110 | 0.147 |
| | | $Mt_{mín}$ | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| | | $Mt_{máx}$ | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |





Documento visado electrónicamente con número GR00138/18. Página 79 de 201

VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO

# Listados

CÁLCULO ESTRUCTURA EN CUBIERTA

**Envolventes de los esfuerzos en barras**

| Barra | Tipo de combinación | Esfuerzo | Posiciones en la barra | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 0.000 m | 0.193 m | 0.385 m | 0.578 m | 0.770 m | 0.963 m | 1.155 m | 1.348 m | 1.540 m |
| | | $My_{mín}$ | -0.038 | -0.013 | -0.002 | -0.005 | -0.007 | -0.005 | -0.002 | -0.013 | -0.038 |
| | | $My_{máx}$ | 0.013 | 0.004 | 0.005 | 0.015 | 0.019 | 0.015 | 0.005 | 0.004 | 0.013 |
| | | $Mz_{mín}$ | -0.013 | -0.005 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | -0.005 | -0.013 |
| | | $Mz_{máx}$ | -0.001 | 0.000 | 0.002 | 0.005 | 0.007 | 0.005 | 0.002 | 0.000 | -0.001 |

**Envolventes de los esfuerzos en barras**

| Barra | Tipo de combinación | Esfuerzo | Posiciones en la barra | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 0.000 m | 0.193 m | 0.385 m | 0.578 m | 0.770 m | 0.963 m | 1.155 m | 1.348 m | 1.540 m |
| N7/N10 | Aluminio extruido | $N_{mín}$ | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| | | $N_{máx}$ | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| | | $Vy_{mín}$ | -0.052 | -0.039 | -0.026 | -0.013 | 0.000 | 0.001 | 0.002 | 0.004 | 0.005 |
| | | $Vy_{máx}$ | -0.005 | -0.004 | -0.002 | -0.001 | 0.000 | 0.013 | 0.026 | 0.039 | 0.052 |
| | | $Vz_{mín}$ | -0.147 | -0.110 | -0.073 | -0.037 | 0.000 | -0.013 | -0.025 | -0.038 | -0.050 |
| | | $Vz_{máx}$ | 0.050 | 0.038 | 0.025 | 0.013 | 0.000 | 0.037 | 0.073 | 0.110 | 0.147 |
| | | $Mt_{mín}$ | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| | | $Mt_{máx}$ | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| | | $My_{mín}$ | -0.038 | -0.013 | -0.002 | -0.005 | -0.007 | -0.005 | -0.002 | -0.013 | -0.038 |
| | | $My_{máx}$ | 0.013 | 0.004 | 0.005 | 0.015 | 0.019 | 0.015 | 0.005 | 0.004 | 0.013 |
| | | $Mz_{mín}$ | -0.013 | -0.005 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | -0.005 | -0.013 |
| | | $Mz_{máx}$ | -0.001 | 0.000 | 0.002 | 0.005 | 0.007 | 0.005 | 0.002 | 0.000 | -0.001 |

**Envolventes de los esfuerzos en barras**

| Barra | Tipo de combinación | Esfuerzo | Posiciones en la barra | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 0.000 m | 0.193 m | 0.385 m | 0.578 m | 0.770 m | 0.963 m | 1.155 m | 1.348 m | 1.540 m |
| N10/N13 | Aluminio extruido | $N_{mín}$ | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| | | $N_{máx}$ | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| | | $Vy_{mín}$ | -0.052 | -0.039 | -0.026 | -0.013 | 0.000 | 0.001 | 0.002 | 0.004 | 0.005 |
| | | $Vy_{máx}$ | -0.005 | -0.004 | -0.002 | -0.001 | 0.000 | 0.013 | 0.026 | 0.039 | 0.052 |
| | | $Vz_{mín}$ | -0.147 | -0.110 | -0.073 | -0.037 | 0.000 | -0.013 | -0.025 | -0.038 | -0.050 |
| | | $Vz_{máx}$ | 0.050 | 0.038 | 0.025 | 0.013 | 0.000 | 0.037 | 0.073 | 0.110 | 0.147 |
| | | $Mt_{mín}$ | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| | | $Mt_{máx}$ | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| | | $My_{mín}$ | -0.038 | -0.013 | -0.002 | -0.005 | -0.007 | -0.005 | -0.002 | -0.013 | -0.038 |
| | | $My_{máx}$ | 0.013 | 0.004 | 0.005 | 0.015 | 0.019 | 0.015 | 0.005 | 0.004 | 0.013 |
| | | $Mz_{mín}$ | -0.013 | -0.005 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | -0.005 | -0.013 |
| | | $Mz_{máx}$ | -0.001 | 0.000 | 0.002 | 0.005 | 0.007 | 0.005 | 0.002 | 0.000 | -0.001 |

**Envolventes de los esfuerzos en barras**

| Barra | Tipo de combinación | Esfuerzo | Posiciones en la barra | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 0.000 m | 0.193 m | 0.385 m | 0.578 m | 0.770 m | 0.963 m | 1.155 m | 1.348 m | 1.540 m |
| N13/N16 | Aluminio extruido | $N_{mín}$ | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| | | $N_{máx}$ | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| | | $Vy_{mín}$ | -0.052 | -0.039 | -0.026 | -0.013 | 0.000 | 0.001 | 0.002 | 0.004 | 0.005 |
| | | $Vy_{máx}$ | -0.005 | -0.004 | -0.002 | -0.001 | 0.000 | 0.013 | 0.026 | 0.039 | 0.052 |
| | | $Vz_{mín}$ | -0.147 | -0.110 | -0.073 | -0.037 | 0.000 | -0.013 | -0.025 | -0.038 | -0.050 |
| | | $Vz_{máx}$ | 0.050 | 0.038 | 0.025 | 0.013 | 0.000 | 0.037 | 0.073 | 0.110 | 0.147 |
| | | $Mt_{mín}$ | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| | | $Mt_{máx}$ | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| | | $My_{mín}$ | -0.038 | -0.013 | -0.002 | -0.005 | -0.007 | -0.005 | -0.002 | -0.013 | -0.038 |
| | | $My_{máx}$ | 0.013 | 0.004 | 0.005 | 0.015 | 0.019 | 0.015 | 0.005 | 0.004 | 0.013 |
| | | $Mz_{mín}$ | -0.013 | -0.005 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | 0.000 | -0.005 | -0.013 |
| | | $Mz_{máx}$ | -0.001 | 0.000 | 0.002 | 0.005 | 0.007 | 0.005 | 0.002 | 0.000 | -0.001 |





Documento visado electrónicamente con número GR00138/18. Página 80 de 201

VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA

# Listados

CÁLCULO ESTRUCTURA EN CUBIERTA

| Envolventes de los esfuerzos en barras | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Barra | Tipo de combinación | Esfuerzo | Posiciones en la barra | | |
| | | | 0.000 m | 0.272 m | 0.545 m |
| N16/N19 | Aluminio extruido | $N_{mín}$ | -0.002 | -0.002 | -0.002 |
| | | $N_{máx}$ | 0.002 | 0.002 | 0.002 |
| | | $Vy_{mín}$ | -0.037 | -0.019 | -0.002 |
| | | $Vy_{máx}$ | -0.001 | 0.000 | 0.002 |
| | | $Vz_{mín}$ | -0.104 | -0.052 | -0.001 |
| | | $Vz_{máx}$ | 0.036 | 0.018 | 0.001 |
| | | $Mt_{mín}$ | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| | | $Mt_{máx}$ | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| | | $My_{mín}$ | -0.028 | -0.007 | 0.000 |
| | | $My_{máx}$ | 0.010 | 0.002 | 0.000 |
| | | $Mz_{mín}$ | -0.010 | -0.003 | 0.000 |
| | | $Mz_{máx}$ | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

### *2.3.2.2.- Resistencia*

Referencias:

N: Esfuerzo axil (t)
Vy: Esfuerzo cortante según el eje local Y de la barra. (t)
Vz: Esfuerzo cortante según el eje local Z de la barra. (t)
Mt: Momento torsor (t·m)
My: Momento flector en el plano 'XZ' (giro de la sección respecto al eje local 'Y' de la barra). (t·m)
Mz: Momento flector en el plano 'XY' (giro de la sección respecto al eje local 'Z' de la barra). (t·m)

Los esfuerzos indicados son los correspondientes a la combinación pésima, es decir, aquella que demanda la máxima resistencia de la sección.

Origen de los esfuerzos pésimos:

- G: Sólo gravitatorias
- GV: Gravitatorias + viento
- GS: Gravitatorias + sismo
- GVS: Gravitatorias + viento + sismo

$\eta$: Aprovechamiento de la resistencia. La barra cumple con las condiciones de resistencia de la norma si se cumple que $\eta \leq 100$ %.

| Comprobación de resistencia | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Barra | $\eta$ (%) | Posición (m) | Esfuerzos pésimos | | | | | | Origen | Estado |
| | | | N (t) | Vy (t) | Vz (t) | Mt (t·m) | My (t·m) | Mz (t·m) | | |
| N4/N3 | 22.76 | 1.450 | -0.090 | 0.000 | 0.002 | 0.000 | -0.001 | 0.000 | GV | Cumple |
| N5/N4 | 1.18 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | -0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | G | Cumple |
| N5/N3 | 39.35 | 0.837 | -0.248 | -0.008 | 0.003 | 0.000 | -0.001 | 0.004 | GV | Cumple |
| N7/N6 | 24.42 | 0.000 | -0.109 | 0.000 | -0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | GV | Cumple |
| N8/N7 | 1.18 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | -0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | G | Cumple |

VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA

# Listados

CÁLCULO ESTRUCTURA EN CUBIERTA

| Comprobación de resistencia | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Barra | η (%) | Posición (m) | Esfuerzos pésimos N (t) | Vy (t) | Vz (t) | Mt (t·m) | My (t·m) | Mz (t·m) | Origen | Estado |
| N8/N6 | 36.38 | 0.000 | -0.018 | 0.013 | -0.005 | 0.000 | -0.003 | 0.006 | GS | Cumple |
| N10/N9 | 23.55 | 0.000 | -0.104 | 0.000 | -0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | G | Cumple |
| N11/N10 | 1.18 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | -0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | G | Cumple |
| N11/N9 | 35.42 | 0.000 | -0.016 | 0.012 | -0.005 | 0.000 | -0.003 | 0.006 | GS | Cumple |
| N13/N12 | 24.53 | 0.000 | -0.109 | 0.000 | -0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | GV | Cumple |
| N14/N13 | 1.18 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | -0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | G | Cumple |
| N14/N12 | 36.30 | 0.000 | -0.016 | 0.013 | -0.005 | 0.000 | -0.003 | 0.006 | GS | Cumple |
| N16/N15 | 22.80 | 1.450 | -0.086 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.000 | GV | Cumple |
| N17/N16 | 1.18 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | -0.001 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | G | Cumple |
| N17/N15 | 33.62 | 0.837 | -0.245 | 0.008 | -0.003 | 0.000 | 0.002 | -0.004 | GV | Cumple |
| N1/N3 | 61.36 | 0.545 | 0.000 | 0.037 | 0.104 | 0.000 | -0.028 | -0.010 | GV | Cumple |
| N3/N6 | 86.37 | 1.540 | -0.008 | 0.055 | 0.151 | 0.000 | -0.039 | -0.014 | GV | Cumple |
| N6/N9 | 84.90 | 0.000 | -0.006 | -0.053 | -0.148 | 0.000 | -0.039 | -0.014 | GV | Cumple |
| N9/N12 | 84.90 | 1.540 | -0.006 | 0.053 | 0.148 | 0.000 | -0.039 | -0.014 | GV | Cumple |
| N12/N15 | 86.37 | 0.000 | -0.008 | -0.055 | -0.151 | 0.000 | -0.039 | -0.014 | GV | Cumple |
| N15/N18 | 61.36 | 0.000 | 0.000 | -0.037 | -0.104 | 0.000 | -0.028 | -0.010 | GV | Cumple |
| N2/N4 | 61.36 | 0.545 | 0.000 | 0.037 | 0.104 | 0.000 | -0.028 | -0.010 | GV | Cumple |
| N4/N7 | 81.65 | 0.000 | 0.000 | -0.052 | -0.147 | 0.000 | -0.038 | -0.013 | GV | Cumple |
| N7/N10 | 81.65 | 0.000 | 0.000 | -0.052 | -0.147 | 0.000 | -0.038 | -0.013 | GV | Cumple |
| N10/N13 | 81.65 | 0.000 | 0.000 | -0.052 | -0.147 | 0.000 | -0.038 | -0.013 | GV | Cumple |
| N13/N16 | 81.65 | 0.000 | 0.000 | -0.052 | -0.147 | 0.000 | -0.038 | -0.013 | GV | Cumple |
| N16/N19 | 61.36 | 0.000 | 0.000 | -0.037 | -0.104 | 0.000 | -0.028 | -0.010 | GV | Cumple |

### *2.3.2.3.- Flechas*

Referencias:

Pos.: Valor de la coordenada sobre el eje 'X' local del grupo de flecha en el punto donde se produce el valor pésimo de la flecha.
L.: Distancia entre dos puntos de corte consecutivos de la deformada con la recta que une los nudos extremos del grupo de flecha.

| Flechas | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Grupo | Flecha máxima absoluta xy<br>Flecha máxima relativa xy | | Flecha máxima absoluta xz<br>Flecha máxima relativa xz | | Flecha activa absoluta xy<br>Flecha activa relativa xy | | Flecha activa absoluta xz<br>Flecha activa relativa xz | |
| | Pos. (m) | Flecha (mm) | Pos. (m) | Flecha (mm) | Pos. (m) | Flecha (mm) | Pos. (m) | Flecha (mm) |
| N4/N3 | 0.906<br>0.906 | 0.30<br>L/(>1000) | 0.906<br>0.906 | 0.22<br>L/(>1000) | 0.906<br>0.906 | 0.30<br>L/(>1000) | 0.906<br>0.906 | 0.30<br>L/(>1000) |
| N5/N4 | 0.837<br>0.837 | 0.05<br>L/(>1000) | 0.837<br>0.837 | 0.08<br>L/(>1000) | 0.837<br>0.837 | 0.05<br>L/(>1000) | 0.837<br>0.837 | 0.08<br>L/(>1000) |
| N5/N3 | 0.628<br>0.628 | 0.44<br>L/(>1000) | 0.628<br>0.628 | 0.14<br>L/(>1000) | 0.628<br>0.628 | 0.55<br>L/(>1000) | 0.628<br>0.628 | 0.18<br>L/(>1000) |
| N7/N6 | 0.906<br>0.906 | 0.07<br>L/(>1000) | 0.906<br>0.906 | 0.06<br>L/(>1000) | 0.906<br>0.906 | 0.07<br>L/(>1000) | 0.906<br>0.906 | 0.06<br>L/(>1000) |
| N8/N7 | 0.837<br>0.837 | 0.05<br>L/(>1000) | 0.837<br>0.837 | 0.08<br>L/(>1000) | 0.837<br>0.837 | 0.05<br>L/(>1000) | 0.837<br>0.837 | 0.08<br>L/(>1000) |
| N8/N6 | 0.628 | 0.07 | 0.419 | 0.02 | 0.628 | 0.09 | 0.419 | 0.02 |

VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO

# Listados

CÁLCULO ESTRUCTURA EN CUBIERTA

| Flechas | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Grupo | Flecha máxima absoluta xy<br>Flecha máxima relativa xy | | Flecha máxima absoluta xz<br>Flecha máxima relativa xz | | Flecha activa absoluta xy<br>Flecha activa relativa xy | | Flecha activa absoluta xz<br>Flecha activa relativa xz | |
| | Pos. (m) | Flecha (mm) | Pos. (m) | Flecha (mm) | Pos. (m) | Flecha (mm) | Pos. (m) | Flecha (mm) |
| | 0.628 | L/(>1000) | 0.419 | L/(>1000) | 0.628 | L/(>1000) | 0.419 | L/(>1000) |
| N10/N9 | 0.363<br>0.363 | 0.00<br>L/(>1000) | 0.906<br>0.906 | 0.03<br>L/(>1000) | 0.363<br>0.363 | 0.00<br>L/(>1000) | 0.906<br>0.906 | 0.03<br>L/(>1000) |
| N11/N10 | 0.837<br>0.837 | 0.05<br>L/(>1000) | 0.837<br>0.837 | 0.08<br>L/(>1000) | 0.837<br>0.837 | 0.05<br>L/(>1000) | 0.837<br>0.837 | 0.08<br>L/(>1000) |
| N11/N9 | 0.628<br>0.628 | 0.00<br>L/(>1000) | 0.209<br>0.628 | 0.01<br>L/(>1000) | 0.628<br>0.628 | 0.00<br>L/(>1000) | 0.628<br>0.628 | 0.01<br>L/(>1000) |
| N13/N12 | 0.906<br>0.906 | 0.07<br>L/(>1000) | 0.725<br>0.725 | 0.04<br>L/(>1000) | 0.906<br>0.906 | 0.07<br>L/(>1000) | 0.725<br>0.725 | 0.05<br>L/(>1000) |
| N14/N13 | 0.837<br>0.837 | 0.05<br>L/(>1000) | 0.837<br>0.837 | 0.08<br>L/(>1000) | 0.837<br>0.837 | 0.05<br>L/(>1000) | 0.837<br>0.837 | 0.08<br>L/(>1000) |
| N14/N12 | 0.628<br>0.628 | 0.08<br>L/(>1000) | 0.628<br>0.628 | 0.03<br>L/(>1000) | 0.628<br>0.628 | 0.10<br>L/(>1000) | 0.628<br>0.628 | 0.04<br>L/(>1000) |
| N16/N15 | 0.906<br>0.906 | 0.30<br>L/(>1000) | 0.906<br>0.906 | 0.26<br>L/(>1000) | 0.906<br>0.906 | 0.30<br>L/(>1000) | 0.906<br>0.906 | 0.30<br>L/(>1000) |
| N17/N16 | 0.837<br>0.837 | 0.05<br>L/(>1000) | 0.837<br>0.837 | 0.08<br>L/(>1000) | 0.837<br>0.837 | 0.05<br>L/(>1000) | 0.837<br>0.837 | 0.08<br>L/(>1000) |
| N17/N15 | 0.628<br>0.628 | 0.43<br>L/(>1000) | 0.628<br>0.628 | 0.13<br>L/(>1000) | 0.628<br>0.628 | 0.54<br>L/(>1000) | 0.628<br>0.628 | 0.16<br>L/(>1000) |
| N1/N18 | 5.935<br>5.935 | 1.41<br>L/(>1000) | 5.935<br>5.935 | 4.20<br>L/261.7 | 5.935<br>5.935 | 1.41<br>L/(>1000) | 5.935<br>5.935 | 5.23<br>L/261.7 |
| N2/N19 | 6.705<br>3.625 | 0.81<br>L/(>1000) | 6.705<br>5.165 | 3.75<br>L/261.9 | 6.705<br>3.625 | 0.81<br>L/(>1000) | 6.705<br>5.165 | 4.68<br>L/261.9 |

### *2.3.2.4.- Comprobaciones E.L.U. (Resumido)*

| Barras | COMPROBACIONES (EUROCÓDIGO 9 EN 1999-1-1: 2007) | | | | | | | | | | | | Estado |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $N_t$ | $N_c$ | $M_L$ | $M_v$ | $V_L$ | $V_v$ | T | $M_LV_v$ | $M_vV_v$ | $TV_L$ | $TV_v$ | $NM_vM_v$ | $NM_LM_vV_LV_vT$ | |
| N4/N3 | N.P.(1) | x: 0 m<br>η = 19.8 | x: 1.45 m<br>η = 3.8 | x: 1.45 m<br>η = 3.7 | x: 0.906 m<br>η = 0.1 | x: 1.45 m<br>η = 0.1 | x: 0.906 m<br>η = 0.1 | x: 1.45 m<br>η = 3.8 | x: 1.45 m<br>η = 3.7 | x: 0.906 m<br>η = 0.1 | x: 0 m<br>η = 0.1 | x: 1.45 m<br>η = 22.8 | x: 1.45 m<br>η = 8.6 | **CUMPLE<br>η = 22.8** |
| N5/N4 | N.P.(1) | N.P.(2) | x: 0 m<br>η = 0.5 | x: 0 m<br>η = 0.7 | x: 0 m<br>η < 0.1 | x: 0 m<br>η < 0.1 | N.P.(3) | x: 0 m<br>η = 0.3 | x: 0 m<br>η = 0.7 | N.P.(4) | N.P.(4) | x: 0 m<br>η = 1.2 | x: 0 m<br>η = 1.0 | **CUMPLE<br>η = 1.2** |
| N5/N3 | x: 0.837 m<br>η = 1.8 | x: 0 m<br>η = 12.0 | x: 0 m<br>η = 20.0 | x: 0.837 m<br>η = 14.2 | x: 0 m<br>η = 0.2 | x: 0.837 m<br>η = 0.6 | η < 0.1 | x: 0 m<br>η = 20.0 | x: 0.837 m<br>η = 14.2 | x: 0 m<br>η < 0.1 | x: 0.837 m<br>η = 0.1 | x: 0.837 m<br>η = 39.4 | x: 0.837 m<br>η = 39.2 | **CUMPLE<br>η = 39.4** |
| N7/N6 | x: 1.45 m<br>η = 0.1 | x: 0 m<br>η = 23.9 | x: 1.45 m<br>η = 4.8 | x: 0 m<br>η = 3.7 | η = 0.1 | x: 0 m<br>η = 0.1 | η < 0.1 | x: 1.45 m<br>η = 4.8 | x: 0 m<br>η = 3.7 | η = 0.1 | x: 0 m<br>η = 0.1 | x: 0 m<br>η = 24.4 | x: 1.45 m<br>η = 9.0 | **CUMPLE<br>η = 24.4** |
| N8/N7 | N.P.(1) | N.P.(2) | x: 0 m<br>η = 0.5 | x: 0 m<br>η = 0.7 | x: 0 m<br>η < 0.1 | x: 0 m<br>η < 0.1 | N.P.(3) | x: 0 m<br>η = 0.3 | x: 0 m<br>η = 0.7 | N.P.(4) | N.P.(4) | x: 0 m<br>η = 1.2 | x: 0 m<br>η = 1.0 | **CUMPLE<br>η = 1.2** |
| N8/N6 | x: 0.837 m<br>η = 2.1 | x: 0 m<br>η = 14.5 | x: 0 m<br>η = 21.9 | x: 0.837 m<br>η = 14.5 | x: 0.837 m<br>η = 0.2 | x: 0.837 m<br>η = 0.6 | N.P.(3) | x: 0 m<br>η = 21.9 | x: 0.837 m<br>η = 14.5 | N.P.(4) | N.P.(4) | x: 0 m<br>η = 36.4 | x: 0 m<br>η = 36.0 | **CUMPLE<br>η = 36.4** |
| N10/N9 | N.P.(1) | x: 0 m<br>η = 22.8 | x: 1.45 m<br>η = 4.5 | x: 0 m<br>η = 3.7 | η = 0.1 | x: 0 m<br>η = 0.1 | η < 0.1 | x: 1.45 m<br>η = 4.5 | x: 0 m<br>η = 3.7 | η = 0.1 | x: 0 m<br>η = 0.1 | x: 0 m<br>η = 23.5 | x: 1.45 m<br>η = 8.7 | **CUMPLE<br>η = 23.5** |
| N11/N10 | N.P.(1) | N.P.(2) | x: 0 m<br>η = 0.5 | x: 0 m<br>η = 0.7 | x: 0 m<br>η < 0.1 | x: 0 m<br>η < 0.1 | N.P.(3) | x: 0 m<br>η = 0.3 | x: 0 m<br>η = 0.7 | N.P.(4) | N.P.(4) | x: 0 m<br>η = 1.2 | x: 0 m<br>η = 1.0 | **CUMPLE<br>η = 1.2** |
| N11/N9 | x: 0.837 m<br>η = 2.1 | x: 0 m<br>η = 14.2 | x: 0 m<br>η = 21.4 | x: 0.837 m<br>η = 13.6 | x: 0.837 m<br>η = 0.2 | x: 0.837 m<br>η = 0.6 | N.P.(3) | x: 0 m<br>η = 21.4 | x: 0.837 m<br>η = 13.6 | N.P.(4) | N.P.(4) | x: 0 m<br>η = 35.4 | x: 0 m<br>η = 35.0 | **CUMPLE<br>η = 35.4** |
| N13/N12 | N.P.(1) | x: 0 m<br>η = 24.0 | x: 1.45 m<br>η = 4.8 | x: 0 m<br>η = 3.7 | η = 0.1 | x: 0 m<br>η = 0.1 | η < 0.1 | x: 1.45 m<br>η = 4.8 | x: 0 m<br>η = 3.7 | η = 0.1 | x: 0 m<br>η = 0.1 | x: 0 m<br>η = 24.5 | x: 1.45 m<br>η = 9.0 | **CUMPLE<br>η = 24.5** |
| N14/N13 | N.P.(1) | N.P.(2) | x: 0 m<br>η = 0.5 | x: 0 m<br>η = 0.7 | x: 0 m<br>η < 0.1 | x: 0 m<br>η < 0.1 | N.P.(3) | x: 0 m<br>η = 0.3 | x: 0 m<br>η = 0.7 | N.P.(4) | N.P.(4) | x: 0 m<br>η = 1.2 | x: 0 m<br>η = 1.0 | **CUMPLE<br>η = 1.2** |
| N14/N12 | x: 0.837 m<br>η = 2.1 | x: 0 m<br>η = 14.5 | x: 0 m<br>η = 21.9 | x: 0.837 m<br>η = 14.5 | x: 0.837 m<br>η = 0.2 | x: 0.837 m<br>η = 0.6 | N.P.(3) | x: 0 m<br>η = 21.9 | x: 0.837 m<br>η = 14.5 | N.P.(4) | N.P.(4) | x: 0 m<br>η = 36.3 | x: 0 m<br>η = 35.9 | **CUMPLE<br>η = 36.3** |
| N16/N15 | N.P.(1) | x: 0 m<br>η = 19.0 | x: 1.45 m<br>η = 3.5 | x: 1.45 m<br>η = 3.8 | η = 0.1 | x: 0 m<br>η = 0.1 | η = 0.1 | x: 1.45 m<br>η = 3.6 | x: 1.45 m<br>η = 3.8 | η = 0.1 | x: 0 m<br>η = 0.1 | x: 1.45 m<br>η = 22.8 | x: 1.45 m<br>η = 7.7 | **CUMPLE<br>η = 22.8** |
| N17/N16 | N.P.(1) | N.P.(2) | x: 0 m<br>η = 0.5 | x: 0 m<br>η = 0.7 | x: 0 m<br>η < 0.1 | x: 0 m<br>η < 0.1 | N.P.(3) | x: 0 m<br>η = 0.3 | x: 0 m<br>η = 0.7 | N.P.(4) | N.P.(4) | x: 0 m<br>η = 1.2 | x: 0 m<br>η = 1.0 | **CUMPLE<br>η = 1.2** |
| N17/N15 | x: 0.837 m<br>η = 1.7 | x: 0 m<br>η = 11.9 | x: 0 m<br>η = 20.0 | x: 0 m<br>η = 12.5 | x: 0.837 m<br>η = 0.2 | x: 0 m<br>η = 0.5 | η < 0.1 | x: 0 m<br>η = 20.0 | x: 0 m<br>η = 12.5 | x: 0.628 m<br>η < 0.1 | x: 0.628 m<br>η = 0.1 | x: 0.837 m<br>η = 33.6 | x: 0.837 m<br>η = 33.2 | **CUMPLE<br>η = 33.6** |
| N1/N3 | η < 0.1 | η < 0.1 | x: 0.545 m<br>η = 13.3 | x: 0.545 m<br>η = 48.0 | x: 0.545 m<br>η = 9.1 | x: 0.545 m<br>η = 3.1 | N.P.(3) | x: 0.545 m<br>η = 13.3 | x: 0.545 m<br>η = 48.0 | N.P.(4) | N.P.(4) | x: 0.545 m<br>η = 61.4 | x: 0.545 m<br>η = 61.4 | **CUMPLE<br>η = 61.4** |
| N3/N6 | η < 0.1 | η = 0.1 | x: 1.54 m<br>η = 19.1 | x: 1.54 m<br>η = 66.8 | x: 1.54 m<br>η = 13.3 | x: 1.54 m<br>η = 4.6 | x: 0.963 m<br>η < 0.1 | x: 1.54 m<br>η = 19.1 | x: 1.54 m<br>η = 66.8 | x: 1.54 m<br>η = 1.1 | x: 1.54 m<br>η = 0.5 | x: 1.54 m<br>η = 86.4 | x: 1.54 m<br>η = 86.4 | **CUMPLE<br>η = 86.4** |

VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA

# Listados

CÁLCULO ESTRUCTURA EN CUBIERTA

| Barras | COMPROBACIONES (EUROCÓDIGO 9 EN 1999-1-1: 2007) | | | | | | | | | | | | | Estado |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $N_t$ | $N_c$ | $M_u$ | $M_v$ | $V_u$ | $V_v$ | T | $M_uV_u$ | $M_vV_v$ | $TV_u$ | $TV_v$ | $NM_uM_v$ | $NM_uM_vV_uV_vT$ | |
| N6/N9 | η < 0.1 | η = 0.1 | x: 0 m<br>η = 19.0 | x: 0 m<br>η = 65.5 | x: 0 m<br>η = 13.0 | x: 0 m<br>η = 4.5 | x: 0.578 m<br>η < 0.1 | x: 0 m<br>η = 19.0 | x: 0 m<br>η = 65.5 | x: 0 m<br>η = 1.0 | x: 0 m<br>η = 0.5 | x: 0 m<br>η = 84.9 | x: 0 m<br>η = 84.9 | **CUMPLE<br>η = 84.9** |
| N9/N12 | η < 0.1 | η = 0.1 | x: 1.54 m<br>η = 19.0 | x: 1.54 m<br>η = 65.5 | x: 1.54 m<br>η = 13.0 | x: 1.54 m<br>η = 4.5 | x: 0.963 m<br>η < 0.1 | x: 1.54 m<br>η = 19.0 | x: 1.54 m<br>η = 65.5 | x: 1.54 m<br>η = 1.0 | x: 1.54 m<br>η = 0.5 | x: 1.54 m<br>η = 84.9 | x: 1.54 m<br>η = 84.9 | **CUMPLE<br>η = 84.9** |
| N12/N15 | η < 0.1 | η = 0.1 | x: 0 m<br>η = 19.1 | x: 0 m<br>η = 66.8 | x: 0 m<br>η = 13.3 | x: 0 m<br>η = 4.6 | x: 0.578 m<br>η < 0.1 | x: 0 m<br>η = 19.1 | x: 0 m<br>η = 66.8 | x: 0 m<br>η = 1.1 | x: 0 m<br>η = 0.5 | x: 0 m<br>η = 86.4 | x: 0 m<br>η = 86.4 | **CUMPLE<br>η = 86.4** |
| N15/N18 | η < 0.1 | η < 0.1 | x: 0 m<br>η = 13.3 | x: 0 m<br>η = 48.0 | x: 0 m<br>η = 9.1 | x: 0 m<br>η = 3.1 | N.P.[3] | x: 0 m<br>η = 13.3 | x: 0 m<br>η = 48.0 | N.P.[4] | N.P.[4] | x: 0 m<br>η = 61.4 | x: 0 m<br>η = 61.4 | **CUMPLE<br>η = 61.4** |
| N2/N4 | η < 0.1 | η < 0.1 | x: 0.545 m<br>η = 13.3 | x: 0.545 m<br>η = 48.0 | x: 0.545 m<br>η = 9.1 | x: 0.545 m<br>η = 3.1 | N.P.[3] | x: 0.545 m<br>η = 13.3 | x: 0.545 m<br>η = 48.0 | N.P.[4] | N.P.[4] | x: 0.545 m<br>η = 61.4 | x: 0.545 m<br>η = 61.4 | **CUMPLE<br>η = 61.4** |
| N4/N7 | N.P.[1] | N.P.[2] | x: 0 m<br>η = 17.7 | x: 0 m<br>η = 63.9 | x: 0 m<br>η = 12.9 | x: 0 m<br>η = 4.4 | N.P.[3] | x: 0 m<br>η = 17.7 | x: 0 m<br>η = 63.9 | N.P.[4] | N.P.[4] | x: 0 m<br>η = 81.6 | x: 0 m<br>η = 81.6 | **CUMPLE<br>η = 81.6** |
| N7/N10 | N.P.[1] | N.P.[2] | x: 0 m<br>η = 17.7 | x: 0 m<br>η = 63.9 | x: 0 m<br>η = 12.9 | x: 0 m<br>η = 4.4 | N.P.[3] | x: 0 m<br>η = 17.7 | x: 0 m<br>η = 63.9 | N.P.[4] | N.P.[4] | x: 0 m<br>η = 81.6 | x: 0 m<br>η = 81.6 | **CUMPLE<br>η = 81.6** |
| N10/N13 | N.P.[1] | N.P.[2] | x: 0 m<br>η = 17.7 | x: 0 m<br>η = 63.9 | x: 0 m<br>η = 12.9 | x: 0 m<br>η = 4.4 | N.P.[3] | x: 0 m<br>η = 17.7 | x: 0 m<br>η = 63.9 | N.P.[4] | N.P.[4] | x: 0 m<br>η = 81.6 | x: 0 m<br>η = 81.6 | **CUMPLE<br>η = 81.6** |
| N13/N16 | N.P.[1] | N.P.[2] | x: 0 m<br>η = 17.7 | x: 0 m<br>η = 63.9 | x: 0 m<br>η = 12.9 | x: 0 m<br>η = 4.4 | N.P.[3] | x: 0 m<br>η = 17.7 | x: 0 m<br>η = 63.9 | N.P.[4] | N.P.[4] | x: 0 m<br>η = 81.6 | x: 0 m<br>η = 81.6 | **CUMPLE<br>η = 81.6** |
| N16/N19 | η < 0.1 | η < 0.1 | x: 0 m<br>η = 13.3 | x: 0 m<br>η = 48.0 | x: 0 m<br>η = 9.1 | x: 0 m<br>η = 3.1 | N.P.[3] | x: 0 m<br>η = 13.3 | x: 0 m<br>η = 48.0 | N.P.[4] | N.P.[4] | x: 0 m<br>η = 61.4 | x: 0 m<br>η = 61.4 | **CUMPLE<br>η = 61.4** |

*Notación:*
*$N_t$: Resistencia a tracción*
*$N_c$: Resistencia a compresión*
*$M_u$: Resistencia a flexión en el eje U*
*$M_v$: Resistencia a flexión en el eje V*
*$V_u$: Resistencia a cortante en el eje U*
*$V_v$: Resistencia a cortante en el eje V*
*T: Resistencia a torsión*
*$M_uV_u$: Resistencia a flexión en el eje U y a cortante en el eje V combinadas*
*$M_vV_v$: Resistencia a flexión en el eje V y a cortante en el eje U combinadas*
*$TV_u$: Resistencia a torsión y cortante en el eje U combinadas*
*$TV_v$: Resistencia a torsión y cortante en el eje V combinadas*
*$NM_uM_v$: Resistencia a axil y flexión biaxial combinadas*
*$NM_uM_vV_uV_vT$: Resistencia a torsión, cortante, axil y flexión biaxial combinadas*
*x: Distancia al origen de la barra*
*η: Coeficiente de aprovechamiento (%)*
*N.P.: No procede*

*Comprobaciones que no proceden (N.P.):*
*(1) La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.*
*(2) La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.*
*(3) La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.*
*(4) No hay interacción entre torsión y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.*

## 2.3.3.- Sismo

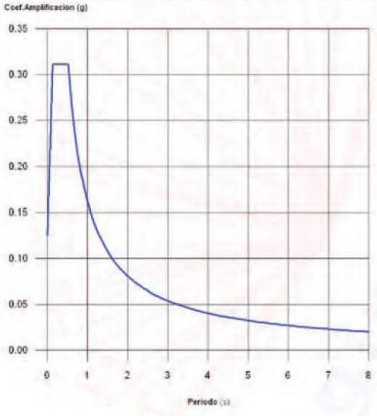
**Norma utilizada**: NCSE-02

Norma de Construcción Sismorresistente NCSE-02

**Método de cálculo**: Análisis mediante espectros de respuesta (NCSE-02, 3.6.2)

### *2.3.3.1.- Espectro de cálculo*

#### *2.3.3.1.1.- Espectro elástico de aceleraciones*




**Coef.Amplificación:**

Donde:

es el espectro normalizado de respuesta elástica.

El valor máximo de las ordenadas espectrales es 0.311 g.

NCSE-02 (2.2, 2.3 y 2.4)

**Parámetros necesarios para la definición del espectro**

VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA

# Listados

CÁLCULO ESTRUCTURA EN CUBIERTA

**$a_c$**: Aceleración sísmica de cálculo (NCSE-02, 2.2) — **$a_c$** : *0.124* g

**$a_b$**: Aceleración básica (NCSE-02, 2.1 y Anejo 1) — **$a_b$** : *0.120* g
**ρ**: Coeficiente adimensional de riesgo — **ρ** : *1.00*
Tipo de construcción: Construcciones de importancia normal
**S**: Coeficiente de amplificación del terreno (NCSE-02, 2.2) — **S** : *1.04*

**C**: Coeficiente del terreno (NCSE-02, 2.4) — **C** : *1.30*
Tipo de suelo (NCSE-02, 2.4): Tipo II
**$a_b$**: Aceleración básica (NCSE-02, 2.1 y Anejo 1) — **$a_b$** : *0.120* g
**ρ**: Coeficiente adimensional de riesgo — **ρ** : *1.00*

**v**: Coeficiente dependiente del amortiguamiento (NCSE-02, 2.5) — **v** : *1.00*

**Ω**: Amortiguamiento (NCSE-02, Tabla 3.1) — **Ω** : *5.00* %
**$T_A$**: Periodo característico del espectro (NCSE-02, 2.3) — **$T_A$** : *0.13* s

**K**: Coeficiente de contribución (NCSE-02, 2.1 y Anejo 1) — **K** : *1.00*
**C**: Coeficiente del terreno (NCSE-02, 2.4) — **C** : *1.30*
Tipo de suelo (NCSE-02, 2.4): Tipo II

**$T_B$**: Periodo característico del espectro (NCSE-02, 2.3) — **$T_B$** : *0.52* s

**K**: Coeficiente de contribución (NCSE-02, 2.1 y Anejo 1) — **K** : *1.00*
**C**: Coeficiente del terreno (NCSE-02, 2.4) — **C** : *1.30*
Tipo de suelo (NCSE-02, 2.4): Tipo II

***2.3.3.1.2.- Espectro de diseño de aceleraciones***
El espectro de diseño sísmico se obtiene reduciendo el espectro elástico por el coeficiente (μ) correspondiente a cada dirección de análisis.

**β**: Coeficiente de respuesta — **β** : *0.50*

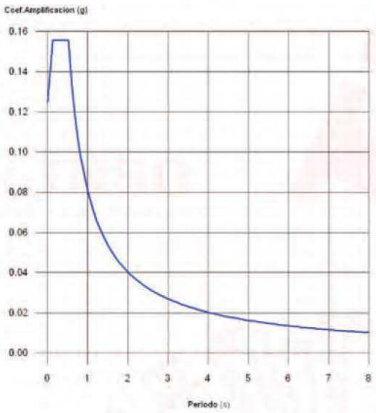
VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA

# Listados

CÁLCULO ESTRUCTURA EN CUBIERTA

| | |
|---|---|
| **v**: Coeficiente dependiente del amortiguamiento (NCSE-02, 2.5) | **v** : *1.00* |
| **Ω**: Amortiguamiento (NCSE-02, Tabla 3.1) | **Ω** : *5.00* % |
| **μ**: Coeficiente de comportamiento por ductilidad (NCSE-02, 3.7.3.1) | **μ** : *2.00* |
| Ductilidad (NCSE-02, Tabla 3.1): Ductilidad baja | |
| $\mathbf{a_c}$: Aceleración sísmica de cálculo (NCSE-02, 2.2) | $\mathbf{a_c}$ : *0.124* g |
| **K**: Coeficiente de contribución (NCSE-02, 2.1 y Anejo 1) | **K** : *1.00* |
| **C**: Coeficiente del terreno (NCSE-02, 2.4) | **C** : *1.30* |
| $\mathbf{T_A}$: Periodo característico del espectro (NCSE-02, 2.3) | $\mathbf{T_A}$ : *0.13* s |
| $\mathbf{T_B}$: Periodo característico del espectro (NCSE-02, 2.3) | $\mathbf{T_B}$ : *0.52* s |

NCSE-02 (3.6.2.2)




***2.3.3.2.- Coeficientes de participación***

| Modo | T | $L_x$ | $L_y$ | $M_x$ | $M_y$ | Hipótesis X(1) | Hipótesis Y(1) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Modo 1 | 0.290 | 0.0024 | 1 | 0 % | 92.75 % | R = 2<br>A = 1.526 m/s²<br>D = 3.24811 mm | R = 2<br>A = 1.526 m/s²<br>D = 3.24811 mm |
| Modo 2 | 0.082 | 1 | 0 | 4.17 % | 0 % | R = 2<br>A = 1.413 m/s²<br>D = 0.24019 mm | R = 2<br>A = 1.413 m/s²<br>D = 0.24019 mm |
| Modo 3 | 0.003 | 0 | 1 | 0 % | 3.43 % | R = 2<br>A = 1.229 m/s²<br>D = 0.00038 mm | R = 2<br>A = 1.229 m/s²<br>D = 0.00038 mm |
| Modo 4 | 0.082 | 1 | 0 | 4.17 % | 0 % | R = 2<br>A = 1.413 m/s²<br>D = 0.24019 mm | R = 2<br>A = 1.413 m/s²<br>D = 0.24019 mm |
| Modo 5 | 0.003 | 0 | 1 | 0 % | 3.43 % | R = 2<br>A = 1.229 m/s²<br>D = 0.00038 mm | R = 2<br>A = 1.229 m/s²<br>D = 0.00038 mm |

VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA

# Listados

CÁLCULO ESTRUCTURA EN CUBIERTA

| Modo | T | $L_x$ | $L_y$ | $M_x$ | $M_y$ | Hipótesis X(1) | Hipótesis Y(1) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Modo 6 | 0.141 | 0.2679 | 0.9635 | 0.03 % | 0.38 % | R = 2<br>A = 1.526 m/s²<br>D = 0.77098 mm | R = 2<br>A = 1.526 m/s²<br>D = 0.77098 mm |
| Modo 7 | 0.141 | 0.9998 | 0.0198 | 5.3 % | 0 % | R = 2<br>A = 1.526 m/s²<br>D = 0.76465 mm | R = 2<br>A = 1.526 m/s²<br>D = 0.76465 mm |
| Modo 8 | 0.022 | 1 | 0.0003 | 0 % | 0 % | R = 2<br>A = 1.272 m/s²<br>D = 0.01515 mm | R = 2<br>A = 1.272 m/s²<br>D = 0.01515 mm |
| Modo 9 | 0.016 | 1 | 0.0028 | 0.45 % | 0 % | R = 2<br>A = 1.258 m/s²<br>D = 0.00803 mm | R = 2<br>A = 1.258 m/s²<br>D = 0.00803 mm |
| Modo 10 | 0.016 | 1 | 0.0011 | 7.52 % | 0 % | R = 2<br>A = 1.258 m/s²<br>D = 0.00799 mm | R = 2<br>A = 1.258 m/s²<br>D = 0.00799 mm |
| Modo 11 | 0.016 | 1 | 0.001 | 48.96 % | 0 % | R = 2<br>A = 1.258 m/s²<br>D = 0.00797 mm | R = 2<br>A = 1.258 m/s²<br>D = 0.00797 mm |
| Modo 12 | 0.014 | 1 | 0.0006 | 13.4 % | 0 % | R = 2<br>A = 1.253 m/s²<br>D = 0.00586 mm | R = 2<br>A = 1.253 m/s²<br>D = 0.00586 mm |
| Modo 13 | 0.013 | 1 | 0.0012 | 15.99 % | 0 % | R = 2<br>A = 1.253 m/s²<br>D = 0.00573 mm | R = 2<br>A = 1.253 m/s²<br>D = 0.00573 mm |
| Total | | | | 99.99 % | 99.99 % | | |

**T**: Periodo de vibración en segundos.

**$L_x$, $L_y$**: Coeficientes de participación normalizados en cada dirección del análisis.

**$M_x$, $M_y$**: Porcentaje de masa desplazada por cada modo en cada dirección del análisis.

**R**: Relación entre la aceleración de cálculo usando la ductilidad asignada a la estructura y la aceleración de cálculo obtenida sin ductilidad.

**A**: Aceleración de cálculo, incluyendo la ductilidad.

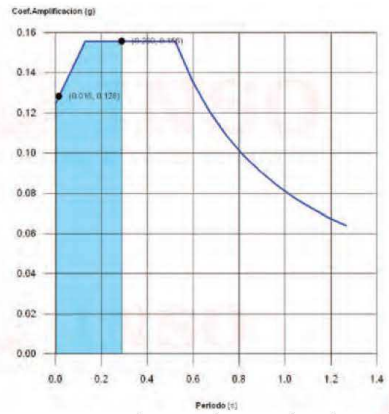
**D**: Coeficiente del modo. Equivale al desplazamiento máximo del grado de libertad dinámico.

VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA

# Listados

CÁLCULO ESTRUCTURA EN CUBIERTA

**Representación de los periodos modales**




Se representa el rango de periodos abarcado por los modos estudiados, con indicación de los modos en los que se desplaza más del 30% de la masa:

| Hipótesis Sismo 1 | | |
|---|---|---|
| Hipótesis modal | T (s) | A (g) |
| Modo 1 | 0.290 | 0.156 |
| Modo 11 | 0.016 | 0.128 |





Documento visado electrónicamente con número GR00138/18. Página 88 de 201

VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN

1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO

COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS
TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA

# ANEXO IV: CÁLCULOS DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

# Cálculos y dimensionamiento

## Radiación solar. Energía generada por la instalación. Productividad.

La superficie donde se ha proyectado la instalación pertenece a unos terrenos ubicados a 920 m. sobre el nivel del mar en Alcalá la Real, provincia de Jaén, con un azimut 0º y una inclinación de 30º. Sus coordenadas son:

- Latitud: 37º 44´ 75´´ N
- Longitud: 3º 88´ 71´´ W

Los datos de radiación solar utilizados para el cálculo de la energía que generará nuestra instalación han sido obtenidos del programa informático PVSYST (creado por la Universidad de Génova, sobradamente conocido y testeado). Introduciendo las condiciones concretas de la instalación en el programa (equipos que la integran, situación de los módulos fotovoltaicos, posibles sombras que se pueden dar, etc.) arroja un cálculo pormenorizado indicando radiación, rendimiento, sombras, etc. otorgando un alto grado de exactitud en la producción eléctrica que se espera de la instalación.

Los valores calculados por el software son los que se indican a continuación.



VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO

VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO

| UNIVERSITÉ DE GENÈVE PVSYST | PVSYST V5.11 | | 08/05/17 |
|---|---|---|---|

# Grid system presizing

| | | |
|---|---|---|
| **Geographical Site** | **Alcalá La Real** | **Country Spain** |
| **Situation** | Latitude 37° 26' 47" | Longitude 3° 53'15"W |
| Time defined as | N Solar Time | Altitude 920 m |
| **Collector Plane Orientation** | Tilt 30° | Azimuth 0° |

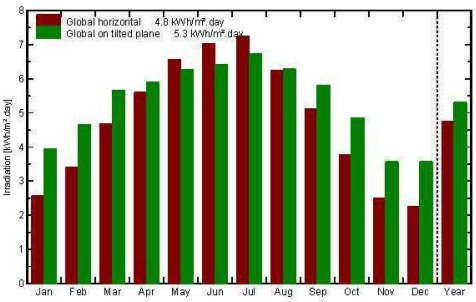
**PV-field installation main features**

| | |
|---|---|
| Module type | Standard |
| Technology | Polycrystalline cells |
| Mounting method | Facade or tilt roof |
| Back ventilation properties | Ventilated |

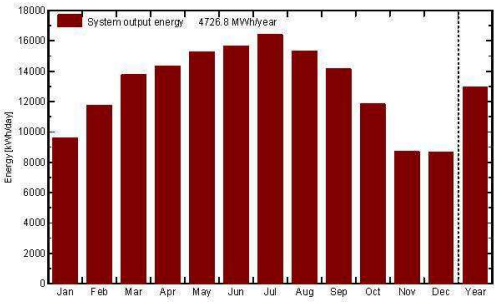
**System characteristics and pre-sizing evaluation**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| PV-field nominal power (STC) | Pnom | 3025 kWp | | |
| Collector area | Acoll | 28810 m² | | |
| Annual energy yield | Eyear | 4727 MWh | Specific yield | 1563 kWh/kWp |
| Economic gross evaluation | Investment | *19919 EUR | Energy price | 0.30 EUR/kWh |

**Meteo and incident energy**




**System output**




| | Gl. horiz. kWh/m².day | Coll. Plane kWh/m².day | System output kWh/day | System output kWh |
|---|---|---|---|---|
| **Jan.** | 2.56 | 3.94 | 9593 | 297391 |
| **Feb.** | 3.53 | 4.82 | 11753 | 329080 |
| **Mar.** | 4.68 | 5.64 | 13744 | 426074 |
| **Apr.** | 5.59 | 5.89 | 14339 | 430166 |
| **May** | 6.55 | 6.27 | 15270 | 473374 |
| **June** | 7.03 | 6.41 | 15622 | 468662 |
| **July** | 7.25 | 6.72 | 16382 | 507842 |
| **Aug.** | 6.24 | 6.28 | 15297 | 474197 |
| **Sep.** | 5.11 | 5.80 | 14134 | 424006 |
| **Oct.** | 3.77 | 4.85 | 11822 | 366471 |
| **Nov.** | 2.50 | 3.57 | 8686 | 260593 |
| **Dec.** | 2.25 | 3.56 | 8674 | 268909 |
| **Year** | 4.76 | 5.32 | 12950 | 4726765 |

VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO

# CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

## CÁLCULO DE LA ENERGÍA SUMINISTRADA A LA RED

### Potencia pico del generador fotovoltaico.-

En condiciones STC, cada captador fotovoltaico produciría una potencia eléctrica igual a su potencia pico, con lo que la potencia pico de la instalación será de:

$$P_{MP,conj} = \left(P_{MP,´PP} \cdot N_{capt,PP}\right) = \left(300\ W_p \cdot 10.000\right) = 3.000.000 W_p$$

, siendo:

- $P_{MP,conj}$: Potencia del conjunto formado por el generador fotovoltaico.
- $P_{MP,PP}$: Potencia máxima de un captador de potencia pico PP.
- $N_{capt,PP}$: Número total de captadores del generador fotovoltaico con potencia pico PP.

Sin embargo, dado que estas condiciones se dan en circunstancias singulares, habrá que prever un funcionamiento medio, de manera que podamos obtener un valor de producción y eficiencia prolongado a lo largo del tiempo.

## CÁLCULO DE LA DISTANCIA MÍNIMA ENTRE FILAS DE MÓDULOS.-

Como consecuencia de las pérdidas de radiación solar que se producen por las sombras que se pueden crear por la proximidad entre las filas de módulos, se va a realizar un cálculo para evitar dichas perdidas y obtener con ello una mayor eficiencia de la instalación.

La distancia d, medida sobre la horizontal, entre unas filas de módulos obstáculo, de altura h, que pueda producir sombras sobre la instalación deberá garantizar un mínimo de 4 horas de sol en torno al mediodía del solsticio de invierno. Esta distancia d será superior al valor obtenido por la expresión:

$$d = h / \tan(61º - latitud)$$

VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA

En nuestro caso según la latitud es 37,26º. La altura h que se toma para el cálculo de la distancia, será la parte más alta que tenga el módulo fotovoltaico con una inclinación de 30º respecto a una línea ficticia paralela a la base del terreno, siendo de 2,47 m.

$$d = 2{,}47 / \tan(61º - 37{,}26) = 5{,}62\ m$$

Según lo obtenido en cálculo, la separación que debe existir entre filas de módulos, es de **5,62 m**. entre la base de cada fila de módulos en una superficie horizontal.

## DIMENSIONADO DE LOS INVERSORES

### Número máximo de captadores en serie por ramal.

Para la potencia pico de la instalación de 3,000 MWp, se requerirá un conjunto de inversores capaz de ceder a la red entre el 70 y 120% de este valor, por lo que se ha optado por 3 inversores de 1000 kW, cediendo pues, un valor nominal de 2,80 MW a la red de la Compañía Suministradora.
Tal como se ha organizado la entrada a los inversores, en cada ramal, no puede llegar más tensión que la máxima admitida por cada inversor en corriente continua que prescribe el fabricante. El límite máximo de tensión en corriente continua procedente de cada uno de los ramales será el marcado por la tensión de circuito abierto a la menor temperatura de funcionamiento de los equipos, pues será la máxima que transmita el generador a los inversores, que se calculará atendiendo a la consideración de que la mínima temperatura de funcionamiento para climas como los de España, será de -5 ºC en las placas, previendo muy posibles bajas temperaturas en invierno.
El inversor admitirá un número máximo y mínimo de captadores en serie y paralelo, debido a sus limitaciones con estos parámetros, obligándose a introducir las tensiones por ramales las mismas.

El número máximo de paneles se obtendrá de:

$$n_{máx} = \frac{U_{máx(INV)}}{U_{OC(T_{\min})}} = \frac{1.000}{41{,}53} = 24{,}07 \Rightarrow 24$$

, siendo:

- $n_{máx}$: Número máximo de captadores en serie por ramal.
- $U_{max\ (INV)}$: Tensión máxima admisible en un ramal del inversor, según especificaciones 600 V en corriente continua.
- $U_{oc\ (Tmin)}$: Tensión de circuito abierto a la temperatura mínima de funcionamiento del sistema.

La temperatura de célula en condiciones de temperatura mínima, lo cual es favorable para el comportamiento del módulo, responde a la siguiente expresión:

$$T_c = T_{amb} + \frac{TONC - 20}{800} G$$

, siendo:

- $T_c$: Temperatura del módulo, en ºC.
- $T_{amb}$: Temperatura ambiente, en ºC.
- TONC: Temperatura de operación nominal de la célula, 45 ºC. Las condiciones normales se consideran G=800 W/m$^2$ y $T_{amb}$ = 20ºC según norma UNE 61215.
- G: Irradiancia solar en las condiciones consideradas, en W/m$^2$

$$T_C = T_{amb} + \frac{TONC - 20}{800} \cdot G = (-5) + \frac{45 - 20}{800} \cdot 250 = 2{,}81\ ^{\circ}C$$

Para un día desfavorable de invierno, se toma G=250 W/m$^2$, mientras que para la situación de máxima potencia, lógicamente tomaremos el valor de G dado en las condiciones STC, 1000 W/m$^2$.

El cálculo de esta tensión requiere la siguiente formulación:

**Si el dato $\alpha_v$ es en %/ºC:**

$$U_{OC(Tmín)} = \left(1 - \left[(T_{STC} - T_{mín}) \cdot \frac{\alpha_V}{100}\right]\right) \cdot U_{0C(STC)}$$

, siendo:

- $U_{oc\ (Tmin)}$: Tensión a circuito abierto del módulo.
- $T_{STC}$: Temperatura del módulo en condiciones STC, 25ºC.
- $T_{min}$: Temperatura del módulo a la mínima temperatura de funcionamiento.
- $\alpha_V$: Variación de la caída de tensión con la temperatura, en %/ºC según fabricante.
- $U_{oc\ (STC)}$: Caída de tensión de circuito abierto en condiciones STC.

$$U_{OC(Tmín)} = \left(1 - \left[(T_{STC} - T_{mín}) \cdot \frac{\alpha_V}{100}\right]\right) \cdot U_{0C(STC)} = \left(1 - \left[(25 - 2{,}81) \cdot \frac{-0{,}30}{100}\right]\right) \cdot 38{,}94 = 41{,}53$$

**Si el dato $\alpha_v$ es en V/ºC:**

$$U_{OC(Tmín)} = \left(U_{0C(STC)} - (T_{STC} - T_{mín}) \cdot \alpha_V\right)$$



VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO

VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA

, siendo:

- $U_{oc\ (Tmin)}$: Tensión a circuito abierto del módulo.
- $T_{STC}$: Temperatura del módulo en condiciones STC, 25ºC.
- $T_{min}$: Temperatura del módulo a la mínima temperatura de funcionamiento.
- $\alpha_V$: Variación de la caída de tensión con la temperatura, en V/ºC según fabricante.
- $U_{oc\ (STC)}$: Caída de tensión de circuito abierto en condiciones STC.

Con la formulación descrita, llegamos a los siguientes valores:

| ***Potencia Pico*** | ***300 $W_p$*** |
|---|---|
| $\mathbf{T_{c,STC}}$ | 25 ºC |
| $\mathbf{T_{amb,min}}$ | -5 ºC |
| $\mathbf{T_{min}}$ | 2,81 ºC |
| $\mathbf{\alpha_v}$ | -0,30 %/ºC |
| $\mathbf{U_{oc(Tmin)}}$ | 41,53 V |
| $\mathbf{n_{máx}}$ | 24 |

**Número mínimo de módulos en serie por ramal**

Igualmente se obtiene el número mínimo asegurando que la mínima tensión del generador fotovoltaico a la entrada del inversor es soportada por éste y de que se pueda convertir la máxima potencia del generador a la máxima temperatura del módulo. Ésta se producirá para temperaturas ambiente de 50ºC, en torno a los 80ºC en el módulo. Así a través de la fórmula:

$$n_{\min} = \frac{U_{PMP(INV)}}{U_{PMP(Tmáx)}} = \frac{430}{25{,}94} = 16{,}58 \Rightarrow 17$$

, siendo:

- $n_{min}$: Número mínimo de módulos en serie por ramal.
- $U_{PMP\ (INV)}$: Tensión mínima admisible en un ramal del inversor, según especificaciones 246 V en corriente continua.
- $U_{PMP\ (Tmax)}$: Tensión de máxima potencia a la máxima temperatura de funcionamiento del sistema, en V.

La temperatura de célula en condiciones de temperatura máxima, responde a la siguiente expresión:

$$T_C = T_{amb} + \frac{TONC - 20}{800} \cdot G = (50) + \frac{45 - 20}{800} \cdot 1000 = 81{,}25\ ^{\circ}C$$

, siendo:

- $T_c$: Temperatura del módulo, en ºC.
- $T_{amb}$: Temperatura ambiente, en ºC.
- TONC: Temperatura operación nominal de la célula, 45 ºC. Las condiciones normales se consideran G=800 W/m$^2$ y $T_{amb}$ = 20ºC según norma UNE 61215.
- G: Irradiancia solar en las condiciones consideradas, en W/m$^2$

VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA

Para un día favorable de verano, se toma G=1000 W/m$^2$, siendo la situación de máxima potencia en las condiciones STC, 1000 W/m$^2$.

El cálculo de esta tensión requiere la siguiente formulación:

**Si el dato $\alpha_v$ es en %/ºC:**

$$U_{PMP(T_{máx})} = \left(1 + \left[\left(T_{máx} - T_{STC}\right) \cdot \frac{\alpha_V}{100}\right]\right) \cdot U_{PMP(STC)}$$

, siendo:

$T_{max}$: Temperatura del módulo a la máxima temperatura de funcionamiento.
$T_{STC}$: Temperatura del módulo en condiciones STC, 25ºC.
$\alpha_V$: Variación de la caída de tensión con la temperatura, en %/ºC según fabricante.
$U_{PMP(STC)}$ : Tensión mínima del módulo en el punto de máxima potencia en condiciones STC.

$$U_{PMP(T_{máx})} = \left(1 + \left[\left(T_{máx} - T_{STC}\right) \cdot \frac{\alpha_V}{100}\right]\right) \cdot U_{PMP(STC)} = \left(1 + \left[\left(81{,}25 - 25\right) \cdot \frac{-0.30}{100}\right]\right) \cdot 31{,}20 = 25{,}94\ V$$

**Si el dato $\alpha_v$ es en V/ºC:**

$$U_{PMP(T_{máx})} = \left(U_{PMP(STC)} + \left(T_{máx} - T_{STC}\right) \cdot \alpha_V\right)$$

, siendo:

$T_{max}$: Temperatura del módulo a la máxima temperatura de funcionamiento.
$T_{STC}$: Temperatura del módulo en condiciones STC, 25ºC.
$\alpha_V$: Variación de la caída de tensión con la temperatura, en V/ºC según fabricante.
$U_{PMP(STC)}$ : Tensión mínima del módulo en el punto de máxima potencia en condiciones STC.

Con la formulación descrita, llegamos a los siguientes valores:

| ***Potencia Pico*** | ***300 $W_p$*** |
|---|---|
| **$T_{c,STC}$** | 25 ºC |
| **$T_{max}$** | 50 ºC |
| **$T_{c,max}$** | 81,25 ºC |
| **$\alpha_v$** | -0,30 %/ºC |
| **$U_{PMP(Tmáx)}$** | 25,94 V |
| **$n_{mín}$** | 17 |

VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA

De ahí que, considerando las superficies útiles de nuestros captadores y del intervalo del número máximo y mínimo obtenidos en los cálculos realizados, se opten por ramales comprendidos entre 17 y 24 módulos fotovoltaicos de potencia 300 $W_p$ conectados en serie.

## CABLEADO ENTRE GENERADOR FOTOVOLTAICO E INVERSORES

### Dimensionado del cableado entre generador fotovoltaico y conexión a red

En la documentación gráfica adjunta se muestra la distribución de ramales, captadores y conexionado al inversor, de manera que para el cálculo de la sección de los conductores se realizará de la siguiente manera:

*Cálculo de la sección por corriente máxima admisible*

Para un ramal, la corriente máxima admisible será un 125% de la corriente de cortocircuito del ramal donde circulará la mayor corriente del campo, es decir:

$$I_{máx,ramal} = \frac{125}{100} \cdot I_{SC,capt} \cdot N_{ramales}$$

Mayorando 1,25 (ITC-BT 40 pto. 5) y aplicando 0,9 conveniente por estar expuesto al sol (sobrecalentamiento por radiación solar, según norma UNE 20435), y 0,9 adicional por considerar un ambiente que pueda llegar a 50ºC (UNE 20460-5-53).

| $N_{ramales}$ | $I_{sc\ Capt.}$ | $I_{máx.\ ramal}$ | $S_{adoptada}$ | $I_{adm,conductor}$ |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 9,35 | 12,25 | 10 $mm^2$ | 68 |

, siendo:

- $I_{máx,ramal}$: Intensidad máxima admisible en un ramal, en A.
- $I_{SC,capt}$: Intensidad de cortocircuito del captador adoptado.
- $N_{ramales}$: Número de ramales en paralelo.
- $S_{adoptada}$: Sección adoptada del conductor de cobre, en $mm^2$.
- $I_{adm,conductor}$: Intensidad admisible del conductor, en A.

Los valores admisibles para conductores aislados en tubos (incluyendo canales para instalaciones -canaletas- y conductos de sección no circular) en montaje superficial o empotrados en obra, siendo en este caso de cobre, admiten una intensidad máxima indicada en la tabla anterior, según lo indicado en Según la norma UNE-HD 60364-5-52.

VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA

*Cálculo de la sección por caída de tensión máxima admisible*

En este cálculo se admite un 1,5% de caídas de tensión entre generador fotovoltaico y conexión a red, procediendo a calcular las secciones de las líneas hasta el inversor para caídas admisibles de un 1,2% de la tensión de máxima potencia por ramal, estando repartida un 0,7% entre módulos y cajas de conexiones y el otro 0,5% de la caída de tensión desde las cajas de conexión al inversor.

Para el dimensionado de todos los ramales, y tomando un criterio de coherencia y uniformidad en la instalación, se escogerá el tramo de longitud más desfavorable hasta el inversor para el dimensionado total de las secciones. Igualmente, como habrá distinto número de captadores en serie y voltajes, tomaremos los valores mínimos pues vemos en la expresión a menor valor de estos parámetros mayor valor tomará la sección del cableado, por lo tanto mayor será la seguridad de nuestra instalación. Con esta consideración, tendremos la siguiente expresión:

$$S_R = \frac{2 \cdot L_R \cdot I_{SC} \cdot N_{ramales}}{0{,}012 \cdot U_{PMP(ramal)} \cdot \kappa}$$

, siendo:

- $S_R$: Sección del conductor del ramal, en mm$^2$.
- $L_R$: Longitud del conductor del ramal más largo, en m.
- $I_{SC}$: Intensidad de cortocircuito máxima en el campo, en A.
- $U_{PMP(ramal)}$ = $N_{s,\ ramal}$ · $U_{PMP(capt)}$: Tensión de máxima potencia mínima de los ramales que forman parte del campo fotovoltaico:
  - *641,8 V → Para los módulos de 300 $W_p$ y 20 captadores.*
- $N_{ramales}$: Número de ramales conectados en paralelo.
- $U_{PMP(capt)}$: Tensión de máxima potencia mínima de los módulos:
  - *32,09 V → Para los módulos de 300$W_p$.*
- $\kappa$: Conductividad del conductor de cobre, 56 m/(Ω·mm$^2$) para una temperatura de 20ºC y de 46,66 m/(Ω·mm$^2$) para una temperatura de 70ºC.

Aquí habrá que tener en cuenta que la máxima caída de tensión es entre el ramal más alejado y su inversor, con lo que se asegura un dimensionado eficaz para todos los conductores con un margen de seguridad suficiente, lo cual se comprobará a través de la siguiente expresión:

$$\theta_R = \frac{2 \cdot L_R \cdot I_{SC} \cdot N_{ramales} \cdot 100}{N_{S,ramal} \cdot U_{PMP(capt)} \cdot S_R \cdot \kappa}$$

, siendo:

- $\theta_R$: Caídas de tensión por ramal, en % respecto a tensión de máxima potencia $U_{PMP}$.
- $L_R$: Longitud del conductor del ramal, en m.
- $I_{SC}$: Intensidad de cortocircuito del ramal, en A.

VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA

- $N_{ramales}$: Número de ramales conectados en paralelo.
- $N_{s,\ ramal}$: Número de captadores conectados en serie por ramal.
- $U_{PMP\ (capt)}$: Tensión de máxima potencia de un captador del ramal.
- $\kappa$: Conductividad del conductor de cobre, 56 m/(Ω·mm$^2$) para una temperatura de 20ºC y de 46,66 m/(Ω·mm$^2$) para una temperatura de 70ºC.
- $S_R$: Sección del conductor del ramal, en mm$^2$.

***Comprobamos el caso más desfavorable:***

**Un ramal a caja de conexión (I.1.9) de 20 módulos de 300 $W_p$:**

$$S_R = \frac{2 \cdot 140 \cdot 9,35 \cdot 1}{0,012 \cdot 641,8 \cdot 46,66} = 7,62 \xrightarrow{ADOPTAMOS} (10\ mm^2)$$

La máxima intensidad que llegará al inversor será la corriente de cortocircuito por el número de ramales en paralelo que tenga la agrupación de un módulo fotovoltaico, es decir, 9,17 A.

El 125% de este valor serán 12,25 A, y teniendo en cuenta los coeficientes aplicados por temperatura, indicados anteriormente, obtenemos una intensidad de 14,82 A, que ha de ser la corriente que han de admitir estos conductores. Según la norma UNE-HD 60364-5-52, estos conductores admiten 68 A, con lo que se adoptarán en principio estos conductores, si finalmente admiten caídas de tensión por debajo del 1,2% de los valores nominales.

Para comprobar las caídas de tensión, determinamos el factor de pérdidas porcentuales para el tramo de cableado considerado, que es el más desfavorable:

$$_R = \frac{2 \times 140 \times 9,35 \times 1 \times 100}{20 \times 32,09 \times 10 \times 46,66} = 0,91\ \%$$

**CABLEADO ENTRE INVERSORES Y RED DE DISTRIBUCIÓN EN CORRIENTE ALTERNA**

Se ha exigido a la red de conductores entre generador y la red un porcentaje máximo de caídas de tensión del 1,5%, por lo que sólo admitiremos el 0,3% entre el inversor y la red. El cálculo de la sección del cableado deriva de la siguiente expresión:

**Tramo inversor / Conexión a red**

$$S_{CA} = \frac{\sqrt{3} \times L_{CA} \times I_{máx.INV}}{0,003 \times V_{n,inv} \times} = \frac{\sqrt{3} \times 5 \times 1.598,62}{0,003 \times 400 \times 46,66} = 247,26 \qquad 300\ mm^2$$

VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA

, siendo:

- $S_{CA}$: Sección del conductor de fases de los inversores hacia conexión a red, en $mm^2$.
- $L_{CA}$: Longitud del conductor de fase y de neutro del inversor hacia red.
- $I_{máx,INV}$: Intensidad máxima a inyectar por los inversores, en A.

Intensidad máxima a inyectar por inversores:

$$I_{máx,INV} = \frac{W_{máx,INV}}{\sqrt{3} \times V_{n,INV} \times \cos_{máx,INV}} = \frac{1.000.000}{\sqrt{3} \times 400 \times 0,9} = 1.598,62 A$$

, siendo:

- $W_{máx,INV}$: Potencia máxima a ceder a la red por los inversores.
- $V_{n,INV}$: Tensión nominal de salida del inversor, 400 V según fabricante.
- $\cos \phi_{máx,INV}$: Factor de potencia mínimo del inversor, 0,9.
- $\kappa$: Conductividad del conductor de cobre, 56 m/(Ω·$mm^2$) para una temperatura de 20ºC y de 46,66 m/(Ω·$mm^2$) para una temperatura de 70ºC.

Como el cable trifásico ha de ser capaz de soportar el 125% de la intensidad nominal del mismo y aplicando coeficientes de temperatura, la intensidad obtenida será de 1.998,27 A, se adoptará cuatro conductores por fase de cobre de tensión asignada 0,6/1 kV de 300 $mm^2$ de sección para inyección hacia red, el cual según la norma UNE-HE 60364-5-52 para conductores aislados en tubos (incluyendo canales para instalaciones –canaletas- y conductos de sección no circular) en montaje superficial o empotrados en obras, de cobre, que admite una corriente máxima de 2.000 A.

## JUSTIFICACIÓN DE LA PÉRDIDAS DE TENSIÓN MÁXIMAS EN LA INSTALACIÓN GENERADORA

### Justificación de pérdidas de tensión máxima entre generador fotovoltaico e inversores

Las pérdidas de tensión cada ramal del generador en corriente continua se evalúan con la fórmula:

$$V_{CC} = \frac{2 \cdot L_R \cdot I_{SC} \cdot N_{ramales}}{S_R \cdot} = \frac{2 \cdot 140 \cdot 9,35 \cdot 1}{10 \cdot 46,66} = 5,87$$

$$\% = \frac{V_{CC}}{N_{S,ramal} \cdot V_{mp,ramal}} \cdot 100 = \frac{5,87}{20 \cdot 32,09} = 0,91\%$$

Siendo:

- $\Delta V_{CC}$: Máxima pérdida de tensión en ramales de corriente continua en V.
- $L_R$: Longitud del conductor del ramal más desfavorable.
- $I_{SC}$: Intensidad de cortocircuito del ramal.
- $S_R$: Sección del conductor del ramal en $mm^2$.
- $N_{ramales}$: Número de ramales conectados en paralelo.
- $N_{s,\ ramal}$: Número de captadores conectados en serie por ramal.
- $V_{mp,ramal}$: Tensión de máxima potencia de un ramal.
- $\kappa$ : Conductividad del conductor de cobre, 56 $m/(\Omega \cdot mm^2)$ para una temperatura de 20ºC y de 46,66 $m/(\Omega \cdot mm^2)$ para una temperatura de 70ºC.

**Justificación de las caídas de tensión en corriente alterna entre los inversores y la red de distribución**

Para comprobar las pérdidas máximas de tensión en el entramado de corriente alterna, se ha usado de la formulación siguiente:

**Tramo inversor / Conexión a red:**

$$V_{CA} = \frac{\sqrt{3} \cdot L_{CA} \cdot I_{máx,INV}}{S_{CA} \cdot} = \frac{\sqrt{3} \cdot 5 \cdot 1.598,62}{1.200 \cdot 46,66} = 0,247\ V$$

$$\% = \frac{V_{CA}}{V_{n,INV}} \cdot 100 = \frac{0,247}{400} \cdot 100 = 0,061\%$$

Siendo:

- $\Delta V_{CA}$: Caídas de tensión por fase entre inversores y punto de conexión, en V
- $L_{CA}$: Longitud del cableado entre los inversores y caja de conexión o embarrado.
- $I_{max,INV}$: Intensidad máxima a inyectar por el inversores.
- $S_{CA}$: Sección del conductor de fase del inversor hacia conexión a red.



VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA

VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA

## CAÍDAS TOTALES DE TENSIÓN INVERSOR 1

| TRAMO | Longitud (m) | $I_{sc}$(A) | $N_{ramales}$ | $N_{S.ramal}$ | $V_{mp}$(V) (ramal) | Sección Cu cálculo ($mm^2$) | Sección Cu normalizada ($mm^2$) | $\Delta V_{CC}$(V) | $\Theta_R$(%) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Ramales/I1 | 140 | 9,35 | 1 | 20 | 641,8 | 7,62 | 10 | 5,87 | 0,88 | < 1,2% |
| | Longitud (m) | $I_{max\ inver.}$ | | | $V_{mp}$(V) (inversor) | Sección Cu cálculo ($mm^2$) | Sección Cu normalizada ($mm^2$) | $\Delta V_{CA}$(V) | $\Theta_{CA}$ | |
| Tramo inversor/punto de conexión | 500 | 28,9 A | | | 20 kV | 300 | 4x300 | 0,247 | 0,06 | < 0,3% |
| | | | | | | | | | 0,94 % | < 1,5% |

La suma total de la caída de tensión más desfavorable es de 0,94 %, inferior al 1,5 % reglamentario.

## CAÍDAS TOTALES DE TENSIÓN INVERSOR 2

| TRAMO | Longitud (m) | $I_{sc}$(A) | $N_{ramales}$ | $N_{S.ramal}$ | $V_{mp}$(V) (ramal) | Sección Cu cálculo ($mm^2$) | Sección Cu normalizada ($mm^2$) | $\Delta V_{CC}$(V) | $\Theta_R$(%) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Ramales/I1 | 140 | 9,35 | 1 | 20 | 641,8 | 7,62 | 10 | 5,87 | 0,91 | < 1,2% |
| | Longitud (m) | $I_{max\ inver.}$ | | | $V_{mp}$(V) (inversor) | Sección Cu cálculo ($mm^2$) | Sección Cu normalizada ($mm^2$) | $\Delta V_{CA}$(V) | $\Theta_{CA}$ | |
| Tramo inversor/punto de conexión | 350 | 28,9 A | | | 20 kV | 300 | 4x300 | 0,247 | 0,06 | < 0,3% |
| | | | | | | | | | 0,82 % | < 1,5% |

La suma total de la caída de tensión más desfavorable es de 0,82 %, inferior al 1,5 % reglamentario.

## CAÍDAS TOTALES DE TENSIÓN INVERSOR 3

| TRAMO | Longitud (m) | $I_{sc}$(A) | $N_{ramales}$ | $N_{S.ramal}$ | $V_{mp}$(V) (ramal) | Sección Cu cálculo ($mm^2$) | Sección Cu normalizada ($mm^2$) | $\Delta V_{CC}$(V) | $\Theta_R$(%) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Ramales/I1 | 140 | 9,35 | 1 | 20 | 641,8 | 7,62 | 10 | 5,87 | 0,88 | < 1,2% |
| | Longitud (m) | $I_{max\ inver.}$ | | | $V_{mp}$(V) (inversor) | Sección Cu cálculo ($mm^2$) | Sección Cu normalizada ($mm^2$) | $\Delta V_{CA}$(V) | $\Theta_{CA}$ | |
| Tramo inversor/punto de conexión | 100 | 28,9 A | | | 20 kV | 300 | 4x300 | 0,247 | 0,061 | < 0,3% |
| | | | | | | | | | 0,94 % | < 1,5% |

La suma total de la caída de tensión más desfavorable es de 0,94 %, inferior al 1,5 % reglamentario.

VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA

Para obtener una mayor seguridad en los valores, se observa que se toman corrientes máximas para acentuar las caídas y mayorar los resultados de las secciones.

## DIMENSIONADO DE ELECTRODO DE TIERRA

Dado lo expuesto en la memoria y capítulo de cálculos, tendremos que:

$$R_{pica} = \frac{\rho}{L} = 25\ \Omega$$

ρ: Resistividad del terreno, 50 Ω m, según Tabla 4 de ITC-BT-18.
L: Longitud de la pica, 2 m.

La intensidad máxima que se derivará a tierra se extraerá de:

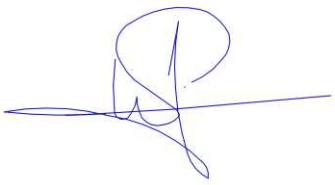
$$I_s = \frac{V}{R_{pica}} = \frac{24}{25} = 0{,}96\ A$$

con lo que los dispositivos diferenciales pueden ser de corriente de defecto $I_s$=0,3 A.

CONCLUSIÓN:

Con la Memoria, Cálculos y Anexos que se exponen, el Técnico que suscribe el presente Proyecto, ha satisfecho todas las exigencias para llevar a la práctica dicha instalación.

Granada, a Diciembre de 2.017
El Ingeniero Técnico Industrial



José Antonio Pérez Hidalgo
Colegiado num. 1.087
Colegio Oficial de Peritos e Ingenieros
Técnicos Industriales de Granada

VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA

# ANEXO V: PUNTO DE ACCESO

VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO

Distribución

ENDESA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA, S. L.
Avd. de la Borbolla, 5
41004 Sevilla

**Tipo de generación** FOTOVOLTAICA
**Referencia Solicitud:** SCE1063896/ 29 -2016

IFV GINETA I 3MW. (LA RATA I)

Sr. D. Vicente Javier Ruiz Contreras
**GEDISOL ENERGÍA, S.L.**
c./ Camino Juan XXIII, S/N
ALCALÁ LA REAL
23680 JAÉN

**ASUNTO:** solicitud de punto de conexión

En relación a su solicitud de punto de conexión a la red de distribución de Endesa Distribución Eléctrica de la instalación de generación **IFV GINETA I** (LA RATA I) de **3.000** kW, con conexión directa a la red de distribución, titularidad de **GEDISOL ENERGÍA, S.L.**, situada en coordenadas UTM-30 x=421533, y=4144904, Polígono 12 Parcela 173, del T.M. de Alcalá la Real (JAÉN) nos complace comunicarle a continuación las condiciones en que podemos atenderla, conforme a la legislación vigente:

- Punto de conexión: Barras 1 de 20kV SE Mazuelos
- Coordenadas UTM del punto de conexión: 30, 422162, 4144911
- Tensión nominal (V): 20.000
- Tensión máxima estimada (V): 21.400
- Tensión mínima estimada (V): 18.600

La instalación de generación tendrá que estar inscrita en el Registro de instalaciones de generación.

Estas indicaciones técnicas se facilitan para atender su solicitud, sin que puedan ser aplicadas para condiciones distintas a las consideradas (tipo de generación, potencia, ubicación, etc.).

Teniendo en cuenta lo establecido en la legislación vigente al formar parte su instalación de una agregación de instalaciones que superan los 10 MW con afección mayoritaria sobre el mismo nudo de la red de transporte, es necesario además que el Operador del Sistema confirme la aceptabilidad del punto de conexión desde la perspectiva de la red de transporte. A tal efecto EDL informará de la presente comunicación al Operador del Sistema para que proceda a la evaluación de dicha aceptabilidad, necesaria en cualquier caso antes de proceder a la conexión.

En consecuencia les rogamos que nos remitan a la mayor brevedad posible la información necesaria para que REE pueda estudiar dicha afección, la cual se encuentra en la página WEB de Red Eléctrica de España.

De acuerdo con la legislación vigente, todas las instalaciones de producción a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos con potencia superior a 5 MW, y aquellas con potencia inferior o igual a 5 MW pero que formen parte de una agrupación del mismo subgrupo del artículo 2

VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA

endesa Distribución

ENDESA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA, S. L.
Avd. de la Borbolla, 5
41004 Sevilla

**Tipo de generación** FOTOVOLTAICA
**Referencia Solicitud:** SCE1063896/ 29 -2016

IFV GINETA I 3MW. (LA RATA I)

Sr. D. Vicente Javier Ruiz Contreras
**GEDISOL ENERGÍA, S.L.**
c./ Camino Juan XXIII, S/N
ALCALÁ LA REAL
23680 JAÉN

**ASUNTO:** solicitud de punto de conexión

En relación a su solicitud de punto de conexión a la red de distribución de Endesa Distribución Eléctrica de la instalación de generación **IFV GINETA I** (LA RATA I) de **3.000** kW, con conexión directa a la red de distribución, titularidad de **GEDISOL ENERGÍA, S.L.**, situada en coordenadas UTM-30 x=421533, y=4144904, Polígono 12 Parcela 173, del T.M. de Alcalá la Real (JAÉN) nos complace comunicarle a continuación las condiciones en que podemos atenderla, conforme a la legislación vigente:

- Punto de conexión: Barras 1 de 20kV SE Mazuelos
- Coordenadas UTM del punto de conexión: 30, 422162, 4144911
- Tensión nominal (V): 20.000
- Tensión máxima estimada (V): 21.400
- Tension mínima estimada (V): 18.600

La instalación de generación tendrá que estar inscrita en el Registro de instalaciones de generación.

Estas indicaciones técnicas se facilitan para atender su solicitud, sin que puedan ser aplicadas para condiciones distintas a las consideradas (tipo de generación, potencia, ubicación, etc.).

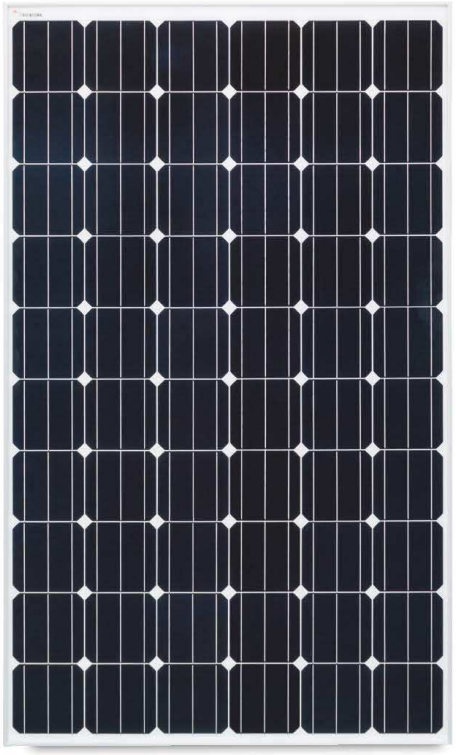
Teniendo en cuenta lo establecido en la legislación vigente al formar parte su instalación de una agregación de instalaciones que superan los 10 MW con afección mayoritaria sobre el mismo nudo de la red de transporte, es necesario además que el Operador del Sistema confirme la aceptabilidad del punto de conexión desde la perspectiva de la red de transporte. A tal efecto EDL informará de la presente comunicación al Operador del Sistema para que proceda a la evaluación de dicha aceptabilidad, necesaria en cualquier caso antes de proceder a la conexión.

En consecuencia les rogamos que nos remitan a la mayor brevedad posible la información necesaria para que REE pueda estudiar dicha afección, la cual se encuentra en la página WEB de Red Eléctrica de España.

De acuerdo con la legislación vigente, todas las instalaciones de producción a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos con potencia superior a 5 MW, y aquellas con potencia inferior o igual a 5 MW pero que formen parte de una agrupación del mismo subgrupo del artículo 2

VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA

# ANEXO VI: Fichas Técnicas



# SERIE WRS M060F

## Elevata Qualità

Grazie all'impiego dei migliori componenti certificati secondo gli standard Europei.

## Caratteristiche

Le celle solari utilizzate per i nostri moduli fotovoltaici offrono un'alta efficienza di conversione della luce solare per garantire una qualità del prodotto ad elevato standard.
I nostri moduli ad alte prestazioni hanno una tolleranza positiva dello 0 + 5 W. Questo garantisce una produzione costante e stabile di energia. Sono resistenti alle condizioni metereologiche e alle temperature più estreme, superando tutti i test IEC evidenziano un valore di resistenza meccanica di 5400 Pa, cioè una pressione di 550 kg/m2.

## Applicazioni

I moduli WARIS sono ottimali per qualsiasi tipo di impianto: da quello residenziale o industriale a quello dei campi solari.

## Garanzia e Certificazione

I moduli WRS hanno una garanzia di 12 anni sui difetti di produzione.
I nostri moduli hanno una garanzia lineare sulla potenza nominale* di:
97% rispetto alla potenza nominale* durante il primo anno di vita. Successivamente un degrado massimo non superiore allo 0,6% annuo.
92% rispetto alla potenza nominale* entro i primi 10 anni dall'acquisto.
85% rispetto alla potenza nominale* tra l'undicesimo e il ventesimo anno dall'acquisto.
83% rispetto alla potenza nominale* tra il ventunesimo e il venticinquesimo anno dall'acquisto.
Tutti i moduli sono certificati secondo le normative IEC 61215:2005 ed IEC 61730-1 IEC 61730-2

*Se installati ed utilizzati nel rispetto dei requisiti per la conservazione, il montaggio, l'uso e la manutenzione contenuti nel manuale di installazione.



Documento visado electrónicamente con número GR00138/18. Página 108 de 201

VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA

# SERIE WRS M060F

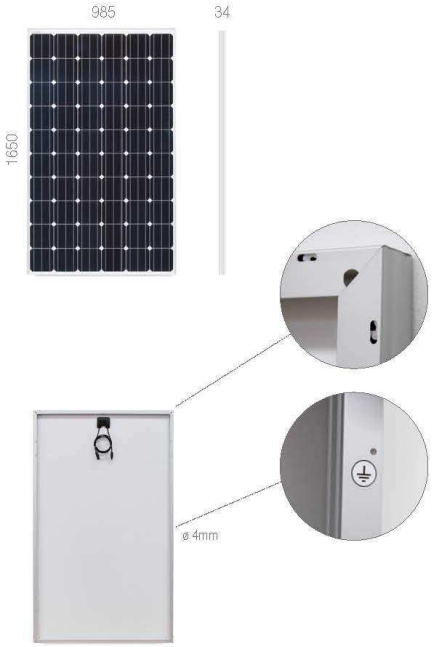
| TIPO MODULO | | Dati tipici alle condizioni standard STC - 1000 W/m² - AM 1,5 - 25°C | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | WRS275 M060F | WRS280 M060F | WRS290 M060F | WRS300 M060F |
| POTENZA NOMINALE | W | 270 | 280 | 290 | 300 |
| TOLLERANZA DI POTENZA | W | 0 + 5 | 0 + 5 | 0 + 5 | 0 + 5 |
| EFFICIENZA MODULO | % | 16,61 | 17,23 | 17,84 | 18,30 |
| TENSIONE ALLA MAX POTENZA* | V | 31,20 | 31,63 | 32,05 | 31,20 |
| CORRENTE ALLA MAX POTENZA* | A | 8,65 | 8,85 | 9,05 | 9,63 |
| TENSIONE A CIRCUITO APERTO* | V | 38,94 | 39,48 | 40,00 | 39,40 |
| CORRENTE DI CORTO CIRCUITO* | A | 9,17 | 9,38 | 9,59 | 9,97 |
| MASSIMA TENSIONE | V | 1000 | 1000 | 1000 | 1000 |

*I valori sono indicativi e possono essere soggetti a variazioni. Le misurazioni elettriche hanno una tolleranza del +/-5%

| Caratteristiche termiche | | |
|---|---|---|
| NOCT - Nominal Operating Cell Temperature | | 45 ± 2°C |
| COEFF. TEMP. ISC | % / °C | +0,05 |
| COEFF. TEMP. VOC | % / °C | -0,30 |
| COEFF. TEMP. PMAX | % / °C | -0,42 |

| Caratteristiche meccaniche | |
|---|---|
| DIMENSIONI mm | 1650 X 985 X 34 |
| PESO kg | 19,0 |
| CELLE | 60 celle da 156 x 156 mm in silicio monocristallino |
| COPERTURA FRONTALE | Vetro temperato da 3,2 mm |
| MATERIALE INCAPSULANTE | EVA |
| COPERTURA POSTERIORE | PPE nel colore bianco o trasparente |
| MATERIALE DELLA CORNICE | Alluminio anodizzato |
| SCATOLA DI GIUNZIONE | IP67 con 3 diodi di bypass |
| CONNETTORI | MC4 compatibili |

| Condizioni di operatività | |
|---|---|
| TEMPERATURA | -40 bis +90°C |
| CARICO MASSIMO | 5400 Pa pari a 550 kg/m² |




Waris Srl si riserva in qualsiasi momento di apportare modifiche ai dati tecnici del prodotto. Rev. 05 del 21/07/2016

WARIS S.R.L.
Via Sorino, 2 - 38083 Borgo Chiese (TN) Italy
Tel. (+39) 0465 621 215 Fax (+39) 0465 621 271
www.waris-solar.it - info@waris-solar.it



VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA

VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA

## Technical data and type

| Type code | PVS800-MWS-1000kW-20<br>1 MW | PVS800-MWS-1250kW-20<br>1.25 MW |
|---|---|---|
| **Input (DC)** | | |
| Maximum input power ($P_{DI,max}$) | 2 x 600 kW | 2 x 760 kW |
| DC voltage range, mpp ($U_{DC\_mpp}$) | 450 to 825 V | 525 to 825 V |
| Maximum DC voltage ($U_{DC,max}$) [1] | 1000 V | 1000 V |
| Maximum DC current ($I_{DC,max}$) | 2 x 1145 A | 2 x 1240 A |
| Voltage ripple, PV voltage ($U_{PP}$) | < 3% | < 3% |
| Number of protected DC inputs (parallel) | 2 x 8 (+/-) | 2 x 8 (+/-) |
| Number of mppt trackers | 2 | 2 |
| **Output (AC)** | | |
| Nominal AC output power ($P_{AC\_N}$) | 1000 kW | 1250 kW |
| Nominal AC current ($I_{AC\_N}$) | 28.9 A | 36.1 A |
| Nominal output voltage ($U_{AC\_N}$) [2] | 20 kV | 20 kV |
| Output frequency | 50/60 Hz | 50/60 Hz |
| Harmonic distortion, current [3] | < 3% | < 3% |
| Power factor compensation (cosφ) | Yes | Yes |
| Inverter type (2 x ABB central inverters) | PVS800-57-0500kW-A | PVS800-57-0630kW-B |
| Transformer type [4] | ABB Vacuum cast coil dry-type | |
| Medium voltage switchgear type [5] | ABB SafeRing type DeV with REJ603 protection relay (self-powered) | |
| **Efficiency** | | |
| Maximum [6] (including transformer) | 97.8% | 97.8% |
| Euro-eta [6] (including transformer) | 97.1% | 97.3% |

| Type code | PVS800-MWS-1000kW-20<br>1 MW | PVS800-MWS-1250kW-20<br>1.25 MW |
|---|---|---|
| **Power consumption** | | |
| Own consumption in operation [7] | < 1200 W | < 1200 W |
| Standby operation consumption [7] | < 140 W | < 140 W |
| External auxiliary voltage | 3 ~ 400 V/50 Hz | 3 ~ 400 V/50 Hz |
| **Dimensions and weight** | | |
| Width/Height/Depth, mm | W 6930/H 3070/D 2430 | W 6930/H 3070/D 2430 |
| Weight approx. | 20 t | 21 t |
| **Environmental limits** | | |
| Degree of protection | IP54 (inverter section)/IP23d (transformer and switchgear section) | IP54 (inverter section)/IP23d (transformer and switchgear section) |
| Ambient temperature range (nominal ratings) | -20 to +40 °C | -20 to +40 °C |
| Maximum ambient temperature [8] | +50 °C | +50 °C |
| Relative humidity, non condensing | 15 to 95% | 15 to 95% |
| Maximum altitude (above sea level) [9] | 2000 m | 2000 m |
| Maximum cooling air flow | 6720 m³/h | 6720 m³/h |
| **User interface and communications** | | |
| Local user interface | Inverter's control panel and PC interface through ABB Drive Window | |
| Fieldbus connectivity | Modbus, PROFIBUS, Ethernet | |
| **Product compliance** | | |
| Conformity | IEC 62271-202 High-voltage/low-voltage prefabricated substation | |
| Certifications and approvals | BDEW | |
| Grid support | Reactive power compensation, Power reduction, Low voltage ride through | |

[1] If DC voltage is > 1000 V, the inverter will not be damaged, but will not start
[2] Voltages between 6 and 24 kV available as an option
[3] At nominal power
[4] Other ABB transformer types available as an option
[5] Other ABB switchgear types available as an option
[6] Efficiency without auxiliary power consumption, at lowest DC voltage
[7] Without options and heating
[8] Power derating after 40 °C
[9] Power derating above 1000 m. Above 2000 m special requirements.

VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN

1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO

COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS
TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA

# ANEXO VII: CALIFICACIÓN AMBIENTAL

VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA

# Cumplimiento de la Normativa Ambiental

La ley 7/2007, de 9 de julio de Gestión Integrada de la Calidad Ambientas, en su de Protección Ambiental en su Anexo I recoge las categorías de actuaciones sometidas a los instrumentos de prevención y control ambiental.

La actuación a realizar consiste en una INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE 3,000 MW PARA LA PRODUCCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DESTINADA A SU VENTA A LA RED en suelo no urbano que ocupa una superficie de 3,35 ha, inferior a 10 ha, por lo que estará incluida en el Anexo I en la CAT. 2.7, estando sometida por la tanto la actuación a Calificación Ambiental.

Se debe tener en cuenta además, que el desarrollo de la actividad no genera residuos, ya que la materia prima utiliza es el SOL, cuya radiación es transformada en energía eléctrica por los paneles fotovoltaicos.

## Objeto de la actividad

Como se ha indicado anteriormente la actividad consiste en INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE 3,000 MW PARA LA PRODUCCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DESTINADA A SU VENTA A LA RED, siendo necesario realizar para su autorización un Proyecto que ha sido redactado por el Ingeniero Técnico Industrial D. José Antonio Pérez Hidalgo Colegiado nº1.087 del Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Granada.

## Situación

La instalación se ubicará en el Paraje La Rata, Polígono 12, Parcela 173, de la localidad de Alcalá La Real, provincia de Jaén. En la documentación gráfica se adjunta plano de situación de la instalación fotovoltaica.

Concretamente, el área se clasifica como suelo no urbanizable en zona rural, es decir, que se extiende sobre suelo no urbanizable de terrenos yermos o cultivados que no reúnen especial interés agrario ni urbanístico, para protegerlos contra una posible utilización abusiva.

## Adecuación del terreno

### ***Retirada de capa vegetal***

Esta acción incluye el desbroce del terreno de la explanación en la que han de asentarse las instalaciones solares, así como el arranque de matorral (degradado), y la retirada de productos al vertedero. Se eliminaran posibles tocones y raíces de diámetro superior a 10 cm hasta una profundidad no menos de 50 cm por debajo de la rasante de la explanación. Los deshechos serán transportados a vertedero por gestor autorizado, donde serán incinerados o enterrados, según el caso, cumpliendo con la normativa existente sobre la incineración e informándose sobre la posible propagación de plagas. La tierra vegetal procedente del desbroce se dispondrá para su ubicación definitiva en el menor tiempo posible. Si no fuese posible, se deberá apilar en montones con una altura que no supere los 2 m.

VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA

***Excavación***

Esta medida será muy superficial dado que el terreno es muy llano. No obstante consistirá en el movimiento a nivel superficial de tierras por medios materiales, bien manualmente o en forma mecánica con excavadoras, cuyo objeto es alcanzar el plano de arranque de la explanación. Se llevará tierra de la zona alta a la más baja para incorporar al terreno la menor cantidad posible de tierra y así nivelar el terreno.

***Realización de zanjas para las canalizaciones***

Se realizaran a los largo de todas las centrales solares de zanjas para canalizaciones enterradas de conductores de corriente continua o alterna.

## Evacuación de aguas pluviales

Se recogerán y canalizaran las aguas pluviales en el perímetro de la parcela mediante canales de recogida de agua en tamaño y pendiente suficiente para conducir el agua y sacarla por el lateral de la parcela. Además, todo el terreno tendrá pendiente suficiente para el movimiento adecuado del agua.

## Distancias de seguridad

Se mantendrán los retranqueos de seguridad establecidos en las NNSS vigentes del municipio en el que se ubica la actividad.

## Vallado perimetral

Se dispondrá un vallado perimetral de toda la parcela en la que se ubicará la planta fotovoltaica consistente en postes con altura máxima de 2m, mallado de 15x30 cm, portillos cada 25 m y sin alambre de espino.

## Datos productivos

***Producción de energía***

La energía estimada que generará el campo solar asciende a 4.726.765 kWh anuales.

Todos los componentes que integran el campo solar son totalmente inocuos, no consumiendo apenas energía ni materias primas, ni emitiendo efluentes significativos.

VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA

***Consumo de agua y abastecimiento***

Durante las obras, el suministro de agua potable será a través de los medios necesarios (camiones cuba, cisternas, etc.) que garanticen su existencia regular desde el comienzo de la obra.

No obstante, hay que considerar que los huertos solares no obedecen a actividades productivas en sí, puesto que no precisan de personal de proceso productivo. Son instalaciones autónomas que necesitan eventuales operaciones de revisión y mantenimiento por personal externo.

Para el funcionamiento del huerto solar, el suministro de agua potable será a partir de los medios necesarios (cubas, cisternas, etc.) que darán servicio a un depósito, evitándose así conectar con las redes de suministro de agua potable de la zona.

El agua almacenada en depósito se empleara para las operaciones de limpieza de instalaciones, estimándose un consumo anual de 100 $m^3$.

## Descripción y diagramas de los procesos de fabricación

Los huertos solares se consideran actividades transformadoras de energía, en las cuales se genera energía eléctrica a partir de energía solar.

Una central solar fotovoltaica tiene como cometido la generación de energía eléctrica de la red utilizando como materia prima la radiación lumínica del Sol. Es por ello que se trata de una instalación con un alto interés social al generar energía limpia y que contribuye al desarrollo sostenible.

La conversión directa de la energía solar en energía eléctrica se debe al fenómeno físico de la interacción de la radiación luminosa con los electrones en los materiales semiconductores, fenómeno conocido como efecto fotovoltaico. Este efecto consiste en la liberación de los electrones de la última capa de los átomos de silicio cuando son sometidos a un haz lumínico, de manera que cuando un fotón choca de la manera adecuada con un electrón libre del silicio, ese adquiere la energía suficiente para formar parte de la corriente de electrones que salen a la superficie de la célula fotovoltaica.

Esta corriente es recogida de la superficie de la célula por unas líneas de material conductor, de manera que la colocación de varias células en serie nos permite ir aumentando la tensión de funcionamiento de las células, así pues, para fabricar módulos que funcionen de 12 V DC se utilizan 72 células.

Para la caracterización de un módulo se miden sus prestaciones eléctricas en unas condiciones determinadas. Se le ilumina con una radiación solar de 1.000 W/m2 a 25º C de temperatura de las células y a una velocidad del aire de 1 m/s. La máxima potencia generada en estas condiciones por cada módulo se mide en Wp (vatios pico). Asimismo, la energía producida se mide en KWh, siendo 1 kWh la energía que produciría 1 módulo de 100 Wp que recibiese una radiación de 1.000 $W/m^2$ durante 10 horas.

La energía producida en un módulo fotovoltaico es en forma de corriente continua, por lo que para poder ser inyectada en la red de Baja tensión ha de ser convertida en corriente alterna. Esta función la realiza un aparato electrónico llamado inversor, de cuya potencia depende la potencia nominal de la central fotovoltaica.

VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA

Como se desprende de la información anterior, un campo solar ha de disponer de suficiente terreno adecuado para la colocación de los seguidores y módulos fotovoltaicos, espacios para el alojamiento de los inversores, sistemas de conducción para la instalación de los conductores eléctricos, y sobre todo ha de disponer de acceso a la red general de Distribución.

## Vegetación.

La parcela, se sitúa en una zona de campos de Alcalá La Real. En la actualidad, la zona se encuentra en barbecho sobre terreno arable. Antes poseía cultivos no existiendo en la actualidad ninguno por abandono.

En algunas áreas se ha producido revegetación sobre el terreno en cuestión, pero únicamente se encuentran especímenes oportunistas.

El entorno de la parcela es fundamentalmente agrícola. Fuera de la misma, se observan alrededor cultivos de regadío, secano, cítricos, e invernaderos.

La vegetación de la zona carece de interés conservacionista o ecológico.

## Paisaje

No cabe duda que uno de los impactos más importantes generados por la instalación de un campo solar será aquel que se genera por alteración del paisaje, no obstante la actividad no se encuentra asentada en espacios naturales, ni zonas de especial interés paisajístico en general.

La zona sobre la que se localizará la actividad no es considerada una zona de relevancia especial en cuanto al previsible impacto visual y/o paisajístico se refiere.

Se trata de una zona en la cual se observa un entorno eminentemente agrícola, con cultivos de regadío y secano, invernaderos, terrenos en barbecho abandonados donde proliferan alrededor y embalses para abastecimiento de riego.

La zona en sí es un terreno plano, desprovisto de cultivo en la actualidad donde predominan especies de vegetación oportunistas.

El impacto paisajístico viene producido por la instalación de estructuras artificiales, como son los módulos solares, dentro de un paraje natural o naturalizado (los paisajes agrícolas, pasan a formar parte de los paisajes naturales asimilados por la población al llevar largos años de explotación) y que puedan ser observados por los habitantes o visitantes a la zona.

Durante **la fase de obras**, el impacto se caracteriza como:

**Intensidad**: Se trata de un impacto que afecta de forma ligera a un recurso de moderada importancia ecológica.

**Ámbito**: el ámbito es local, siendo visible desde varios puntos.

VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA

**Persistencia**: El impacto sobre el paisaje tendrá la duración de las obras. Por lo tanto es temporal de corta duración

**Reversibilidad**: El impacto al paisaje como consecuencia de las obras es reversible de forma espontánea al acabar éstas.

**Posibilidad de aplicar medidas**: En la fase de obras no son de aplicación medidas para el elemento del medio "paisaje".

Durante **la fase de desarrollo** del parque solar el impacto sobre el paisaje se valorara como:

**Intensidad**: Se trata de un impacto que afecta de forma ligera a un recurso de moderada importancia ecológica.

**Ámbito**: El ámbito es local, siendo visible desde varios puntos.

**Persistencia**: El impacto sobre el paisaje tendrá la duración permanente.

**Reversibilidad**: se trata de un impacto reversible mediante medidas sencillas de reposición al estado inicial.

**Posibilidad de aplicar medidas**: son medidas de integración paisajística consistentes en la ocultación paisajística y revegetación.

## Factores culturales

Tras el inventario realizado no se considera la incidencia del proyecto sobre ningún elemento perteneciente al patrimonio histórico español, ni existen zonas de valor significativo arqueológico, geológico, didáctico, turístico o científico en todas sus ramas. Dentro del área de estudio no se han localizado bienes de interés cultural.

## Salubridad poblacional

La actividad se localiza en un entorno rural suficientemente alejado de núcleo poblacional, si bien la misma no supondrá ningún factor de riesgo para la salubridad.

## Contaminación

La actividad no se encuentra catalogada como potencialmente contaminadora de la atmósfera.

La generación de energía eléctrica directamente a partir de la luz solar no requiere ningún tipo de combustión, por lo que no se produce polución térmica ni emisiones de $CO_2$ que favorezcan el efecto invernadero. Por el contrario, contribuye a nivel macroecológico al evitar la generación de dichas emisiones por otras fuentes energéticas convencionales y además resultan casi siempre reversibles.

VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA

Entre las ventajas que presentan destacan:

1.- No emiten $CO_2$ a la atmósfera, evitando así el proceso de calentamiento terrestre como consecuencia del efecto invernadero.

2.- No contribuyen a la formación de lluvia ácida.

3.- No dan lugar a la formación de NOx

Durante la fase de actividad no se producirán afecciones sobre la calidad del aire, ya que el funcionamiento de las placas solares no produce emisiones de ningún tipo. Hay que considerar durante esta fase el beneficio que supondrá a nivel macroecológico sobre la calidad del aire el uso de esta fuente de energía en detrimento de las convencionales no renovables.

No obstante, pese a no ser una actividad contaminadora de la atmósfera, durante la ejecución de las obras se generaran emisiones en mínima cantidad y poca duración, Los principales impactos que se producen sobre la atmósfera son emisiones de gases y partículas de polvo, derivadas del tránsito de vehículos de obras y desbroce del terreno, eliminación de terrazas de cultivo y acopios para favorecer la pendiente sur y el acondicionamiento de los accesos (caminos necesarios para su acceso y ejecución para el paso de vehículos para la obra).

Por otra parte al no estar asentado en núcleos rurales ni entornos naturales, este impacto se verá reducido significativamente.

En la fase de instalación de las estructuras de los módulos fotovoltaicos y elementos asociados las emisiones de polvo se reducirán al minimizar los movimientos de tierras y se limitaran a levantado por los vehículos que transporten las estructuras hasta el lugar elegido para su instalación.

Hay que considerar que al estar los paneles prefabricados, se acortará sensiblemente el periodo de las obras y de instalación de las estructuras.

## Olores

La actuación en todas sus fases no será significativa en cuanto a olores molestos e irritantes.

### Radiación térmica

Las placas solares no producen efectos de solarización sobre cultivos, poblaciones o áreas aledañas, ya que precisamente su objetivo es absorber radiación solar para convertirla en energía eléctrica.

En cuanto al "robo" de radiación solar por parte de los paneles al medio ambiente circundante que, en teoría podría modificar el microclima local, hay que decir que aproximadamente solo el 10% de la energía solar incidente por unidad de tiempo sobre la superficie del campo fotovoltaico es transformada y transferida a otro lugar en forma de energía eléctrica, siendo el 90 % restante reflejada o transferida a través de los módulos.

VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO

Este hecho, no será relevante para el entorno para el entorno de las parcelas, máxime considerando el beneficio macroecológico global que conlleva esta fuente de energía sobre el entorno.

## Vertidos

Durante las obras dispondrá de servicios higiénicos suficientes y reglamentarios. Se dispondrá de medios que faciliten su evacuación o traslado a lugares específicos destinados para ellos, de modo que no se agreda al medio ambiente (aseos químicos).

Durante el desarrollo de la actividad, según se ha especificado anteriormente, los huertos solares no obedecen a actividades productivas en sí no precisan de personal de proceso. Son instalaciones autónomas que requieren de eventuales operaciones de revisión y mantenimiento por personal externo.

En consecuencia no precisan de instalaciones de saneamiento y/o depuración ni entroncar con redes de saneamiento.

Según lo especificado en la descripción de la instalación, la actividad no generará vertidos procedentes del proceso productivo. En el mantenimiento de los módulos y placas solares no se utilizaran productos abrasivos o productos peligrosos, y no se almacenará ninguna clase de producto liquido en la parcela que pudiese sufrir derrames o vertidos.

Las cubas de los edificios independientes destinados a centros de transformación se dimensionarán para recoger en su totalidad el aceite de los transformadores. Por otra parte, se podrán suprimir siempre que la cantidad de líquido aislante sea inferior los 1000 l.

No obstante, en la instalación, el mínimo riesgo de vertido de aceite de los transformadores se corregirá construyendo bajo las cubas de los mismos, un cubeto de hormigón estanco con el objeto de recoger hipotéticos fluidos de aceite que cayeran sobre ella. En dicho caso y dentro de programas de inspección, mantenimiento y revisión periódica de los transformadores, se incluirán rutinas de inspección de las bandejas. En caso de detectar la presencia de aceite sobre ellas el mismo será tratado como residuo y será retirado por gestores que permitan su valorización posterior por parte de la empresa extrínseca de mantenimiento.

La actividad a la que se dedica esta empresa, no está incluida en el anexo I del RD 9/2005, de 14 de enero, por el que se establece la relación de actividades potencialmente contaminantes del suelo y los criterios y estándares para la declaración de suelos contaminados.

Hay que destacar que en la instalación no se almacenará aceite de dieléctrico en depósitos o almacenes por lo que no existirá en la práctica, riesgo de vertido o contaminación de suelos. Para evitar derrames de aceite dieléctrico de transformadores, se dispondrá de un cubeto de recogida de aceite de 600 l de capacidad por cada transformador, cubierto de grava para la absorción del fluido, prevenir su vertido y minimizar a su vez el riesgo en caso de incendio.

## Residuos

Siguiendo el hilo de razonamiento anterior, la actividad durante su funcionamiento no generará residuos a priori. El mantenimiento de la instalación será muy sencillo y se limitará, casi en su totalidad, a los paneles solares. No se utilizará, por consejo del fabricante,

productos abrasivos o peligrosos.

Hay que tener en cuenta que una instalación solar, al no ser una instalación productiva que precise de personal, sino autónoma para la generación de energía, no resulta equiparable al resto de industrias. En este sentido, y dado que aunque en principio no se generarán residuos, pudiera resultar preceptiva la solicitud de inscripción en el registro de pequeños productores de residuos. Tan sólo puede generarse, y de manera poco probable y eventual, aceite empleado en los transformadores por sus características dieléctricas y refrigerantes. Para evitar su derrame, el transformador estará confinado en una cuba estanca para en caso en que se produzca vertido accidental, el mismo sea retenido y posteriormente gestionado como residuo (retirado por gestores que los destinen a operaciones de valorización) y no como vertido.

La empresa de mantenimiento de los transformadores es extrínseca a la actividad promotora. En caso de generarse dicho residuo, el personal técnico externo de la misma se encargará de su recogida y retirada para ser almacenado en sus propias instalaciones, previo a su retirada por gestor autorizado.

En la relación contractual que se establezca entre la gerencia del parque solar afectado y la empresa instaladora se exigirá el cumplimiento legal en el ámbito de residuos (productor o pequeño productor de residuos, etiquetado, retirada por gestor, etc.) y la obligación de retirar el aceite dieléctrico en caso de que se genere el mismo o haya simplemente que cambiarlo o reponerlo.

Durante la fase de obras, acondicionamiento de terrenos y colocación de estructuras y cableados podrá generarse una pequeña cantidad de residuos propios de esta fase. Estos residuos serán almacenados correctamente, evitando mezclas de distintos tipos de residuos y serán retirados por gestor autorizado, que asegurará su correcta reutilización o eliminación controlada.

Una vez terminada la obra se procederá a la limpieza general de las áreas afectadas, retirando las instalaciones temporales, restos de máquinas y escombros, depositándolos en vertederos controlados e instalaciones adecuadas para su tratamiento (gestores autorizados) de modo que se asegure su correcta reutilización.

Destino y gestión de los residuos al final de la vida útil del parque:

| Residuo | Código LER | Peligroso | Gestión o destino final |
|---|---|---|---|
| Materiales no reutilizables o reciclables | 170904 | No | Vertedero de rechazo tras clasificación previa |
| Escombros procedentes de obras de demolición y desmantelamiento | 170107 | No | Vertedero de inertes |
| Materiales y equipos reutilizables | 170407 | No | Reposición, adquisición y venta o gestión para reutilización |



VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO

| | | | |
|---|---|---|---|
| Obleas de silicio de módulos fotovoltaicos | 160216 | No | Agotamiento en otras plantas productoras, cesión a ONG para países del tercer mundo. Posterior reconversión del silicio al final de su vida útil para producir nuevas células fotovoltaicas |
| Vidrio de paneles | 170202 | No | Reciclaje hasta 85% |
| Aluminio | 170402 | No | Fundición y reciclaje |
| Estructura soporte de hormigón | 170101 | No | Hormigón a vertedero de inertes, Estructura metálica a gestor intermedio previo a fundición |
| Zapata de hormigón | 170101 | No | Vertedero de inertes |
| Inversores | 160214 | No | Gestor que separe fracciones útiles (metal, vidrio, etc.) para su valorización, el resto a vertedero. |
| Transformadores | 160214 | No | |

## Ruidos

Durante el funcionamiento del parque solar, no se generará ruido apreciable más allá del preexistente.

Por el contrario, el ruido generado por tractores y maquinaria de laboreo agrícola, así como por trasiego de trabajadores del campo desaparecerá con la nueva actividad en un área que se destinaba a dichas labores.

Durante el **funcionamiento** de la instalación fotovoltaica no se generarán ruidos sino por el trasiego eventual y poco frecuente de personal de mantenimiento del parque a las instalaciones.

Durante la **fase de obras**, al igual que en la emisión de polvo, la emisión de ruidos se limitará a la fase de acondicionamiento de la parcela, accesos e instalación de las estructuras solares y accesorios, que como ya hemos expuesto será de corta duración.

La actividad no será significativa en cuanto al ruido generado. El único incremento sonoro se producirá por los transformadores, apenas apreciable teniendo en cuenta su confinamiento en edificios especialmente diseñados para su aislamiento eléctrico y acústico.

No resulta preciso en consecuencia adoptar medidas correctoras en este ámbito. No



VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO

existen además receptores sensibles en el entorno próximos, como núcleos poblacionales o entornos naturales protegidos. El ruido, principalmente provendrá de los vehículos utilizados en el acondicionamiento de los terrenos, caminos y transporte de los materiales necesarios.

Otra fuente de ruido será el montaje de las estructuras que soportarán los módulos fotovoltaicos y la colocación de los mismos.

No se considera necesario la realización de medidas de comprobación de los niveles de ruido durante la fase de funcionamiento de la actividad, puesto que se emitirán ruidos inferiores a 60 dB(A)

En consecuencia no se procederá a la realización de medidas de presión sonora por parte de Entidad Colaboradora con la Administración, en materia de Calidad Ambiental (ECA), para justificar el cumplimiento de los valores límite de los niveles de ruido salvo pronunciamiento expreso del Órgano Ambiental.

## MEDIDAS CORRECTORAS

### Contaminación atmosférica

Los impactos sobre la calidad del aire vendrán principalmente originados desde la maquinaria utilizada en la fase de ejecución de las obras, debido al polvo que se levantará en estas operaciones:

- Se rociará periódicamente con agua suficiente para disminuir la liberación de partículas en suspensión a la atmósfera, principalmente en periodos de altas temperaturas y sequedad del ambiente (periodo estival). Se estabilizaran las áreas de trabajo, principalmente los viales de servicio, mediante compactación en superficie.

- Se limitará la velocidad máxima de circulación por pistas y caminos de acceso a 20 km/h, instalándose las correspondientes señales verticales.

- Se dotará a las maquinas ejecutoras de los medios necesarios para minimizar las emisiones gaseosas en la fase de construcción. Si fuera necesario la entrada o salida de camiones con tierra, estos llevarán la caja tapada con lonas evitando en todo momento la caída o salida del material de los remolques.

Los impactos generados sobre la calidad del aire no será significativos sobre la población, al encontrarse alejada de la zona, no siendo significativos en todo caso, dad la corta duración de las obras.

### Vertidos

- Se establecerán cunetas a ambos lados de los accesos y drenajes transversales para canalizar adecuadamente el agua de escorrentía.

- Se impedirá la acumulación de aguas superficiales especialmente junto a bordes ataluzados.



VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO

VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA

- Después de lluvias no se extenderá una nueva tongada hasta que la última se haya secado, o se escarificará añadiendo la siguiente tongada más seca de forma que la humedad final sea la adecuada.

- En general, el drenaje de los rellenos contiguos a obra de fábrica se ejecutarán antes o simultáneamente a dicho relleno.

- La compactación se realizará mediante la adición de áridos que eviten encharcamiento y barrizales, para ello se añadirá al terreno una capa de zahorra natural de unos 20 cm.

## Ruidos

Durante las obras se dotará a las máquinas ejecutoras de los medios necesarios para minimizar los ruidos en la fase de construcción. Se evitarán aglomeraciones de tránsito de vehículos y las obras de ejecución se desarrollaran en horario de jornadas matinales y tardes, nunca nocturnos. Además la maquinaria llevará un rigoroso control de mantenimiento para evitar el aumento del nivel ambiental de ruido más de lo necesario.

Se asegurará el cumplimiento legislativo de los límites de ruido establecidos en la normativa.

## Residuos

Durante la fase de funcionamiento del parque no se generarán residuos de manera significativa.

Según se ha especificado anteriormente, si se generara aceite de los dieléctricos en operaciones de mantenimiento, el mismo sería retirado y gestionado a través de la empresa de mantenimiento extrínseca a la gerencia del parque solar, a la cual se le exigirá en la preceptiva relación contractual el cumplimiento de la normativa específica de residuos en el ámbito de su labor vinculada al huerto solar.

## Medidas sobre la vegetación

En la actualidad, la zona se encuentra ocupada por especies oportunistas sobre el terreno, sin figura de protección especial. En consecuencia no se precisaran operaciones de replanteo.

- Las plantas y especies solo se eliminaran en el interior de la parcela donde se instalarán las placas solares y elementos asociados.

- No se aplicaran herbicidas ni pesticidas químicos en el área de ocupación y solo se utilizaran medios mecánicos como tratamientos de roza.

- Se pondrá especial cuidado en comprobar que no se altera la vegetación en las zonas fuera de las que se marquen para los diferentes procesos y actuaciones durante el periodo de obras.

- Si durante la fase de obras se necesita una zona auxiliar de acopio de tierras (que nunca será de gran dimensión) se utilizaran zonas no cubiertas por vegetación natural.

VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO

- Se circulará siempre dentro del área de trabajo, perfectamente delimitado así como caminos de acceso sin afectar a la vegetación existente.

- En cualquier zona será incompatible:

  - Encender fuego cerca de zonas con vegetación natural y en general, donde exista riesgo de incendio.

  - Manipular combustibles, aceites y productos químicos en zonas donde se pueda afectar a raíces, brotes, etc.

  - Circular con maquinaria fuera de los caminos o lugares previstos para ello.

## Medidas sobre la fauna

- No se realizarán trabajos nocturnos con emisión de ruidos que perturben a la fauna existente.

- Se instalará un vallado perimetral. Contará como mínimo de 2 puertas que permitan el acceso por diferentes ubicaciones. Las características de dicho vallado son, como destacamos anteriormente:

  - La altura de la malla será de 2 m.

  - El área mínima de retículas que la deberán conformar será de 450 $cm^2$, con una dimensión de sus lados de 15 a 30 cm. Con estas dimensiones no se considerará precisa la disposición de portillos cada 25 m para evitar el efecto barrera sobre los pequeños vertebrados de la zona.

  - Dispondrá de señalización mediante distintivos visibles.

- A la entrada de las arquetas para cableado, los tubos quedarán debidamente sellados en sus extremos para evitar la entrada de roedores y agua.

- Como ya se ha expuesto anteriormente se controlará a los vehículos que participen en las obras para comprobar que sus niveles de ruido y control de éstos están en buenas condiciones de funcionamiento.

- Aunque una de las razones de escoger este lugar es la cercanía a un tendido eléctrico para poder enganchar la instalación solar a la red general, existirán tramos aéreos para evacuar a la red de IBERDROLA. Por ello se colocarán en los tendidos eléctricos todas las medidas posibles para evitar colisiones de aves, como salvapájaros (dispositivos dispuestos al tresbolillo cada dos metros) en los cables de nueva instalación (cables de tierra y en los conductores) y se pedirá permiso a la empresa eléctrica para colocarlos también en los ya instalados en las cercanías al huerto solar.

- Las conexiones entre los diferentes módulos fotovoltaicos y con los inversores estarán enterradas.

- Aislamiento de los circuitos eléctricos en forma adecuada y revisión con regularidad de que

VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA

no presentan ni corrosión ni posibilidad de electrocución. Mantenimiento según condiciones de los materiales y aparatos como el tipo de conductores, aislamientos, interruptores automáticos, diferenciales, cuadros de mando y protección, tomas de corriente, puesta a tierra, canalizaciones, etc.

## Medidas sobre el paisaje

- No se podrán colocar sistemas de apantallamiento directamente cerca de los paneles solares ya que podrían tapar el sol. Pero en las instalaciones auxiliares sí se pondrán barreras vegetales que camuflen estos aparatos, en el perímetro de la parcela.

- En los procesos de restauración vegetal e integración paisajística se utilizarán especies autóctonas y ornamentales, preferentemente de follaje denso, de gran porte y hoja perenne, de modo que actúen como barrera visual camuflando los elementos constructivos, infraestructuras, etc.

- En las edificaciones se emplearán materiales tradicionales de la zona que permitan su integración en el entorno.

- Todas las partes metálicas de la instalación, como las estructuras soporte de los paneles fotovoltaicos, se pintarán en tonos grises mates que impiden reflejos, siendo importante que las pinturas empleadas sean con pigmentos minerales con base de silicatos en lugar de pinturas plásticas , para evitar la emisión de compuestos orgánicos volátiles.

- El cerramiento de la parcela, además de las características de malla cinegética descritas cumplirá:

  - No se pondrá alambre de espino ni otros elementos cortantes o punzantes.

  - No se dispondrá dispositivo alguno de electrificación.

  - Deberá tener señalizadores visuales (distintivos plásticos) para evitar choques con las aves.

  - Las conexiones entre los diferentes módulos fotovoltaicos y con los inversores estarán enterradas

## Medidas sobre la salud poblacional

- Todo el recinto del campo solar estará protegido por el vallado referido para evitar asimismo el acceso de personal ajeno.

- A lo largo de la canalización se colocará una cinta de señalización, que advierte de la existencia de cable eléctrico de baja tensión.

- La instalación será controlada mediante un sistema de control remoto, sin necesidad de precisar de presencia humana de manera continuada, limitándose ésta a operaciones programadas de mantenimiento o revisiones periódicas de equipos (las cuales formarán parte a su vez del programa de vigilancia ambiental). Estas operaciones se efectuarán por parte de personal cualificado. En consecuencia el riesgo de electrocución para personas ajenas a la

VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA

instalación será nulo.

- Respecto de los centros de transformación, estos dispondrán de rótulo identificativo que indique la existencia de Alta Tensión, se colocará en lugar visible un cartel o placa de instrucciones de primeros auxilios, así como un equipo autónomo de alumbrado de emergencia y el esquema eléctrico de la instalación. El acceso al interior del C.T. estará permitido específicamente para personal autorizado

- No existirá en la práctica riesgo de incendio inherente a la actividad, cuya carga térmica es baja y procede únicamente de los aceites dieléctricos de los transformadores.

- La instalación de puesta a tierra cumplirá con lo dispuesto en el Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia, sobre las condiciones de puesta a tierra en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red. Todas las masas de la instalación fotovoltaica estarán conectadas a una red de tierras independiente de la del neutro de la empresa distribuidora, de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, así como de las masas del resto del suministro**.**

- En todo caso, dicho riesgo se controlará con sistemas automáticos de protección de equipos, los cuales provocan su puesta fuera de servicio ante cualquier anomalía que ocasionara sobreintesidades y calentamientos anormales en la explotación de este tipo de instalaciones.

  Al mismo tiempo, la puesta a tierra de la instalación y las autoválvulas protegen al sistema de sobretensiones, tanto de origen atmosférico como de operación, aumentando la seguridad de todos los sistemas y equipos susceptibles de convertirse en foco de incendio.

- Para total seguridad, se aplicarán medidas correctoras o de protección adicional ante el riesgo de incendio, tales como:

- Detección automática del fuego en todas las dependencias del edificio y transmisión de la alarma al centro de operación.

- Extinción manual mediante extintores portátiles en el edificio y parque de intemperie.

- Se cumplirá en general el Reglamento de Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad para este tipo de instalaciones. En referencia al sistema de protecciones, este cumplirá las exigencias previstas en la reglamentación vigente.

## PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL

El seguimiento se realizará mediante un Programa de vigilancia ambiental, el cual establecerá un sistema que garantizará el cumplimiento de las indicaciones y medidas protectoras contenidas en el proyecto.

La vigilancia se realizará durante las diferentes fases recogidas en el proyecto. El programa de Vigilancia Ambiental quedará integrado en el pliego de condiciones para la contratación de la obra y contará con el presupuesto correspondiente, no sólo hasta la recepción provisional de la obra sino durante el periodo de garantía de la misma, así como durante el funcionamiento del parque solar fotovoltaico.

VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO

Durante estos periodos, la vigilancia deberá incorporar los controles que a continuación se detallan.

## Registro de eventualidades durante las obras

Deberá llevarse un registro de las eventualidades surgidas durante el desarrollo de las obras, así como del nivel de cumplimiento de las medidas protectoras y correctoras. Dicho registro deberá estar disponible para su inspección por el Organismo Local y remitirse a éste, en cualquier caso, al finalizar las obras.

Deberán documentarse detalladamente las modificaciones puntuales que, en su caso, hayan sido introducidas durante la ejecución del proyecto, con justificación desde el punto de vista de su incidencia ambiental. Se documentará asimismo el destino concreto de los sobrantes de la excavación.

Cuando al excavar se encuentre cualquier anomalía no prevista como variación de los estratos o de sus características, emanaciones de gas, restos de construcciones, valores arqueológicos, se parará la obra, al menos en ese tajo, y se comunicará a la Documentación Técnica.

Siempre que por circunstancias imprevistas se presente un problema de urgencia el constructor tomará provisionalmente las medidas oportunas, a juicio del mismo y se lo comunicará lo antes posible a la Dirección Técnica. Todas estas circunstancias han de formar parte documentada del registro.

En este documento se incluirá el detalle de las actuaciones de integración paisajística realizadas, talas y gestión adecuada como valorización.

En dicho registro se llevarán a cabo controles sonoros para establecer el correcto cumplimiento respecto a niveles de ruidos generados durante esta fase. Dicho control se comparará con el control sonoro preoperacional en la zona para comparar las diferencias de calidad acústica del entorno (dicho control preoperacional está incluido en la presente Memoria Ambiental.)

## Control durante el desarrollo de la actividad

Se llevará a cabo un control de buenas prácticas durante el desarrollo de la actividad que consistirá en comprobar el efecto de las distintas acciones del proyecto, con especial atención a aspectos como seguridad en instalaciones eléctricas, control de derrames de dieléctrico, retirada de dieléctrico, en caso de que se generara, por parte de empresa extrínseca de mantenimiento, desarrollo de plantación perimetral, inspección malla cinegética y cierres, mantenimiento de instalaciones y líneas y comprobación periódica del estado de cierre y carteles.

Se realizará un seguimiento del funcionamiento de los dispositivos colocados en los tendidos eléctricos para evitar colisiones de pájaros, avisándose a los organismos correspondientes si se encontraran aves muertas a los pies de los tendidos y/o vallados por si hubiese que tomar medidas especiales de alerta u optar por medias anticolisiones distintas a las iniciales.

VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA

## Remisión de los resultados del programa de vigilancia ambiental

Los informes que constituyen el Programa de Vigilancia Ambiental quedarán debidamente registrados y se remitirán a la Unidad Ambiental del órgano. Dicha remisión se hará llegar con periodicidad anual y acompañarán al mismo los resultados del programa de vigilancia. Dicho informe consistirá en un análisis de los resultados, con especial mención a las incidencias más relevantes producidas en este en base a lo referido anteriormente, sus posibles causas y soluciones.

Sin perjuicio de la normativa que sea de aplicación en cada caso, los diferentes datos se almacenarán por parte del Promotor del proyecto en un soporte adecuado al menos dos años, estando a disposición de los servicios de inspección de las Administraciones Públicas.

Las medidas protectoras y correctoras, así como el Programa de Vigilancia Ambiental podrán ser objeto de modificaciones, si entrara en vigor normativa que afectara a las instalaciones o cuando la necesidad de adaptación a nuevos conocimientos significativos sobre la estructura y funcionamiento de los sistemas implicados así lo aconseje.

## CONCLUSIONES

- La zona de estudio no está afectada por servidumbres de dominio público hidráulico ni resulta incompatible con planes de Ordenación Territorial. La parcela estudiada no reúne especial interés agrario ni urbanístico (según definen las NNSS correspondientes). Está suficientemente alejada en virtud de su salubridad de áreas protegidas y asentada en una comarca agrícola alejada de núcleos de poblaciones.

- Se trata de un suelo localizado en un entorno eminentemente rural con terrenos de labor abandonada con revegetación oportunista sin interés conservacionista. Es un terreno plano levemente inclinado por lo que no precisará medidas drásticas de levantamiento de terrenos ni cimentaciones a profundidad para las estructuras modulares sino actuaciones sobre tierras de labor.

- No se encuentra próximo ni afectado ningún Bien de Interés Cultural.

- En el entorno de las parcelas se encuentran redes de media tensión de ENDESA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA, sobre las cuales se pretende evacuar la energía generada, previa obra de líneas de evacuación para lo cual se solicitará autorización a la Administración de Industria con los condicionantes establecidos por ENDESA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA.

- En la presente memoria se recogen las diferentes características del proyecto, entre las que se recogen la utilización de terrenos necesaria. El presente documento también recoge medidas preventivas durante las obras y funcionamiento de la actividad especialmente dirigidas a la minimización de emisión de polvo y ruido (durante las obras), minimización de impacto geomorfológico a nivel superficial (ya antropizado por cultivos, no a nivel profundo) y protección del paisaje y la avifauna contra los posibles impactos generados por la actividad, principalmente protagonizados por el riesgo de colisión con tendidos eléctricos, así como medidas de seguimiento recogidas en el programa de vigilancia ambiental.

- El funcionamiento de la actividad no generará ruidos, vertidos o aumentos, por lo que no

VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA

afectará a la calidad ambiental del entorno.

- En cuanto a la afección a la vegetación, esta no será significativa ni posee interés conservacionista por lo que se limitará al desbroce de vegetación oportunista.

- La actividad no generará riesgo en cuanto a la hidrología de la zona, al no existir acuíferos superficiales en la zona, no interrumpir ni variar redes de drenaje, no suponer una impermeabilización del terreno ni utilizar sustancias contaminantes, por lo que no afectará a la subcuenca existente.

- El impacto visual sobre el paisaje, al introducir estructuras artificiales en un paisaje eminentemente rural y natural es inherente a todo parque solar. Las características de este huerto solar y el lugar elegido para su ubicación unidas a las medidas preventivas tomadas consiguen minimizar en gran medida el impacto visual causado.

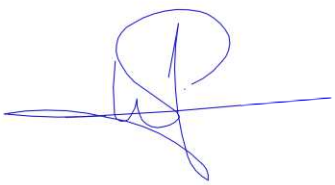
- Por otro lado los impactos sobre la geomorfología del terreno sucederán durante la fase de obras. No obstante dichas obras tendrán breve duración y afectarán a la capa superficial del terreno, ya alterada por movimientos de tierras de labor.

- La actuación resulta beneficiosa desde el punto de vista socio-económico, tanto por la oferta de empleo como por el hecho de producir un beneficio social al contribuir a planes de desarrollo sostenible local y estatal mediante la implantación progresiva de fuentes de energía renovables. Al mismo tiempo el efecto que produce dicha sustitución respecto a las fuentes de energías convencionales es positivo al generar menos gases de combustión responsables de su contribución al efecto invernadero, impacto positivo que como tal ha sido considerado.

- Se ha estudiado la afección de las poblaciones del entorno, si bien no se encuentran próximos núcleos poblacionales o viviendas unifamiliares. La actuación no supondrá riesgo alguno para la calidad de vida de los vecinos ni factor de riesgo para la salubridad durante la fase de funcionamiento. El cumplimiento de reglamentaciones relativas a instalaciones eléctricas, planes de seguridad y programas de revisión y mantenimiento evitarán que se pudiesen generar molestias o perjuicios a transeúntes, agricultores de parcelas vecinas, etc.

Por todas las consideraciones anteriores, los técnicos que suscriben consideran finalizada la redacción de la presente Memoria Ambiental.

Granada, a diciembre de 2.017
El Ingeniero Técnico Industrial



José Antonio Pérez Hidalgo
Colegiado num. 1.087
Colegio Oficial de Peritos e Ingenieros
Técnicos Industriales de Granada

VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN

1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO

COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS
TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA

# PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS

VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA

**Condiciones Generales**

1. ÁMBITO DE APLICACIÓN.

2. DISPOSICIONES GENERALES.

- 2.1. CONDICIONES FACULTATIVAS LEGALES.
- 2.2. SEGURIDAD EN EL TRABAJO.
- 2.3. SEGURIDAD PÚBLICA.

3. ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO.

- 3.1. DATOS DE LA OBRA.
- 3.2. REPLANTEO DE LA OBRA.
- 3.3. CONDICIONES GENERALES.
- 3.4. PLANIFICACIÓN Y COORDINACIÓN.
- 3.5. ACOPIO DE MATERIALES.
- 3.6. INSPECCIÓN Y MEDIDAS PREVIAS AL MONTAJE.
- 3.7. PLANOS, CATÁLOGOS Y MUESTRAS.
- 3.8. VARIACIONES DE PROYECTO Y CAMBIOS DE MATERIALES.
- 3.9. COOPERACIÓN CON OTROS CONTRATISTAS.
- 3.10. PROTECCIÓN.
- 3.11. LIMPIEZA DE LA OBRA.
- 3.12. ANDAMIOS Y APAREJOS.
- 3.13. OBRAS DE ALBAÑILERÍA.
- 3.14. ENERGÍA ELÉCTRICA Y AGUA.
- 3.15. RUIDOS Y VIBRACIONES.
- 3.16. ACCESIBILIDAD.
- 3.17. CANALIZACIONES.
- 3.18. MANGUITOS PASAMUROS.
- 3.19. PROTECCIÓN DE PARTES EN MOVIMIENTO.
- 3.20. PROTECCIÓN DE ELEMENTOS A TEMPERATURA ELEVADA.

3.21. CUADROS Y LÍNEAS ELÉCTRICAS.

3.22. PINTURAS Y COLORES.

3.23. IDENTIFICACIÓN.

3.24. LIMPIEZA INTERIOR DE REDES DE DISTRIBUCIÓN.

3.25. PRUEBAS.

3.26. PRUEBAS FINALES.

3.27. RECEPCIÓN PROVISIONAL.

3.28. PERIODOS DE GARANTÍA.

3.29. RECEPCIÓN DEFINITIVA.

3.30. PERMISOS.

3.31. ENTRENAMIENTO.

3.32. REPUESTOS, HERRAMIENTAS Y ÚTILES ESPECÍFICOS.

3.33. SUBCONTRATACIÓN DE LAS OBRAS.

3.34. RIESGOS.

3.35. RESCISIÓN DEL CONTRATO.

3.36. PRECIOS.

3.37. PAGO DE OBRAS.

3.38. ABONO DE MATERIALES ACOPIADOS.

4. DISPOSICIÓN FINAL.

**Condiciones de la Instalación Fotovoltaica**

1. CRITERIOS ECOLÓGICOS.

2. INFORMACIÓN DE LAS HOJAS DE DATOS Y PLACAS DE CARACTERÍSTICAS.

2.1. INFORMACIÓN DE LA HOJA DE DATOS.

2.2. INFORMACIÓN DE LA PLACA DE CARACTERÍSTICAS.

3. SUBSISTEMAS, COMPONENTES E INTERFACES DE LOS SISTEMAS FV DE GENERACIÓN.

3.1. CONTROL PRINCIPAL Y MONITORIZACIÓN (CPM).

VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA

3.2. SUBSISTEMA FOTOVOLTAICO (FV).

3.3. ACONDICIONADOR CORRIENTE CONTINUA (CC).

3.4. INTERFAZ CC/CC.

3.5. ALMACENAMIENTO.

3.6. INVERSOR.

3.7. INTERFAZ CA/CA.

3.8. INTERFAZ A LA RED.

4. ENSAYOS EN MÓDULOS FOTOVOLTAICOS.

4.1. ENSAYO ULTRAVIOLETA.

4.2. ENSAYO DE CORROSIÓN POR NIEBLA SALINA.

4.3. RESISTENCIA DE ENSAYO AL IMPACTO.

**Montaje de la Instalación fotovoltaica**

1. ESTUDIO Y PLANIFICACIÓN PREVIA.

2. LA ESTRUCTURA SOPORTE.

2.1. MONTAJE SOBRE SUELO.

2.2. MONTAJE SOBRE CUBIERTA.

3. ENSAMBLADO DE LOS MÓDULOS.

3.1. UBICACIÓN DEL CAMPO FOTOVOLTAICO.

3.2. CONEXIONADO Y ENSAMBLADO DE LOS MÓDULOS.

3.3. IZADO Y FIJACIÓN DE LOS PANELES A LA ESTRUCTURA.

4. INSTALACIÓN DE LA TOMA DE TIERRA Y PROTECCIONES.

5. MONTAJE DE LA BATERÍA DE ACUMULADORES.

6. MONTAJE DEL RESTO DE COMPONENTES.

**Mantenimiento de la Instalación fotovoltaica**

1. GENERALIDADES.

2. PROGRAMA DE MANTENIMIENTO.

VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA

VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA

# PLIEGO DE CONDICIONES

## Condiciones Generales.

### 1. ÁMBITO DE APLICACIÓN.

Este Pliego de Condiciones determina los requisitos a que se debe ajustar la ejecución de instalaciones de energías renovables, cuyas características técnicas estarán especificadas en el correspondiente proyecto.

### 2. DISPOSICIONES GENERALES.

El Contratista está obligado al cumplimiento de la Reglamentación del Trabajo correspondiente, la contratación del Seguro Obligatorio, Subsidio familiar y de vejez, Seguro de Enfermedad y todas aquellas reglamentaciones de carácter social vigentes o que en lo sucesivo se dicten. En particular, deberá cumplir lo dispuesto en la Norma UNE 24042 "Contratación de Obras. Condiciones Generales", siempre que no lo modifique el presente Pliego de Condiciones.

El Contratista deberá estar clasificado, según Orden del Ministerio de Hacienda, en el Grupo, Subgrupo y Categoría correspondientes al Proyecto y que se fijará en el Pliego de Condiciones Particulares, en caso de que proceda. Igualmente deberá ser Instalador, provisto del correspondiente documento de calificación empresarial.

2.1. CONDICIONES FACULTATIVAS LEGALES.

Las obras del Proyecto, además de lo prescrito en el presente Pliego de Condiciones, se regirán por lo especificado en:

- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (Real Decreto 842/2002 de 2 de Agosto de 2002).
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. Documento Básico HE 5 "Contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica".
- Real Decreto 1663/2000, de 29 de septiembre, sobre conexión de instalaciones fotovoltaicas a la red de baja tensión.
- Resolución de 31 de mayo de 2001 por la que se establecen modelo de contrato tipo y modelo de factura para las instalaciones solares fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.
- Ley 54/1997, de 27 de Noviembre, del Sector Eléctrico.
- Real Decreto 436/2004, de 12 de marzo, por el que se establece la metodología para la actualización y sistematización del régimen jurídico y económico de la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Real Decreto 841/2002 de 2 de agosto por el que se regula para las actividades de producción de energía eléctrica en régimen especial su incentivación en la participación en el mercado de producción, determinadas obligaciones de información de sus previsiones de producción, y la adquisición por los comercializadores de su energía eléctrica producida.
- Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.

VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA

- Real Decreto 1565/2010, de 19 de noviembre, por el que se regulan y modifican determinados aspectos relativos a la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.
- Norma UNE 206001 EX sobre Módulos fotovoltaicos. Criterios ecológicos.
- Norma UNE-EN 50380 sobre Informaciones de las hojas de datos y de las placas de características para los módulos fotovoltaicos.
- Norma UNE EN 60891 sobre Procedimiento de corrección con la temperatura y la irradiancia de la característica I-V de dispositivos fotovoltaicos de silicio cristalino.
- Norma UNE EN 60904 sobre Dispositivos fotovoltaicos. Requisitos para los módulos solares de referencia.
- Norma UNE EN 61173 sobre Protección contra las sobretensiones de los sistemas fotovoltaicos (FV) productores de energía - Guía.
- Norma UNE EN 61194 sobre Parámetros característicos de sistemas fotovoltaicos (FV) autónomos.
- Norma UNE 61215 sobre Módulos fotovoltaicos (FV) de silicio cristalino para aplicación terrestre. Cualificación del diseño y aprobación tipo.
- Norma UNE EN 61277 sobre Sistemas fotovoltaicos (FV) terrestres generadores de potencia. Generalidades y guía.
- Norma UNE EN 61453 sobre Ensayo ultravioleta para módulos fotovoltaicos (FV).
- Norma UNE EN 61646:1997 sobre Módulos fotovoltaicos (FV) de lámina delgada para aplicación terrestre. Cualificación del diseño y aprobación tipo.
- Norma UNE EN 61683 sobre Sistemas fotovoltaicos. Acondicionadores de potencia. Procedimiento para la medida del rendimiento.
- Norma UNE EN 61701 sobre Ensayo de corrosión por niebla salina de módulos fotovoltaicos (FV).
- Norma UNE EN 61721 sobre Susceptibilidad de un módulo fotovoltaico (FV) al daño por impacto accidental (resistencia al ensayo de impacto).
- Norma UNE EN 61724 sobre Monitorización de sistemas fotovoltaicos. Guías para la medida, el intercambio de datos y el análisis.
- Norma UNE EN 61725 sobre Expresión analítica para los perfiles solares diarios.
- Norma UNE EN 61727 sobre Sistemas fotovoltaicos (FV). Características de la interfaz de conexión a la red eléctrica.
- Norma UNE EN 61829 sobre Campos fotovoltaicos (FV) de silicio cristalino. Medida en el sitio de características I-V.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre de 1.997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras.
- Real Decreto 486/1997 de 14 de abril de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 485/1997 de 14 de abril de 1997, sobre Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 1215/1997 de 18 de julio de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 773/1997 de 30 de mayo de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.

## 2.2. SEGURIDAD EN EL TRABAJO.

El Contratista está obligado a cumplir las condiciones que se indican en la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales y cuantas en esta materia fueran de pertinente aplicación.

Asimismo, deberá proveer cuanto fuese preciso para el mantenimiento de las máquinas,

herramientas, materiales y útiles de trabajo en debidas condiciones de seguridad.

Mientras los operarios trabajen en circuitos o equipos en tensión o en su proximidad, usarán ropa sin accesorios metálicos y evitarán el uso innecesario de objetos de metal; los metros, reglas, mangos de aceiteras, útiles limpiadores, etc., que se utilicen no deben ser de material conductor. Se llevarán las herramientas o equipos en bolsas y se utilizará calzado aislante o al menos sin herrajes ni clavos en suelas.

El personal de la Contrata viene obligado a usar todos los dispositivos y medios de protección personal, herramientas y prendas de seguridad exigidos para eliminar o reducir los riesgos profesionales tales como casco, gafas, guantes, etc., pudiendo el Director de Obra suspender los trabajos, si estima que el personal de la Contrata está expuesto a peligros que son corregibles.

El Director de Obra podrá exigir del Contratista, ordenándolo por escrito, el cese en la obra de cualquier empleado u obrero que, por imprudencia temeraria, fuera capaz de producir accidentes que hicieran peligrar la integridad física del propio trabajador o de sus compañeros.

El Director de Obra podrá exigir del Contratista en cualquier momento, antes o después de la iniciación de los trabajos, que presente los documentos acreditativos de haber formalizado los regímenes de Seguridad Social de todo tipo (afiliación, accidente, enfermedad, etc.) en la forma legalmente establecida.

2.3. SEGURIDAD PÚBLICA.

El Contratista deberá tomar todas las precauciones máximas en todas las operaciones y usos de equipos para proteger a las personas, animales y cosas de los peligros procedentes del trabajo, siendo de su cuenta las responsabilidades que por tales accidentes se ocasionen.

El Contratista mantendrá póliza de Seguros que proteja suficientemente a él y a sus empleados u obreros frente a las responsabilidades por daños, responsabilidad civil, etc., que en uno y otro pudieran incurrir para el Contratista o para terceros, como consecuencia de la ejecución de los trabajos.

## 3. ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO.

El Contratista ordenará los trabajos en la forma más eficaz para la perfecta ejecución de los mismos y las obras se realizarán siempre siguiendo las indicaciones del Director de Obra, al amparo de las condiciones siguientes:

3.1. DATOS DE LA OBRA.

Se entregará al Contratista una copia de los planos y pliegos de condiciones del Proyecto, así como cuantos planos o datos necesite para la completa ejecución de la Obra.

El Contratista podrá tomar nota o sacar copia a su costa de la Memoria, Presupuesto y Anexos del Proyecto, así como segundas copias de todos los documentos.

El Contratista se hace responsable de la buena conservación de los originales de donde obtenga las copias, los cuales serán devueltos al Director de Obra después de su utilización.

Por otra parte, en un plazo máximo de dos meses, después de la terminación de los trabajos, el Contratista deberá actualizar los diversos planos y documentos existentes, de acuerdo con las características de la obra terminada, entregando al Director de Obra dos expedientes completos relativos a los trabajos realmente ejecutados.

VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA

VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA

No se harán por el Contratista alteraciones, correcciones, omisiones, adiciones o variaciones sustanciales en los datos fijados en el Proyecto, salvo aprobación previa por escrito del Director de Obra.

3.2. REPLANTEO DE LA OBRA.

El Director de Obra, una vez que el Contratista esté en posesión del Proyecto y antes de comenzar las obras, deberá hacer el replanteo de las mismas, con especial atención en los puntos singulares, entregando al Contratista las referencias y datos necesarios para fijar completamente la ubicación de los mismos.

Se levantará por duplicado Acta, en la que constarán, claramente, los datos entregados, firmado por el Director de Obra y por el representante del Contratista.

Los gastos de replanteo serán de cuenta del Contratista.

3.3. CONDICIONES GENERALES.

El montaje de las instalaciones deberá ser efectuado por una empresa instaladora registrada de acuerdo a lo desarrollado en la instrucción técnica IT 2.

El Contratista deberá suministrar todos los equipos y materiales indicados en los Planos, de acuerdo al número, características, tipos y dimensiones definidos en las Mediciones y, eventualmente, en los cuadros de características de los Planos.

En caso de discrepancias de cantidades entre Planos y Mediciones, prevalecerá lo que esté indicado en los Planos. En caso de discrepancias de calidades, este Documento tendrá preferencia sobre cualquier otro.

En caso de dudas sobre la interpretación técnica de cualquier documento del Proyecto, la DO hará prevalecer su criterio.

Materiales complementarios de la instalación, usualmente omitidos en Planos y Mediciones, pero necesarios para el correcto funcionamiento de la misma, como oxígeno, acetileno, electrodos, minio, pinturas, patillas, estribos, manguitos pasamuros, estopa, cáñamo, lubricantes, bridas, tornillos, tuercas, amianto, toda clase de soportes, etc, deberán considerarse incluidos en los trabajos a realizar.

Todos los materiales y equipos suministrados por el Contratista deberán ser nuevos y de la calidad exigida por este PCT, salvo cuando en otra parte del Proyecto, p.e. el Pliego de Condiciones Particulares, se especifique la utilización de material usado.

La oferta incluirá el transporte de los materiales a pié de obra, así como la mano de obra para el montaje de materiales y equipos y para las pruebas de recepción, equipada con las debidas herramientas, utensilios e instrumentos de medida.

El Contratista suministrará también los servicios de un Técnico competente que estará a cargo de la instalación y será el responsable ante la Dirección Facultativa o Dirección de Obra, o la persona delegada, de la actuación de los técnicos y operarios que llevarán a cabo la labor de instalar, conectar, ajustar, arrancar y probar cada equipo, sub-sistema y el sistema en su totalidad hasta la recepción.

La DO se reserva el derecho de pedir al Contratista, en cualquier momento, la sustitución del Técnico responsable, sin alegar justificaciones.

VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA

El Técnico presenciará todas las reuniones que la DO programe en el transcurso de la obra y tendrá suficiente autoridad como para tomar decisiones en nombre del Contratista.

En cualquier caso, los trabajos objeto del presente Proyecto alcanzarán el objetivo de realizar una instalación completamente terminada, probada y lista para funcionar.

El control de recepción tendrá por objeto comprobar que las características técnicas de los equipos y materiales suministrados satisfacen lo exigido en el proyecto:

- Control de la documentación de los suministros.
- Control mediante distintivo de calidad.
- Control mediante ensayos y pruebas.

La DO comprobará que los equipos y materiales recibidos:

- Corresponden a los especificados en el PCT del proyecto.
- Disponen de la documentación exigida.
- Cumplen con las propiedades exigidas en el proyecto.
- Han sido sometidos a los ensayos y pruebas exigidos por la normativa en vigor o cuando así se establezca en el pliego de condiciones.

La DO verificará la documentación proporcionada por los suministradores de los equipos y materiales que entregarán los documentos de identificación exigidos por las disposiciones de obligado cumplimiento y por el proyecto. En cualquier caso, esta documentación comprenderá al menos los siguientes documentos:

a) documentos de origen, hoja de suministro y etiquetado.
b) copia del certificado de garantía del fabricante, de acuerdo con la Ley 23/2003 de 10 de julio, de garantías en la venta de bienes de consumo.
c) documentos de conformidad o autorizaciones administrativas exigidas reglamentariamente, incluida la documentación correspondiente al marcado CE, cuando sea pertinente, de acuerdo con las disposiciones que sean transposición de las directivas europeas que afecten a los productos suministrados.

La DO verificará que la documentación proporcionada por los suministradores sobre los distintivos de calidad que ostenten los equipos o materiales suministrados, que aseguren las características técnicas exigidas en el proyecto sea correcta y suficiente para la aceptación de los equipos y materiales amparados por ella.

### 3.4. PLANIFICACIÓN Y COORDINACIÓN.

A los quince días de la adjudicación de la obra y en primera aproximación, el Contratista deberá presentar los plazos de ejecución de al menos las siguientes partidas principales de la obra:

- planos definitivos, acopio de materiales y replanteo.
- montaje de salas de máquinas.
- montaje de cuadros eléctricos y equipos de control.
- ajustes, puestas en marcha y pruebas finales.

Sucesivamente y antes del comienzo de la obra, el Contratista adjudicatario, previo estudio detallado de los plazos de entrega de equipos, aparatos y materiales, colaborará con la DO para asignar fechas exactas a las distintas fases de la obra.

VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA

La coordinación con otros contratistas correrá a cargo de la DO, o persona o entidad delegada por la misma.

### 3.5. ACOPIO DE MATERIALES.

De acuerdo con el plan de obra, el Contratista irá almacenando en lugar preestablecido todos los materiales necesarios para ejecutar la obra, de forma escalonada según necesidades.

Los materiales quedarán protegidos contra golpes, malos tratos y elementos climatológicos, en la medida que su constitución o valor económico lo exijan.

El Contratista quedará responsable de la vigilancia de sus materiales durante el almacenaje y el montaje, hasta la recepción provisional. La vigilancia incluye también las horas nocturnas y los días festivos, si en el Contrato no se estipula lo contrario.

La DO tendrá libre acceso a todos los puntos de trabajo y a los lugares de almacenamiento de los materiales para su reconocimiento previo, pudiendo ser aceptados o rechazados según su calidad y estado, siempre que la calidad no cumpla con los requisitos marcados por este PCT y/o el estado muestre claros signos de deterioro.

Cuando algún equipo, aparato o material ofrezca dudas respecto a su origen, calidad, estado y aptitud para la función, la DO tendrá el derecho de recoger muestras y enviarlas a un laboratorio oficial, para realizar los ensayos pertinentes con gastos a cargo del Contratista. Si el certificado obtenido es negativo, todo el material no idóneo será rechazado y sustituido, a expensas del Contratista, por material de la calidad exigida.

Igualmente, la DO podrá ordenar la apertura de calas cuando sospeche la existencia de vicios ocultos en la instalación, siendo por cuenta del Contratista todos los gastos ocasionados.

### 3.6. INSPECCIÓN Y MEDIDAS PREVIAS AL MONTAJE.

Antes de comenzar los trabajos de montaje, el Contratista deberá efectuar el replanteo de todos y cada uno de los elementos de la instalación, equipos, aparatos y conducciones.

En caso de discrepancias entre las medidas realizadas en obra y las que aparecen en Planos, que impidan la correcta realización de los trabajos de acuerdo a la Normativa vigente y a las buenas reglas del arte, el Contratista deberá notificar las anomalías a la DO para las oportunas rectificaciones.

### 3.7. PLANOS, CATÁLOGOS Y MUESTRAS.

Los Planos de Proyecto en ningún caso deben considerarse de carácter ejecutivo, sino solamente indicativo de la disposición general del sistema mecánico y del alcance del trabajo incluido en el Contrato.

Para la exacta situación de aparatos, equipos y conducciones el Contratista deberá examinar atentamente los planos y detalles de los Proyectos arquitectónico y estructural.

El Contratista deberá comprobar que la situación de los equipos y el trazado de las conducciones no interfiera con los elementos de otros contratistas. En caso de conflicto, la decisión de la DO será inapelable.

VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO

El Contratista deberá someter a la DO, para su aprobación, dibujos detallados, a escala no inferior a 1:20, de equipos, aparatos, etc, que indiquen claramente dimensiones, espacios libres, situación de conexiones, peso y cuanta otra información sea necesaria para su correcta evaluación.

Los planos de detalle pueden ser sustituidos por folletos o catálogos del fabricante del aparato, siempre que la información sea suficientemente clara.

Ningún equipo o aparato podrá ser entregado en obra sin obtener la aprobación por escrito de la DO.

En algunos casos y a petición de la DO, el Contratista deberá entregar una muestra del material que pretende instalar antes de obtener la correspondiente aprobación.

El Contratista deberá someter los planos de detalle, catálogos y muestras a la aprobación de la DO con suficiente antelación para que no se interrumpa el avance de los trabajos de la propia instalación o de los otros contratistas.

La aprobación por parte de la DO de planos, catálogos y muestras no exime al Contratista de su responsabilidad en cuanto al correcto funcionamiento de la instalación se refiere.

3.8. VARIACIONES DE PROYECTO Y CAMBIOS DE MATERIALES.

El Contratista podrá proponer, al momento de presentar la oferta, cualquier variante sobre el presente Proyecto que afecte al sistema y/o a los materiales especificados, debidamente justificada.

La aprobación de tales variantes queda a criterio de la DO, que las aprobará solamente si redundan en un beneficio económico de inversión y/o explotación para la Propiedad, sin merma para la calidad de la instalación.

La DO evaluará, para la aprobación de las variantes, todos los gastos adicionales producidos por ellas, debidos a la consideración de la totalidad o parte de los Proyectos arquitectónico, estructural, mecánico y eléctrico y, eventualmente, a la necesidad de mayores cantidades de materiales requeridos por cualquiera de las otras instalaciones.

Variaciones sobre el proyecto pedidas, por cualquier causa, por la DO durante el curso del montaje, que impliquen cambios de cantidades o calidades e, incluso, el desmontaje de una parte de la obra realizada, deberán ser efectuadas por el Contratista después de haber pasado una oferta adicional, que estará basada sobre los precios unitarios de la oferta y, en su caso, nuevos precios a negociar.

3.9. COOPERACIÓN CON OTROS CONTRATISTAS.

El Contratista deberá cooperar plenamente con otras empresas, bajo la supervisión de la DO, entregando toda la documentación necesaria a fin de que los trabajos transcurran sin interferencias ni retrasos.

Si el Contratista pone en obra cualquier material o equipo antes de coordinar con otros oficios, en caso de surgir conflictos deberá corregir su trabajo, sin cargo alguno para la Propiedad.

3.10. PROTECCIÓN.

El Contratista deberá proteger todos los materiales y equipos de desperfectos y daños durante el almacenamiento en la obra y una vez instalados.

VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA

En particular, deberá evitar que los materiales aislantes puedan mojarse o, incluso, humedecerse.

Las aperturas de conexión de todos los aparatos y máquinas deberán estar convenientemente protegidos durante el transporte, el almacenamiento y montaje, hasta tanto no se proceda a su unión. Las protecciones deberán tener forma y resistencia adecuada para evitar la entrada de cuerpos extraños y suciedades dentro del aparato, así como los daños mecánicos que puedan sufrir las superficies de acoplamiento de bridas, roscas, manguitos, etc.

Igualmente, si es de temer la oxidación de las superficies mencionadas, éstas deberán recubrirse con pintura anti-oxidante, que deberá ser eliminada al momento del acoplamiento.

Especial cuidado se tendrá hacia materiales frágiles y delicados, como materiales aislantes, equipos de control, medida, etc, que deberán quedar especialmente protegidos.

El Contratista será responsable de sus materiales y equipos hasta la Recepción Provisional de la obra.

### 3.11. LIMPIEZA DE LA OBRA.

Durante el curso del montaje de sus instalaciones, el Contratista deberá evacuar de la obra todos los materiales sobrantes de trabajos efectuados con anterioridad, en particular de retales de tuberías, conductos y materiales aislantes, embalajes, etc.

Asimismo, al final de la obra, deberá limpiar perfectamente de cualquier suciedad todos los componentes (módulos fotovoltaicos, etc), equipos de salas de máquinas (baterías, inversores, etc), instrumentos de medida y control y cuadros eléctricos, dejándolos en perfecto estado.

### 3.12. ANDAMIOS Y APAREJOS.

El Contratista deberá suministrar la mano de obra y aparatos, como andamios y aparejos, necesarios para el movimiento horizontal y vertical de los materiales ligeros en la obra desde el lugar de almacenamiento al de emplazamiento.

El movimiento del material pesado y/o voluminoso, como paneles fotovoltaicos, aerogeneradores, etc, desde el camión hasta el lugar de emplazamiento definitivo, se realizará con los medios de la empresa constructora, bajo la supervisión y responsabilidad del Contratista, salvo cuando en otro Documento se indique que esta tarea está a cargo del mismo Contratista.

### 3.13. OBRAS DE ALBAÑILERÍA.

La realización de todas las obras de albañilería necesarias para la instalación de materiales y equipos estará a cargo de la empresa constructora, salvo cuando en otro Documento se indique que esta tarea está a cargo del mismo Contratista.

Tales obras incluyen aperturas y cierres de rozas y pasos de muros, recibido a fábricas de soportes, cajas, rejillas, etc, perforación y cierres de elementos estructurales horizontales y verticales, ejecución y cierres de zanjas, ejecución de galerías, bancadas, forjados flotantes, pinturas, alicatados, etc.

En cualquier caso, estos trabajos deberán realizarse bajo la responsabilidad del Contratista que suministrará, cuando sea necesario, los planos de detalles.

VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA

La fijación de los soportes, por medios mecánicos o por soldadura, a elementos de albañilería o de estructura del edificio, será efectuada por el Contratista siguiendo estrictamente las instrucciones que, al respecto, imparta la DO.

3.14. ENERGÍA ELÉCTRICA Y AGUA.

Todos los gastos relativos al consumo de energía eléctrica y agua por parte del Contratista para la realización de los trabajos de montaje y para las pruebas parciales y totales correrán a cuenta de la empresa constructora, salvo cuando en otro Documento se indique lo contrario.

El Contratista dará a conocer sus necesidades de potencia eléctrica a la empresa constructora antes de tomar posesión de la obra.

3.15. RUIDOS Y VIBRACIONES.

Toda la maquinaria deberá funcionar, bajo cualquier condición de carga, sin producir ruidos o vibraciones que, en opinión de la DO, puedan considerarse inaceptables o que rebasen los niveles máximos exigidos por las Ordenanzas Municipales.

Las correcciones que, eventualmente, se introduzcan para reducir ruidos y vibraciones deben ser aprobadas por la DO y conformarse a las recomendaciones del fabricante del equipo (atenuadores de vibraciones, silenciadores acústicos, etc).

Las conexiones entre canalizaciones y equipos con partes en movimiento deberán realizarse siempre por medio de elementos flexibles, que impidan eficazmente la propagación de las vibraciones.

3.16. ACCESIBILIDAD.

El Contratista hará conocer a la DO, con suficiente antelación, las necesidades de espacio y tiempo para la realización del montaje de sus materiales y equipos en patinillos, falsos techos y salas de máquinas.

A este respecto, el Contratista deberá cooperar con la empresa constructora y los otros contratistas, particularmente cuando los trabajos a realizar estén en el mismo emplazamiento.

Los gastos ocasionados por los trabajos de volver a abrir falsos techos, patinillos, etc, debidos a la omisión de dar a conocer a tiempo sus necesidades, correrán a cargo del Contratista.

Los elementos de medida, control, protección y maniobra deberán ser desmontables e instalarse en lugares visibles y accesibles, en particular cuando cumplan funciones de seguridad.

El Contratista deberá situar todos los equipos que necesitan operaciones periódicas de mantenimiento en un emplazamiento que permita la plena accesibilidad de todas sus partes, ateniéndose a los requerimientos mínimos más exigentes entre los marcados por la Reglamentación vigente y los recomendados por el fabricante.

El Contratista deberá suministrar a la empresa constructora la información necesaria para el exacto emplazamiento de puertas o paneles de acceso a elementos ocultos de la instalación, como válvulas, compuertas, elementos de control, etc.

3.17. CANALIZACIONES.

Antes de su colocación, todas las canalizaciones deberán reconocerse y limpiarse de cualquier

VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA

cuerpo extraño, como rebabas, óxidos, suciedades, etc.

La alineación de las canalizaciones en uniones, cambios de dirección o sección y derivaciones se realizará con los correspondientes accesorios o piezas especiales, centrando los ejes de las canalizaciones con los de las piezas especiales, sin tener que recurrir a forzar la canalización.

Para las tuberías, en particular, se tomarán las precauciones necesarias a fin de que conserven, una vez instaladas, su sección de forma circular.

Las tuberías deberán soportarse de tal manera que en ningún caso quede interrumpido el aislamiento térmico.

Con el fin de reducir la posibilidad de transmisión de vibraciones, formación de condensaciones y corrosión, entre tuberías y soportes metálicos deberá interponerse un material flexible no metálico.

En cualquier caso, el soporte no podrá impedir la libre dilatación de la tubería, salvo cuando se trate de un punto fijo.

Las tuberías enterradas llevarán la protección adecuada al medio en que están inmersas, que en ningún caso impedirá el libre juego de dilatación.

3.18. MANGUITOS PASAMUROS.

El Contratista deberá suministrar y colocar todos los manguitos a instalar en la obra de albañilería o estructural antes de que estas obras estén construidas. El Contratista será responsable de los daños provocados por no expresar a tiempo sus necesidades o indicar una situación incorrecta de los manguitos.

El espacio entre el manguito y la conducción deberá rellenarse con una masilla plástica, aprobada por la DO, que selle completamente el paso y permita la libre dilatación de la conducción. Además, cuando el manguito pase a través de un elemento corta-fuego, la resistencia al fuego del material de relleno deberá ser al menos igual a la del elemento estructural. En algunos casos, se podrá exigir que el material de relleno sea impermeable al paso de vapor de agua.

Los manguitos deberán acabar a ras del elemento de obra; sin embargo, cuando pasen a través de forjados, sobresaldrán 15 mm por la parte superior.

Los manguitos serán construidos con chapa de acero galvanizado de 6/10 mm de espesor o con tubería de acero galvanizado, con dimensiones suficientes para que pueda pasar con holgura la conducción con su aislamiento térmico. De otra parte, la holgura no podrá ser superior a 3 cm a lo largo del perímetro de la conducción.

No podrá existir ninguna unión de tuberías en el interior de manguitos pasamuros.

3.19. PROTECCIÓN DE PARTES EN MOVIMIENTO.

El Contratista deberá suministrar protecciones a todo tipo de maquinaria en movimiento, como transmisiones de potencia, rodetes de ventiladores, etc, con las que pueda tener lugar un contacto accidental. Las protecciones deben ser de tipo desmontable para facilitar las operaciones de mantenimiento.

3.20. PROTECCIÓN DE ELEMENTOS A TEMPERATURA ELEVADA.

VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA

Toda superficie a temperatura elevada, con la que pueda tener lugar un contacto accidental, deberá protegerse mediante un aislamiento térmico calculado de tal manera que su temperatura superficial no sea superior a 60 grados centígrados.

3.21. CUADROS Y LÍNEAS ELÉCTRICAS.

El Contratista suministrará e instalará los cuadros eléctricos de protección, maniobra y control de todos los equipos de la instalación mecánica, salvo cuando en otro Documento se indique otra cosa.

El Contratista suministrará e instalará también las líneas de potencia entre los cuadros antes mencionados y los motores de la instalación mecánica, completos de tubos de protección, bandejas, cajas de derivación, empalmes, etc, así como el cableado para control, mandos a distancia e interconexiones, salvo cuando en otro Documento se indique otra cosa.

La instalación eléctrica cumplirá con las exigencias marcadas por el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

La Empresa Instaladora Eléctrica será responsable de la alimentación eléctrica a todos los cuadros arriba mencionados, que estará constituida por 3 fases, neutro y tierra. El conexionado entre estos cables y los cuadros estará a cargo del Contratista.

El Contratista deberá suministrar a la Empresa Instaladora Eléctrica la información necesaria para las acometidas a sus cuadros, como el lugar exacto de emplazamiento, la potencia máxima absorbida y, cuando sea necesario, la corriente máxima absorbida y la caída de tensión admisible en régimen transitorio.

Salvo cuando se exprese lo contrario en la Memoria del Proyecto, las características de la alimentación eléctrica serán las siguientes: tensión trifásica a 400 V entre fases y 230 V entre fases y neutro, frecuencia 50 Hz.

3.22. PINTURAS Y COLORES.

Todas las conducciones de una instalación estarán señalizadas de acuerdo a lo indicado en las normas UNE, con franjas, anillos y flechas dispuestos sobre la superficie exterior de la misma o, en su caso, de su aislamiento térmico.

Los equipos y aparatos mantendrán los mismos colores de fábrica. Los desperfectos, debidos a golpes, raspaduras, etc, serán arreglados en obra satisfactoriamente a juicio de la DO.

En la sala de máquinas se dispondrá el código de colores enmarcado bajo cristal, junto al esquema de principio de la instalación.

3.23. IDENTIFICACIÓN.

Al final de la obra, todos los aparatos, equipos y cuadros eléctricos deberán marcarse con una chapa de identificación, sobre la cual se indicarán nombre y número del aparato.

La escritura deberá ser de tipo indeleble, pudiendo sustituirse por un grabado. Los caracteres tendrán una altura no menor de 50 mm.

En los cuadros eléctricos todos los bornes de salida deberán tener un número de identificación que se corresponderá al indicado en el esquema de mando y potencia.

VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA

Todos los equipos y aparatos importantes de la instalación, en particular aquellos que consumen energía, deberán venir equipados de fábrica, en cumplimiento de la normativa vigente, con una placa de identificación, en la que se indicarán sus características principales, así como nombre del fabricante, modelo y tipo. En las especificaciones de cada aparato o equipo se indicarán las características que, como mínimo, deberán figurar en la placa de identificación.

Las placas se fijarán mediante remaches o soldadura o con material adhesivo, de manera que se asegure su inmovibilidad, se situarán en un lugar visible y estarán escritas con caracteres claros y en la lengua o lenguas oficiales españolas.

3.24. LIMPIEZA INTERIOR DE REDES DE DISTRIBUCIÓN.

Todas las redes de distribución deberán ser internamente limpiadas antes de su funcionamiento, para eliminar polvo, cascarillas, aceites y cualquier otro material extraño.

Durante el montaje se habrá puesto extremo cuidado en evitar la introducción de materias extrañas dentro de tubería y equipos, protegiendo sus aperturas con adecuados tapones. Antes de su instalación, tuberías, accesorios y válvulas deberán ser examinados y limpiados.

3.25. PRUEBAS.

El Contratista pondrá a disposición todos los medios humanos y materiales necesarios para efectuar las pruebas parciales y finales de la instalación, efectuadas según se indicará a continuación para las pruebas finales y, para las pruebas parciales, en otros capítulos de este PCT.

Las pruebas parciales estarán precedidas de una comprobación de los materiales al momento de su recepción en obra.

Cuando el material o equipo llegue a obra con Certificado de Origen Industrial, que acredite el cumplimiento de la normativa en vigor, nacional o extranjera, su recepción se realizará comprobando, únicamente sus características aparentes.

Cuando el material o equipo esté instalado, se comprobará que el montaje cumple con las exigencias marcadas en la respectiva especificación (conexiones hidráulicas y eléctricas, fijación a la estructura del edificio, accesibilidad, accesorios de seguridad y funcionamiento, etc).

Sucesivamente, cada material o equipo participará también de las pruebas parciales y totales del conjunto de la instalación (estanquidad, funcionamiento, puesta a tierra, aislamiento, ruidos y vibraciones, etc).

3.26. PRUEBAS FINALES.

Una vez la instalación se encuentre totalmente terminada, de acuerdo con las especificaciones del proyecto, y que haya sido ajustada y equilibrada de acuerdo a lo indicado en las normas UNE, se deberán realizar las pruebas finales del conjunto de la instalación y según indicaciones de la DO cuando así se requiera.

3.27. RECEPCIÓN PROVISIONAL.

Una vez terminadas las obras y a los quince días siguientes a la petición del Contratista se hará la recepción provisional de las mismas por el Contratante, requiriendo para ello la presencia del Director de Obra y del representante del Contratista, levantándose la correspondiente Acta, en la que se hará constar la conformidad con los trabajos realizados, si este es el caso. Dicho Acta será firmada por el

VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA

Director de Obra y el representante del Contratista, dándose la obra por recibida si se ha ejecutado correctamente de acuerdo con las especificaciones dadas en el Pliego de Condiciones Técnicas y en el Proyecto correspondiente, comenzándose entonces a contar el plazo de garantía.

Al momento de la Recepción Provisional, el Contratista deberá entregar a la DO la siguiente documentación:

- Una copia reproducible de los planos definitivos, debidamente puestos al día, comprendiendo como mínimo, el esquema de principio, el esquema de control y seguridad, el esquema eléctrico, los planos de sala de máquinas y los planos de plantas donde se deberá indicar el recorrido de las conducciones de distribución.
- Una Memoria de la instalación, en la que se incluyen las bases de proyecto y los criterios adoptados para su desarrollo.
- Una relación de todos los materiales y equipos empleados, indicando fabricante, marca, modelo y características de funcionamiento.
- Un esquema de principio de impresión indeleble para su colocación en sala de máquinas, enmarcado bajo cristal.
- El Código de colores, en color, enmarcado bajo cristal.
- El Manual de Instrucciones.
- El certificado de la instalación presentado ante la Consejería de Industria y Energía de la Comunidad Autónoma.
- El Libro de Mantenimiento.
- Lista de repuestos recomendados y planos de despiece completo de cada unidad.

La DO entregará los mencionados documentos al Titular de la instalación, junto con las hojas recopilativas de los resultados de las pruebas parciales y finales y el Acta de Recepción, firmada por la DO y el Contratista.

En el caso de no hallarse la Obra en estado de ser recibida, se hará constar así en el Acta y se darán al Contratista las instrucciones precisas y detalladas para remediar los defectos observados, fijándose un plazo de ejecución. Expirado dicho plazo, se hará un nuevo reconocimiento. Las obras de reparación serán por cuenta y a cargo del Contratista. Si el Contratista no cumpliese estas prescripciones podrá declararse rescindido el contrato con pérdida de la fianza.

3.28. PERIODOS DE GARANTÍA.

El suministrador garantizará la instalación durante un período mínimo de 3 años, para todos los materiales utilizados y el montaje. Para los módulos fotovoltaicos la garantía será de 8 años.

Hasta que tenga lugar la recepción definitiva, el Contratista es responsable de la conservación de la Obra, siendo de su cuenta y cargo las reparaciones por defectos de ejecución o mala calidad de los materiales.

Durante este periodo, el Contratista garantizará al Contratante contra toda reclamación de terceros, fundada en causa y por ocasión de la ejecución de la Obra.

Condiciones económicas:

- Incluirá tanto la reparación o reposición de los componentes y las piezas que pudieran resultar defectuosas, como la mano de obra.
- Quedarán incluidos los siguientes gastos: tiempos de desplazamiento, medios de transporte, amortización de vehículos y herramientas, disponibilidad de otros medios y eventuales portes de recogida y devolución de los equipos para su reparación en los talleres del fabricante.

VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA

- Asimismo, se deberá incluir la mano de obra y materiales necesarios para efectuar los ajustes y eventuales reglajes del funcionamiento de la instalación.

La garantía podrá anularse cuando la instalación haya sido reparada, modificada o desmontada, aunque sólo sea en parte, por personas ajenas al suministrador o a los servicios de asistencia técnica de los fabricantes no autorizados expresamente por el suministrador.

3.29. RECEPCIÓN DEFINITIVA.

Al terminar el plazo de garantía señalado en el contrato o en su defecto a los doce meses de la recepción provisional, se procederá a la recepción definitiva de las obras, con la concurrencia del Director de Obra y del representante del Contratista levantándose el Acta correspondiente, por duplicado (si las obras son conformes), que quedará firmada por el Director de Obra y el representante del Contratista y ratificada por el Contratante y el Contratista.

3.30. PERMISOS.

El Contratista deberá gestionar con todos los Organismos Oficiales competentes (nacionales, autonómico, provinciales y municipales) la obtención de los permisos relativos a las instalaciones objeto del presente proyecto, incluyendo redacción de los documentos necesarios, visado por el Colegio Oficial correspondiente y presencia durante las inspecciones.

3.31. ENTRENAMIENTO.

El Contratista deberá adiestrar adecuadamente, tanto en la explotación como en el mantenimiento de las instalaciones, al personal que en número y cualificación designe la Propiedad.

Para ello, por un periodo no inferior a lo que se indique en otro Documento y antes de abandonar la obra, el Contratista asignará específicamente el personal adecuado de su plantilla para llevar a cabo el entrenamiento, de acuerdo con el programa que presente y que deberá ser aprobado por la DO.

3.32. REPUESTOS, HERRAMIENTAS Y ÚTILES ESPECÍFICOS.

El Contratista incorporará a los equipos los repuestos recomendados por el fabricante para el periodo de funcionamiento que se indica en otro Documento, de acuerdo con la lista de materiales entregada con la oferta.

3.33. SUBCONTRATACIÓN DE LAS OBRAS.

Salvo que el contrato disponga lo contrario o que de su naturaleza y condiciones se deduzca que la Obra ha de ser ejecutada directamente por el adjudicatario, podrá éste concertar con terceros la realización de determinadas unidades de obra (construcción y montaje de conductos, montaje de equipos especiales, construcción y montaje de cuadros eléctricos y tendido de líneas eléctricas, puesta a punto de equipos y materiales de control, etc).

La celebración de los subcontratos estará sometida al cumplimiento de los siguientes requisitos:

a) Que se dé conocimiento por escrito al Director de Obra del subcontrato a celebrar, con indicación de las partes de obra a realizar y sus condiciones económicas, a fin de que aquél lo autorice previamente.

b) Que las unidades de obra que el adjudicatario contrate con terceros no exceda del 50% del presupuesto total de la obra principal.

VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA

En cualquier caso el Contratista no quedará vinculado en absoluto ni reconocerá ninguna obligación contractual entre él y el subcontratista y cualquier subcontratación de obras no eximirá al Contratista de ninguna de sus obligaciones respecto al Contratante.

3.34. RIESGOS.

Las obras se ejecutarán, en cuanto a coste, plazo y arte, a riesgo y ventura del Contratista, sin que esta tenga, por tanto, derecho a indemnización por causa de pérdidas, perjuicios o averías. El Contratista no podrá alegar desconocimiento de situación, comunicaciones, características de la obra, etc.

El Contratista será responsable de los daños causados a instalaciones y materiales en caso de incendio, robo, cualquier clase de catástrofes atmosféricas, etc, debiendo cubrirse de tales riesgos mediante un seguro.

Asimismo, el Contratista deberá disponer también de seguro de responsabilidad civil frente a terceros, por los daños y perjuicios que, directa o indirectamente, por omisión o negligencia, se puedan ocasionar a personas, animales o bienes como consecuencia de los trabajos por ella efectuados o por la actuación del personal de su plantilla o subcontratado.

3.35. RESCISIÓN DEL CONTRATO.

Serán causas de rescisión del contrato la disolución, suspensión de pagos o quiebra del Contratista, así como embargo de los bienes destinados a la obra o utilizados en la misma.

Serán asimismo causas de rescisión el incumplimiento repetido de las condiciones técnicas, la demora en la entrega de la obra por un plazo superior a tres meses y la manifiesta desobediencia en la ejecución de la obra.

La apreciación de la existencia de las circunstancias enumeradas en los párrafos anteriores corresponderá a la DO.

En los supuestos previstos en los párrafos anteriores, la Propiedad podrá unilateralmente rescindir el contrato sin pago de indemnización alguna y solicitar indemnización por daños y perjuicios, que se fijará en el arbitraje que se practique.

El Contratista tendrá derecho a rescindir el contrato cuando la obra se suspenda totalmente y por un plazo de tiempo superior a tres meses. En este caso, el Contratista tendrá derecho a exigir una indemnización del cinco por ciento del importe de la obra pendiente de realización, aparte del pago íntegro de toda la obra realizada y de los materiales situados a pié de obra.

3.36. PRECIOS.

El Contratista deberá presentar su oferta indicando los precios de cada uno de los Capítulos del documento "Mediciones".

Los precios incluirán todos los conceptos mencionados anteriormente.

Una vez adjudicada la obra, el Contratista elegido para su ejecución presentará, antes de la firma del Contrato, los precios unitarios de cada partida de materiales. Para cada capítulo, la suma de los productos de las cantidades de materiales por los precios unitarios deberán coincidir con el precio, presentado en fase de oferta, del capítulo.

Cuando se exija en el Contrato, el Contratista deberá presentar, para cada partida de material, precios descompuestos en material, transporte y mano de obra de montaje.

3.37. PAGO DE OBRAS.

El pago de obras realizadas se hará sobre Certificaciones parciales que se practicarán mensualmente. Dichas Certificaciones contendrán solamente las unidades de obra totalmente terminadas que se hubieran ejecutado en el plazo a que se refieran. La relación valorada que figure en las Certificaciones, se hará con arreglo a los precios establecidos, reducidos en un 10% y con la cubicación, planos y referencias necesarias para su comprobación.

Serán de cuenta del Contratista las operaciones necesarias para medir unidades ocultas o enterradas, si no se ha advertido al Director de Obra oportunamente para su medición, los gastos de replanteo, inspección y liquidación de las mismas, con arreglo a las disposiciones vigentes, y los gastos que se originen por inspección y vigilancia facultativa, cuando la Dirección Técnica estime preciso establecerla.

La comprobación, aceptación o reparos deberán quedar terminadas por ambas partes en un plazo máximo de quince días.

El Director de Obra expedirá las Certificaciones de las obras ejecutadas que tendrán carácter de documentos provisionales a buena cuenta, rectificables por la liquidación definitiva o por cualquiera de las Certificaciones siguientes, no suponiendo por otra parte, aprobación ni recepción de las obras ejecutadas y comprendidas en dichas Certificaciones.

3.38. ABONO DE MATERIALES ACOPIADOS.

Cuando a juicio del Director de Obra no haya peligro de que desaparezca o se deterioren los materiales acopiados y reconocidos como útiles, se abonarán con arreglo a los precios descompuestos de la adjudicación. Dicho material será indicado por el Director de Obra que lo reflejará en el Acta de recepción de Obra, señalando el plazo de entrega en los lugares previamente indicados. El Contratista será responsable de los daños que se produzcan en la carga, transporte y descarga de este material.

La restitución de las bobinas vacías se hará en el plazo de un mes, una vez que se haya instalado el cable que contenían. En caso de retraso en su restitución, deterioro o pérdida, el Contratista se hará también cargo de los gastos suplementarios que puedan resultar.

## 4. DISPOSICIÓN FINAL.

La concurrencia a cualquier Subasta, Concurso o Concurso-Subasta cuyo Proyecto incluya el presente Pliego de Condiciones Generales, presupone la plena aceptación de todas y cada una de sus cláusulas.

VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA

VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA

# Condiciones de la Instalación fotovoltaica

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

Se deberá tener particular precaución en la protección de equipos y materiales que pueden estar expuestos a agentes exteriores especialmente agresivos producidos por procesos industriales cercanos.

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

Para que un módulo resulte aceptable, su potencia máxima y corriente de c.c. reales, referidas a las condiciones estándar, deberán estar comprendidas en el margen del +- 10 % de los correspondientes valores nominales de catálogo.

## 1. CRITERIOS ECOLÓGICOS.

El producto llevará el marcado CE de acuerdo con las Directivas 73/23/EC; 93/68/EC y 89/336/CEE según sea aplicable, cumpliendo además los siguientes requisitos:

Criterios ecológicos

- Fomento del reciclado: Utilización preferente de vidrio y aluminio reciclados
- Control de gases especiales: Control adecuado de las emisiones de F, Cl y COV y de la manipulación de gases especiales.
- Compuestos halogenados: Prohibidos.
- Devolución del productos en componentes: Aceptación y tratamiento adecuado de los productos con Marca AENOR usados devueltos.
- Envase: Ley 11/1997.

Requisitos de aptitud para el empleo

- Marcado CE: Conforme.
- Norma UNE-EN 61215: Conforme.

## 2. INFORMACIÓN DE LAS HOJAS DE DATOS Y PLACAS DE CARACTERÍSTICAS.

2.1. INFORMACIÓN DE LA HOJA DE DATOS.

Certificados

Todos los certificados relevantes deberán listarse en la hoja de datos

Material constructivo

Descripción de los materiales utilizados en la construcción de los siguientes componentes:

- Tipo de célula.

VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA

- Marco.
- Cubierta frontal.

Funcionamiento eléctrico

Se indicarán los valores característicos siguientes en las STC (1000 W/m$^2$, 25 +-2 ºC, AM 1,5):

- Potencia eléctrica máxima (Pmax).
- Corriente de cortocircuito (Isc).
- Tensión en circuito abierto (Voc).
- Tensión en el punto de máxima potencia (Vmpp).

Características generales

Se especificará la información sobre la caja de conexiones, tal como dimensiones, grado de protección IP, técnica para el conexionado eléctrico (por ejemplo, mediante conector o mediante cableado):

- Dimensiones externas (longitud, anchura) del módulo fotovoltaico.
- Espesor total del módulo fotovoltaico.
- Peso.

Características térmicas

Se requiere el valor de la NOCT.

Se requieren los valores de los coeficientes de temperatura.

Valores característicos para la integración de sistemas

Se requieren:

- Tensión de circuito abierto de diseño, tensión máxima permisible en el sistema y clasificación de protección.
- Corriente inversa límite.

Clasificación de potencia y tolerancias de producción

Se precisarán las tolerancias de producción superior e inferior para una potencia máxima dada.

2.2. INFORMACIÓN DE LA PLACA DE CARACTERÍSTICAS.

- Nombre y símbolo de origen del fabricante o suministrador.
- Designación de tipo.
- Clasificación de protección.
- Máxima tensión permitida en el sistema.
- Pmax +- tolerancias de producción, Isc, Voc y Vmpp (todos los valores en las STC).

## 3. SUBSISTEMAS, COMPONENTES E INTERFACES DE LOS SISTEMAS FV DE GENERACIÓN.

3.1. CONTROL PRINCIPAL Y MONITORIZACIÓN (CPM).

VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA

Este subsistema supervisa la operación global del sistema de generación FV y la interacción entre todos los subsistemas. También podrá interactuar con las cargas.

El CPM debería asegurar la operación del sistema en modo automático o manual.

La función de monitorización del subsistema CPM puede incluir detección y adquisición de señales de datos, procesado, registro, transmisión y presentación de datos del sistema según se demande. Esta función puede monitorizar:

- Campo fotovoltaico (FV).
- Acondicionador cc.
- Interfaz de carga cc/cc.
- Subsistema de almacenamiento.
- Interfaz ca/ca.
- Carga.
- Inversor.
- Fuentes auxiliares, etc.
- Interfaz a la red.
- Condiciones ambientales.

Las funciones del subsistema de control pueden incluir, pero no están limitadas a:

- Control de almacenamiento.
- Seguimiento solar.
- Arranque del sistema.
- Control de transmisión de potencia cc.
- Arranque y control del inversor de carga (ca).
- Seguridad.
- Protección contra incendios.
- Arranque y control de fuentes auxiliares.
- Control de la interfaz a la red.
- Arranque y control de funciones de apoyo.

En cualquier diseño particular de sistemas de generación FV, alguno de los subsistemas mostrados podría estar ausente y alguno de los componentes de un subsistema podría estar presente de una o varias formas.

3.2. SUBSISTEMA FOTOVOLTAICO (FV).

Consiste en un conjunto de componentes integrados mecánica y eléctricamente que forman una unidad que puede producir potencia en corriente continua (cc) directamente, a partir de la radiación solar.

El subsistema FV puede incluir, pero no está limitado a:

- Módulos.
- Subcampos de módulos.
- Campos fotovoltaicos.
- Interconexiones eléctricas.
- Cimentación.
- Estructuras soporte.
- Dispositivos de protección.
- Puesta a tierra.

VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA

3.3. ACONDICIONADOR CORRIENTE CONTINUA (CC).

El acondicionador cc suministra protección para los componentes eléctricos de cc y convierte la tensión del subsistema FV en una instalación de cc utilizable. Generalmente incluye todas las funciones auxiliares (tales como fuentes internas de alimentación, amplificadores de error, dispositivos de autoprotección, etc) requeridas para su correcta operación.

El acondicionador cc puede estar formado por uno o más, pero no únicamente, de los elementos siguientes:

- Fusible.
- Interruptor.
- Diodo de bloqueo.
- Equipo de protección (unidad de carga, aislamiento).
- Regulador de tensión.
- Seguidor del punto de máxima potencia.

Deberán especificarse los siguientes parámetros:

- Condiciones de entrada.
    - Tensión e intensidad nominales.
    - Rangos de tensión e intensidad.
    - Variaciones dinámicas.

- Condiciones de salida.
    - Tensión e intensidad.
    - Tolerancia en la tensión de salida.
    - Limitación de intensidad.
    - Características de las cargas.

Otras consideraciones:

- Rendimiento del acondicionador cc.
- Interacción con el control principal.
- Condiciones ambientales.
- Características mecánicas generales.
- Requisitos de seguridad.
- Interferencias de radiofrecuencia.
- Instrumentación.
- Nivel de ruido acústico.

3.4. INTERFAZ CC/CC.

Incluye las funciones necesarias para adaptar la tensión cc del sistema FV de generación a la carga cc. También puede conectarse a una fuente de potencia auxiliar cc.

La interfaz cc/cc puede incluir, sin excluir otros elementos, uno o más de los siguientes componentes:

- Interruptores automáticos y fusibles.
- Convertidor de tensión cc/cc.
- Conexión de fuente ca auxiliar de potencia.

VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA

- Dispositivos de filtrado.
- Dispositivos de protección tales como:
    - Puesta a tierra.
    - Protección contra rayos.
    - Regulador de tensión.
    - Aislamiento eléctrico entrada-salida.

Deberán especificarse los siguientes parámetros:

- Condiciones de entrada.
    - Tensión e intensidad nominales.
    - Rangos de tensión e intensidad.
    - Variaciones dinámicas.

- Condiciones de salida.
    - Tensión e intensidad.
    - Tolerancia en la tensión de salida.
    - Limitación de intensidad.
    - Características de las cargas.

- Rendimiento de la interfaz.

Otras consideraciones:

- Interacción con el control principal.
- Condiciones ambientales.
- Características mecánicas generales.
- Requisitos de seguridad.
- Interferencias de radiofrecuencia.
- Instrumentación.
- Nivel de ruido acústico.

3.5. ALMACENAMIENTO.

El subsistema de almacenamiento suministra el medio para reservar la energía eléctrica para uso posterior bajo demanda. El subsistema puede incluir también dispositivos de control de entrada-salida tales como regulación de carga, protección de sub/sobretensión, limitador de corriente de salida, instrumentación, etc.

Equipo de protección:

- Protección de la unidad.
- Protección de la carga.
- Protección de sub/sobretensión y sub/sobreintensidad.
- Protección del personal.
- Protección del medioambiente.

Las características del subsistema de almacenamiento pueden incluir, entre otros, lo siguiente:

- Tipo de almacenamiento.
- Capacidad de almacenamiento.
- Máxima profundidad de descarga.
- Condiciones medioambientales.

VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA

- Ciclos de vida.
- Pérdidas internas de energía (en función del tiempo).
- Energía específica (relación entre energía almacenable y el peso del elemento de almacenamiento).
- Dependencia con la temperatura.

Deberán especificarse los siguientes parámetros:

- Condiciones de entrada.
  - Tensión y rango de tensión nominales.
  - Intensidad de carga máxima.

- Condiciones de salida.
  - Rango de tensión.
  - Intensidad de descarga máxima.

- Rendimiento energético y culómbico.
  - Autodescarga.
  - Condiciones de ciclado.

Otras consideraciones:

- Requisitos de seguridad.
- Interacción con el control principal (CPM).
- Mantenimiento.
- Características mecánicas generales.
- Instrumentación.

3.6. INVERSOR.

El inversor convierte el acondicionador cc y/o salida de la batería de almacenamiento en potencia útil de ca (corriente alterna). Puede incluir control de tensión, fuentes de alimentación internas, amplificadores de error, dispositivos de autoprotección, etc.

Equipo de protección:

- Protección de la unidad.
- Protección de la carga.
- Aislamiento entre entrada y salida.
- Protecciones de sobretensión y sobreintensidad.

El inversor puede controlar uno o más, pero no está limitado a, los parámetros siguientes:

- Frecuencia.
- Nivel de tensión.
- Encendido y apagado.
- Sincronización.
- Potencia reactiva.
- Forma de la onda de salida.

Aunque el inversor puede especificarse y ensayarse independientemente del sistema de generación FV, las características técnicas dependen de los requisitos del sistema en el que se instale la unidad. Por ejemplo, los parámetros pueden ser distintos en un sistema autónomo y un sistema conectado a red.

VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA

Deberán especificarse los siguientes parámetros:

- Condiciones de entrada.
  - Tensión e intensidad nominales.
  - Rangos de tensión e intensidad.
  - Variaciones dinámicas de tensión de entrada.

- Condiciones de salida.
  - Número de fases.
  - Tensión e intensidad.
  - Distorsión armónica y frecuencia de salida.
  - Tolerancias de tensión y de frecuencia.
  - Limitación de intensidad.
  - Características de las cargas.
  - Factor de potencia.

- Rendimiento del inversor.

Otras consideraciones:

- Pérdidas sin carga.
- Interacción con el control principal.
- Condiciones ambientales.
- Condiciones mecánicas generales.
- Condiciones de seguridad.
- Interferencias de radiofrecuencia.
- Instrumentación.
- Generación de ruido acústico.

3.7. INTERFAZ CA/CA.

Incluye las funciones necesarias para convertir la tensión ca del sistema de generación FV a una carga ca. También puede conectarse a una fuente auxiliar de ca.

Un subsistema ca/ca puede incluir uno o más (entre otros) de los elementos siguientes:

- Interruptores automáticos y fusibles.
- Convertidor de tensión ca/ca.
- Conexión de fuente ca auxiliar.
- Dispositivos de filtrado.
- Dispositivos de protección tales como:
  - Puesta a tierra.
  - Dispositivo de protección contra el rayo (pararrayos).
  - Reguladores.
  - Seguridad.
  - Aislamiento entre entrada y salida.

Deberán especificarse los siguientes parámetros:

- Condiciones de entrada.
  - Número de fases.
  - Tensión (es) e intensidad (es) nominal (es).

VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA

- Rangos de tensión e intensidad.
- Frecuencia.
- Rango de frecuencia.
- Factor de potencia.
- Variaciones dinámicas.

- Condiciones de salida.
  - Número de fases.
  - Rangos de tensión e intensidad.
  - Frecuencia y distorsión armónica.
  - Tolerancia de tensión y frecuencia.
  - Limitación de intensidad.
  - Características de las cargas.
  - Factor de potencia.
  - Equilibrio de fases.

Otras consideraciones:

- Interacción con el control principal.
- Condiciones ambientales.
- Características mecánicas generales.
- Requisitos de seguridad.
- Rendimiento de la interfaz.
- Interferencias de radiofrecuencia.
- Instrumentación.

3.8. INTERFAZ A LA RED.

Conecta eléctricamente la salida del inversor cc/ca y la red de distribución eléctrica. Posibilita al sistema de generación FV operar en paralelo con la red para así entregar o recibir energía eléctrica a o desde la red.

La interfaz a la red puede consistir, entre otros, de los elementos siguientes:

- Interruptores automáticos y fusibles.
- Convertidores de tensión ca/ca.
- Dispositivos de filtrado.
- Dispositivos de protección tales como:
  - Puesta a tierra.
  - Pararrayos.
  - Reguladores de tensión.
  - Relés.
  - Transformador de aislamiento.
- Sistemas de acoplo y desacoplo.

Deberán especificarse los siguientes parámetros:

- Condiciones de entrada.
  - Número de fases.
  - Intensidad (es) y tensión (es) nominal (es).
  - Rangos de tensión e intensidad.
  - Frecuencia.
  - Rango de frecuencia.

VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA

- Factor de potencia.
- Variaciones dinámicas.

- Condiciones de salida.
  - Número de fases.
  - Rangos de tensión e intensidad.
  - Frecuencia y distorsión armónica.
  - Tolerancia de tensión y frecuencia.
  - Limitación de intensidad.
  - Características de las cargas.
  - Factor de potencia.
  - Equilibrio de fases.

Otras consideraciones:

- Interacción con el control principal.
- Condiciones ambientales.
- Características mecánicas generales.
- Requisitos de seguridad.
- Rendimiento de la interfaz.
- Interferencias de radiofrecuencia.
- Instrumentación.

## 4. ENSAYOS EN MÓDULOS FOTOVOLTAICOS.

### 4.1. ENSAYO ULTRAVIOLETA.

El ensayo mediante el cual se determina la resistencia del módulo cuando se expone a radiación ultravioleta (UV) se realizará según UNE-EN 61435:1999.

Ese ensayo será útil para evaluar la resistencia a la radiación UV de materiales tales como polímeros y capas protectoras.

El objeto de este ensayo es determinar la capacidad del módulo de resistir la exposición a la radiación ultravioleta (UV) entre 280 mm y 400 mm. Antes de realizar este ensayo se realizará el ensayo de envejecimiento por luz u otro ensayo de pre-acondicionamiento conforme a CEI 61215 o CEI 61646.

### 4.2. ENSAYO DE CORROSIÓN POR NIEBLA SALINA.

El ensayo mediante el cual se determina la resistencia del módulo FV a la corrosión por niebla salina se realizará según UNE-EN 61701:2000.

Este ensayo será útil para evaluar la compatibilidad de materiales, y la calidad y uniformidad de los recubrimientos protectores.

### 4.3. RESISTENCIA DE ENSAYO AL IMPACTO.

La susceptibilidad de un módulo a sufrir daños por un impacto accidental se realizará según UNE-EN 61721:2000.

VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA

# Montaje de la Instalación fotovoltaica

## 1. ESTUDIO Y PLANIFICACIÓN PREVIA.

Para llevar a cabo un buen montaje será necesario subdividir esta fase en tres etapas principales:

- Diseño.
- Planificación.
- Realización.

El diseño del montaje es una tarea que deberá abordarse en la propia fase de diseño general de la instalación, no limitándose ésta al cálculo y dimensionado. En esta etapa deberá quedar completamente definido el conjunto de la instalación, contando siempre con el usuario o propietario de la misma, ya que será entonces cuando deberá tener lugar el planteamiento, el debate y toma de decisiones sobre aspectos prácticos como el control, la monitorización y el mantenimiento, los requisitos estéticos, el impacto visual, los riesgos de robo y actos vandálicos, etc.

Se realizará una instalación, en la medida de lo posible, integrada arquitectónicamente con el entorno.

Se tomarán las debidas precauciones y medidas de seguridad con el fin de evitar los actos vandálicos y el robo de los diferentes elementos de la instalación, en especial del sistema de generación. Si no resulta posible ubicar los paneles en lugares inaccesibles o de muy difícil acceso, a veces no quedará más remedio que diseñar el montaje de los mismos de forma que sea prácticamente imposible desmontarlos sin romperlos y, por lo tanto, hacerlos inservibles.

Entre las posibles medidas extremas que se podrán tomar, pueden citarse:

- Rodear los paneles con un marco o perfil angular de acero.

- Pegar los módulos al marco o perfiles de la estructura con una soldadura química (fría).

- Elevar artificialmente la altura de la estructura soporte.

- Efectuar soldaduras en puntos "estratégicos" como, por ejemplo, alrededor de las tuercas de sujeción, haciendo imposible su manipulación con herramientas comunes.

En cualquier caso, el recinto ocupado por la instalación fotovoltaica, cuando ésta no quede integrada en una edificación o dentro de los límites de una propiedad con acceso restringido, deberá delimitarse por barreras físicas que aunque no puedan evitar la presencia de personas ajenas, sí la dificulten, y sirvan para demarcar los límites de la propiedad privada (además de los de seguridad).

En cuanto a la planificación del montaje, el propósito principal de esta etapa será minimizar los posibles imprevistos que puedan surgir y asegurar, en la medida de los posible, el cumplimiento de plazos y presupuestos.

Será muy recomendable definir de antemano el momento, la secuencia y los tiempos previstos de operaciones, la gestión del personal montador, la gestión del material y de los recursos.

El instalador deberá considerar durante la planificación cómo y qué medida afectará el montaje de la instalación fotovoltaica a las personas ajenas a la misma, a su trabajo y a sus actividades. En este

VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA

sentido, se deberá informar con la suficiente antelación sobre las operaciones que conlleven cortes de luz, ruido, polvo, obstrucción y/o ocupación de vías de paso (acceso de vehículos, pasillos, etc), utilización de espacios (habitaciones, despachos, etc), necesidad de presencia del propietario, etc.

Por último, la etapa de realización requerirá la utilización de planos, esquemas, manuales de instalación, instrucciones, etc, que especifiquen y faciliten las tareas de montaje. El objetivo de ello será doble: llevar a cabo las operaciones de forma correcta y eficiente, y evitar disconformidades por parte del propietario.

## 2. LA ESTRUCTURA SOPORTE.

Aunque en determinadas ocasiones es posible el montaje de paneles fotovoltaicos aprovechando un elemento arquitectónico existente, o incluso sustituyéndolo, en la generalidad de los casos dicha estructura se hará indispensable, ya que cumple un triple cometido:

- Actuar de armazón para conferir rigidez al conjunto de módulos, configurando la disposición y geometría del panel que sean adecuados en cada caso.

- Asegurar la correcta inclinación y orientación de los paneles, que serán en general distintas según el tipo de aplicación y la localización geográfica.

- Servir de elemento intermedio para la unión de los paneles y el suelo o elemento constructivo (tejado, pared, etc), que deberá soportar el peso y las fuerzas transmitidas por aquéllos, asegurando un anclaje firme y una estabilidad perfecta y permanente.

La estructura soporte de los paneles será un elemento auxiliar, por lo general metálico (acero galvanizado, aluminio o acero inoxidable). Se considerarán en todo caso las exigencias constructivas y estructurales del CTE, con el fin de garantizar la seguridad de la instalación.

Además del peso de los módulos y de la propia estructura, ésta se verá sometida a la sobrecarga producida por el viento, el cual producirá sobre los paneles una presión dinámica que puede ser muy grande. De ahí la importancia de asegurar perfectamente la robustez, no solamente de la propia estructura, sino también y muy especialmente, del anclaje de la misma.

Además de las fuerzas producidas por el viento, habrá que considerar otras posibles cargas como la de la nieve sobre los paneles.

En base a conseguir una minimización de los costes de instalación sin pérdida de calidad, en el diseño de las estructuras se debería tender a:

- Desarrollar kits de montaje universales.
- Minimizar el número total de piezas necesarias.
- Prever un sistema de ensamblaje sencillo para reducir los costes de mano de obra.
- Utilizar, en lo posible, partes pre-ensambladas en taller o fábrica.
- Asegurar la máxima protección a los paneles contra el robo o vandalismo.

Preferentemente se realizarán estructuras de acero galvanizado, debiendo poseer un espesor de galvanizado de 120 micras o más, recomendándose incluso 200 micras. Dicho proceso de galvanizado en caliente consistirá en la inmersión de todos los perfiles y piezas que componen la estructura en un baño de zinc fundido. De esta forma, el zinc recubrirá perfectamente todas las hendiduras, bordes, ángulos, soldaduras, etc, penetrando en los pequeños resquicios y orificios del material que, en caso de usar otro método de recubrimiento superficial, quedarían desprotegidos y se convertirían en focos de corrosión.

VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA

Toda la tornillería utilizada será de acero inoxidable. Adicionalmente, y para prever los posibles efectos de los pares galvánicos entre paneles y estructura, sobre todo en ambientes fuertemente salinos, conviene instalar unos inhibidores de corrosión galvánica, para evitar la corrosión por par galvánico.

En el diseño de la estructura se deberá tener en cuenta la posibilidad de dilataciones y constricciones, evitando utilizar perfiles de excesiva longitud o interpuestos de forma que dificulten la libre dilatación, a fin de no crear tensiones mecánicas superficiales.

2.1. MONTAJE SOBRE SUELO.

Podrán utilizarse dos tipos de estructuras diferentes: las de único apoyo, en las que un poste metálico o mástil sostiene a los paneles y los soportes de entramado longitudinales (rastrales o racks).

También será utilizado el sistema de poste en el caso de estructuras dotadas de algún mecanismo de movimiento (sistemas de seguimiento solar) para conseguir que los paneles sigan lo mejor posible el curso del sol y obtener así una apreciable ganancia neta de energía en comparación con los sistemas estáticos. Este tipo de estructuras vendrán prefabricadas y con instrucciones de montaje muy precisas.

El proceso de montaje se podrá dividir en las siguientes etapas:

Preparación del terreno

La cimentación de la estructura, bien sea por medio de zapatas aisladas, peana corrida o losa, exigirá una excavación de profundidad suficiente, debiendo ser las dimensiones del hueco tanto mayores cuanto más blando sea el terreno.

El hueco será un paralepípedo rectangular, es decir, sus caras laterales serán verticales y formando ángulos rectos, y la base quedarán perfectamente horizontal, limpiando y compactando si fuese necesario. Tendrá la orientación adecuada para que a su vez la estructura quede correctamente orientada, debiéndose tener esto muy presente antes de comenzar las excavaciones.

También existe la posibilidad de usar estructura hincada directamente sobre el terreno. Esta estructura no requiere de la cimentación previa con hormigón.

Preparación del hormigón

Si no se utiliza un hormigón preparado, que se vierta directamente desde el camión-hormigonera en los pozos, la labor de dosificación y preparación de los morteros y hormigones deberá encomendarse a un albañil con experiencia es estas tareas.

El cemento, que deberá ser de la categoría adecuada a la normativa vigente, se presenta frecuentemente en sacos de 50 kg, que en volumen ocupan aproximadamente unos 33 litros.

Eligiendo una dosificación volumétrica de cemento-arena-grava igual a 1:2:4, y teniendo en cuenta que el material sólido necesario para conseguir un $m^3$ de hormigón ocupa 1450 l, se necesitarían:

- 205 litros de cemento.
- 415 litros de arena.
- 830 litros de grava.

VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA

En cuanto a la cantidad de agua a añadir, en teoría un hormigón es más resistente cuanto menos agua lleve, pero en la práctica, para que el mismo sea manejable y fácil de trabajar, se requerirán al menos 50 ó 55 litros de agua por cada dos sacos de cemento (100 kg).

Si, por ejemplo, se dispone de una hormigonera en obra que en cada amasada puede proporcionar 1/4 de $m^3$ de hormigón, se deberá llenar a razón de una palada de cemento por cada dos de arena y cuatro de grava (sin olvidar también el agua) hasta rebosar.

Si las cargas o la naturaleza del terreno lo requieren, puede ser aconsejable preparar también una primera capa de hormigón, llamada también de "limpieza", que será la que se vierta primero y que tendrá entre 10 cm y 20 cm de espesor, sobre la cual se podrá disponer horizontalmente una armadura o entramado reticulado de barras corrugadas que aumentarán la resistencia de la zapata.

Ejecución de la cimentación

Se podrán utilizar dos técnicas diferentes. La primera, y habitual, consistirá en, una vez realizada la excavación, encofrar para poder conformar la peana o base exterior, posicionar los pernos, mediante una plantilla a propósito o con listones de madera colocados a la distancia precisa y, habiendo comprobado que las posiciones de los pernos son las correctas, proceder con cuidado al vertido del hormigón, evitando que se mueva la plantilla y los pernos, y esperar a que éste fragüe.

La segunda consistirá en encofrar y hormigonar primero y, una vez fraguado el hormigón en todas las cimentaciones, marcar la situación de los orificios donde irán los pernos, mediante una plantilla que debe ser una réplica exacta de las bases de la estructura, y proceder al taladrado del hormigón con el diámetro y profundidad adecuados. A continuación se verterá sobre los orificios así dispuestos un mortero fino o un preparado comercial adecuado para lograr una buena adherencia, e inmediatamente se introducirán los pernos montados en su correspondiente plantilla. Estos deberán quedar perfectamente perpendiculares y, como en el caso anterior, sobresaliendo en la cantidad necesaria para tener en cuenta el grosor tanto de la chapa base de la estructura como de la capa de nivelación que, en su caso, fuese preciso efectuar.

Tanto en uno u otro caso será conveniente que los cables que transportan la energía eléctrica desde los paneles queden lo más ocultos y protegidos posible, para lo cual habrá que prever una canalización dentro de la propia zapata y una salida lateral en la misma. Esto se logrará introduciendo un tubo de diámetro adecuado en el agujero de la excavación antes de verter en éste el hormigón. Dicho tubo deberá sobresalir al menos medio metro en cada extremo. Si se utiliza una plantilla con orificio central, uno de los extremos del tubo saldrá precisamente por dicho orificio. La plantilla quedará siempre a unos 5 cm, aproximadamente, sobre la superficie.

Es una buena práctica soldar los extremos inferiores de los espárragos a un perfil en L, a fin de aumentar la rigidez del conjunto.

Una vez haya fraguado el hormigón, hay que proceder a la operación de reglaje de la plantilla, que consistirá en asegurarse de que ésta queda perfectamente horizontal.

Actuando sobre las tuercas de nivelación, situadas inmediatamente debajo de la plantilla (conviene que lleven una arandela), se logrará que ésta quede perfectamente horizontal.

A continuación, y después de untar con aceite mineral la parte inferior de la plantilla a fin de evitar que se adhiera el mortero (llamado mortero de reglaje) que hay que introducir bajo la placa, se preparará una mezcla de cemento y arena que constituirá el mortero de alta resistencia que hay que introducir (aprovechando el agujero central de la plantilla) hasta rellenar perfectamente el hueco, de un

VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA 1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO

5 cm de altura, que debe existir entre la parte inferior de la plantilla y la superficie el hormigón.

Una vez vertido el mortero de reglaje y cuando rebose por los cuatro lados de la plantilla, se alisará con ayuda de la espátula sus zonas visibles, dejándolas con un ángulo de unos 45º.

Cuando el mortero haya fraguado, se retira la chapa de la plantilla, quedando así la cimentación lista para recibir a la estructura metálica.

Anclaje de la estructura

Es preferible que la mayoría de las operaciones puedan realizarse en taller (soldadura de perfiles, etc), aunque por otra parte el traslado de la estructura requerirá medios mecánicos de mayor envergadura.

Situada la estructura (o los pilares de la misma, según el método que se haya elegido) junto a las zapatas de apoyo ya preparadas, se montarán los pilares sobres las mismas, generalmente con ayuda de una grúa, encajando los espárragos en los correspondientes orificios de la base del pilar (que tendrá la misma geometría que la plantilla antes usada).

Una vez colocadas las arandelas, tuercas y contratuercas, se procederá a su apriete, efectuando éste en dos pasadas, a fin de no crear tensiones desiguales.

En el caso de que la estructura lleve puesta a tierra (la cual se deberá haber previsto dejando un agujero para el conductor de tierra en la zapata elegida para ello), podrá usarse una pletina independiente que se habrá alojado en cualquiera de los pernos de anclaje y a la cual se conectará el conductor de tierra que llegará hasta el extremo superior de la pica.

Terminación de la estructura

Una vez anclada y asegurada, se completan aquellas partes de la estructura que todavía estuviesen sin montar, de acuerdo con las guías de montaje que siempre deberá proveer a tal efecto el suministrador de la estructura o el encargado de su diseño.

Será preferible que los módulos estén ya pre-ensamblados en grupos antes de ponerlos en la estructura.

2.2. MONTAJE SOBRE CUBIERTA.

Tanto la propia cubierta, bien sea ésta plana o inclinada, como el edificio o construcción al cual pertenezca deberán soportar sin problemas las sobrecargas que produzca la estructura de paneles.

Para el caso de cubiertas planas, y si la resistencia de la misma lo permite, una técnica apropiada será el anclaje de la estructura sobre una losa de hormigón con un peso suficiente para hacer frente a vientos fuertes (todo ello según CTE). La losa podrá, simplemente, descansar sobre la cubierta, sin necesidad de anclaje con la misma.

La segunda alternativa conlleva la perforación de la cubierta y el anclaje de las barras o perfiles metálicos de sustentación de la estructura a las vigas bajo cubierta. Particular cuidado habrá de ponerse en el sellado e impermeabilización de las zonas por donde se hayan efectuado los taladros.

## 3. ENSAMBLADO DE LOS MÓDULOS.

Este apartado comprenderá las tareas de ubicación del campo fotovoltaico, conexionado y

VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA

ensamblado de los módulos, e izado y fijación de los paneles a la estructura.

3.1. UBICACIÓN DEL CAMPO FOTOVOLTAICO.

A la hora de ubicar el campo fotovoltaico se tendrán en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Elegir un día soleado para la evaluación del emplazamiento.
- En el análisis de la orientación del campo fotovoltaico, manejar una buena brújula (profesional), situarse en un lugar al aire libre y no apoyarla sobre ningún objeto que pueda alterar la indicación de la misma.
- La brújula servirá para precisar, no para determinar. El deberá tener sentido de la orientación, lo que no resultará complicado en un día soleado y conociendo la hora.
- Una vez conocidas las dimensiones de la estructura, será conveniente delimitar y señalizar el perímetro de la misma, lo que facilitará su posterior montaje. Si la estructura se va a colocar próxima a un lugar accesible o susceptible de alguna modificación, será conveniente informar al propietario sobre el espacio que deberá quedar libre de obstáculos que puedan proyectar sombras sobre los paneles.
- Generalmente habrá más de una ubicación posible y adecuada. En estos casos deberá considerarse los aspectos ya mencionados de integración, accesibilidad, etc.

3.2. CONEXIONADO Y ENSAMBLADO DE LOS MÓDULOS.

Los módulos fotovoltaicos dispondrán de una o dos cajas de conexiones, donde estarán accesibles los terminales positivo y negativo. Estas cajas dispondrán de unos orificios diseñados para admitir tanto prensaestopas (prensacables), como tubo protector para cables. Se podrán utilizar kits de conexión, compuestos de tubo no metálico flexible con prensaestopas en ambos extremos y ya listos para adaptarse a las cajas de conexión de sus módulos.

Los prensaestopas tendrán doble finalidad, por un lado asegurar que se mantiene la estanquidad en el orificio de la caja, y por otro servir como sujeción del cable, evitando así que cualquier posible esfuerzo se transmita directamente sobre las conexiones del interior. En el caso de utilizar tubo protector, este segundo aspecto quedará asegurado.

Los prensaestopas serán adecuados para la sección del cable a utilizar.

Aunque las cajas de conexiones tengan el grado de protección adecuado (aptas para la intemperie), será una buena práctica sellar todas las juntas y orificios con algún tipo de cinta, o sustancia especial para esta función.

Cuando exista una configuración serie-paralelo de cierta complejidad, el montaje de los módulos requerirá el manejo de un plano o esquema donde se refleje dicha configuración, con el fin de no cometer errores y facilitar la tarea de interconexionado.

La secuencia de operaciones a seguir durante el montaje de los módulos dependerá en gran medida de las características de la estructura soporte. Cuando se permite con facilidad el acceso a la parte trasera de los módulos, el conexionado de los mismos podrá realizarse una vez fijados éstos a la estructura. En caso contrario, el conexionado será previo a su fijación en la estructura.

Durante el conexionado de los módulos deberá tenerse en cuenta la presencia de tensión en sus terminales cuando incide la radiación solar sobre ellos, por lo tanto, durante su manipulación, se recomienda cubrir completamente los módulos con un material opaco.

3.3. IZADO Y FIJACIÓN DE LOS PANELES A LA ESTRUCTURA.

VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA

Si no es posible colocar la estructura en su posición definitiva habiendo montado ya previamente en aquella los paneles, éstos se agruparán para ser izados (generalmente mediante medios mecánicos), hasta el lugar donde vayan a ser instalados.

Esta operación puede ser delicada, tanto para los paneles como para las personas, por ello convendrá proteger los paneles para evitar golpes accidentales durante las maniobras y adoptar las medidas de seguridad personal adecuadas.

Para la fijación de los módulos a la estructura, o al bastidor que conforma el panel, se utilizarán únicamente los taladros que ya existan de fábrica en el marco de los mismos. Nunca se deberán hacer nuevos taladros en dicho marco, pues se correría el riesgo de dañar el módulo y el orificio practicado carecería del tratamiento superficial al que el fabricante ha sometido el marco. Si son necesarios, los taladros se efectuarán en una pieza adicional que se interpondrá entre los módulos y el cuerpo principal de la estructura. Toda la tornillería será de acero inoxidable, observando siempre las indicaciones facilitadas por el fabricante.

## 4. INSTALACIÓN DE LA TOMA DE TIERRA Y PROTECCIONES.

Según UNE-EN 61173:1998 se podrán adoptar cualesquiera de los tres métodos siguientes:

- Puesta a tierra común de todos los equipos de la instalación fotovoltaica (cercos metálicos, cajas, soportes y cubiertas de los equipos, etc).

- Puesta a tierra común de todos los equipos de la instalación fotovoltaica (cercos metálicos, cajas, soportes y cubiertas de los equipos, etc) y del sistema. La puesta a tierra del sistema se consigue conectando un conductor eléctrico en tensión a la tierra del equipo, y puede ser importante porque puede servir para estabilizar la tensión del sistema respecto a tierra durante la operación normal del sistema; también puede mejorar la operación de los dispositivos de protección contra sobrecorrientes en caso de fallo.

- Punto central del sistema y equipos electrónicos conectados a una tierra común.

Si se utiliza el sistema de puesta a tierra, uno de los conductores del sistema bifásico o el neutro en un sistema trifásico deberá sólidamente conectado a tierra de acuerdo a lo siguiente:

- La conexión a tierra del circuito de corriente continua puede hacerse en un punto único cualquiera del circuito de salida del campo FV. Sin embargo, un punto de conexión a tierra tan cerca como sea posible de los módulos FV y antes que cualquier otro elemento, tal como interruptores, fusibles y diodos de protección, protegerá mejor el sistema contra las sobretensiones producidas por rayos.

- La tierra de los sistemas o de los equipos no debería ser interrumpida cuando se desmonte un módulo del campo.

- Es conveniente utilizar el mismo electrodo de tierra para la puesta a tierra del circuito de CC y la puesta a tierra de los equipos. Dos o más electrodos conectados entre sí serán considerados como un único electrodo para este fin. Además, es conveniente que esta puesta a tierra sea conectada al neutro de la red principal, si existe. Todas las tierras de los sistemas de CC y CA deberían ser comunes.

Caso de no utilizar un sistema de puesta a tierra para reducir las sobretensiones, se deberá emplear cualesquiera de los siguientes métodos (según UNE-EN 61173:1998) :

- Métodos equipotenciales (cableado).
- Blindaje.

VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA

- Interceptación de las ondas de choque.
- Dispositivos de protección.

## 5. MONTAJE DE LA BATERÍA DE ACUMULADORES.

El transporte y manipulación de baterías pesadas requerirá el empleo de medios materiales y técnicos adecuados para dichas tareas.

El lugar donde se alojen los acumuladores deberá tener unas características muy concretas:

- Seco, fresco y protegido de la intemperie.
- Provisto de ventilación adecuada.
- Suficientemente alejado de aparatos que puedan provocar chispas o llamas.
- De acceso restringido.
- Con las señalizaciones pertinentes: peligro eléctrico, prohibido fumar, material corrosivo, etc.

Cuando se coloquen en un local, las baterías deberán estar aisladas eléctricamente del suelo por medio de una estructura (bancada) que suele ser de madera o metálica y resistente al ácido. La superficie del local deberá soportar, de forma estable, el elevado peso que puede llegar a tener todo el sistema (bancada y baterías), y la colocación de las baterías sobre la bancada deberá realizarse de forma que no tengan lugar situaciones inestables en la misma (debido a la mala distribución de la carga) que provoquen la caída de las baterías. Esta colocación deberá llevarse a cabo teniendo en cuenta en interconexionado final, de modo que la situación relativa de los distintos bornes deberá respetar su diseño.

Deberá realizarse un conexionado de baterías de tal forma que la corriente se distribuya por igual en todas ellas, evitando caminos preferentes para la corriente (el conexionado tipo "cruzada" será adecuado). Otra práctica recomendada es el empleo del cableado de igualación, consistente en conectar los bornes de las baterías situadas en filas en paralelo que deberían tener la misma tensión.

Se deberá proteger el conjunto de la conexión cable-terminal-borne con una cubierta protectora que impida el contacto humano accidental con partes activas (bajo tensión) y los contactos accidentales entre bornes causados por útiles mecánicos y otros cables.

En cuanto a los cables de interconexión de baterías, deberá evitarse que su conexión con los bornes suponga un esfuerzo o tensión que provoque su movimiento en caso de desconexión accidental o intencionada. Será, pues, necesario que antes de la conexión el cable pueda adoptar de forma estable la posición que tendrá una vez conectado.

## 6. MONTAJE DEL RESTO DE COMPONENTES.

Para el montaje de los componentes específicos como reguladores, inversores, etc, se deberán seguir las instrucciones del fabricante.

Respecto al tendido de líneas, a veces será preciso sacrificar la elección del camino o recorrido ideal del cableado para salvar dificultades u obstáculos que supondrían un riesgo o encarecimiento de la mano de obra de la instalación. Se recomienda el uso de un lubricante en gel para el tendido de cables bajo tubo.

Se deberán identificar adecuadamente todos los elementos de desconexión de la instalación, así como utilizar uniformemente el color de los cables de igual polaridad (incluidos los del campo fotovoltaico). El color rojo se suele reservar para el polo positivo y el negro para el polo negativo.

VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA

# Mantenimiento de la Instalación fotovoltaica

## 1. GENERALIDADES.

Se realizará un contrato de mantenimiento (preventivo y correctivo), al menos de tres años.

El mantenimiento preventivo implicará, como mínimo, una revisión anual.

El contrato de mantenimiento de la instalación incluirá las labores de mantenimiento de todos los elementos de la instalación aconsejados por los fabricantes.

## 2. PROGRAMA DE MANTENIMIENTO.

Se realizarán dos escalones de actuación para englobar todas las operaciones necesarias durante la vida útil de la instalación para asegurar el funcionamiento, aumentar la producción y prolongar la duración de la misma:

- Mantenimiento preventivo.
- Mantenimiento correctivo.

El plan de mantenimiento preventivo engloba las operaciones de inspección visual, verificación de actuaciones y otras, que aplicadas a la instalación deberán permitir mantener, dentro de límites aceptables, las condiciones de funcionamiento, prestaciones, protección y durabilidad de la instalación.

El plan de mantenimiento correctivo engloba todas las operaciones de sustitución necesarias para asegurar que el sistema funcione correctamente durante su vida útil. Incluirá:

- La visita a la instalación en los plazos siguientes:
  - Aislada de red: 48 horas si la instalación no funciona o de una semana si el fallo no afecta al funcionamiento.
  - Conectada a red: 1 semana ante cualquier incidencia y resolución de la avería en un plazo máximo de 15 días.

- El análisis y presupuestación de los trabajos y reposiciones necesarias para el correcto funcionamiento de la misma.

- Los costes económicos del mantenimiento correctivo, con el alcance indicado, forman parte del precio anual del contrato de mantenimiento. Podrán no estar incluidas ni la mano de obra, ni las reposiciones de equipos necesarias más allá del período de garantía.

El mantenimiento deberá realizarse por personal técnico cualificado bajo la responsabilidad de la empresa instaladora.

En instalaciones aisladas de red, el mantenimiento preventivo de la instalación incluirá una visita anual en la que se realizarán, como mínimo, las siguientes actividades:

- Verificación del funcionamiento de todos los componentes y equipos.
- Revisión del cableado, conexiones, pletinas, terminales, etc.
- Comprobación del estado de los módulos. situación respecto al proyecto original, limpieza y presencia de daños que afecten a la seguridad y protecciones.
- Estructura soporte: revisión de daños en la estructura, deterioro por agentes ambientales, oxidación, etc.

- Baterías: nivel del electrolito, limpieza y engrasado de terminales, etc.
- Regulador de carga: caídas de tensión entre terminales, funcionamiento de indicadores, etc.
- Inversores: estado de indicadores y alarmas.
- Caídas de tensión en el cableado de continua.
- Verificación de los elementos de seguridad y protecciones: tomas de tierra, actuación de interruptores de seguridad, fusibles, etc.

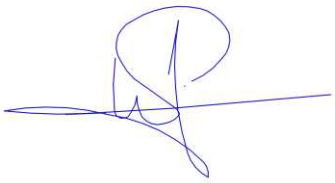
En instalaciones con monitorización la empresa instaladora de la misma realizará una revisión cada seis meses, comprobando la calibración y limpieza de los medidores, funcionamiento y calibración del sistema de adquisición de datos, almacenamiento de los datos, etc.

En instalaciones conectadas a red, el mantenimiento preventivo de la instalación incluirá una visita anual en instalaciones de potencia inferior a 5 kWp y semestral para el resto, en la que se realizarán, como mínimo, las siguientes actividades:

- Comprobación de las protecciones eléctricas.
- Comprobación del estado de los módulos. situación respecto al proyecto original y verificación del estados de las conexiones.
- Comprobación del estado del inversor: funcionamiento, lámparas de señalizaciones, alarmas, etc.
- Comprobación del estado mecánico de cables y terminales (incluyendo cables de tomas de tierra y reapriete de bornas), pletinas, transformadores, ventiladores/extractores, uniones, reaprietes, limpieza.
- Realización de un informe técnico de cada una de las visitas en el que se refleje el estado de las instalaciones y las incidencias acaecidas.

En ambos casos, se registrarán las operaciones de mantenimiento realizadas en un libro de mantenimiento, en el que constará la identificación del personal de mantenimiento (nombre, titulación y autorización de la empresa).

Granada, a Diciembre de 2.017
El Ingeniero Técnico Industrial



José Antonio Pérez Hidalgo
Colegiado num. 1.087
Colegio Oficial de Peritos e Ingenieros Técnicos Industriales de Granada

VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA

VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN

1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO

COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS
TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA

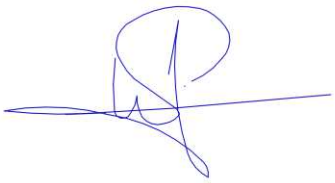
# PRESUPUESTO

| ELEMENTO | PRECIO UD. | UNIDADES | IMPORTE |
|---|---|---|---|
| Limpieza y desbroce del terreno | 0,30 €/m2 | 33.550 m2 | 10.372,31 € |
| Módulo fotovoltaico 300 W | 36,30 €/U | 10.000 U | 363.000,00 € |
| Estructuras de Sujeción | 84.700,00 €/U | 1 U | 84.700,00 € |
| Inversor 1 MW | 27.250,00 €/U | 3 U | 81.750,00 € |
| Material eléctrico (Cuadros eléctricos, conductores, …) | 70.300,00 €/U | 1 U | 70.300,00 € |
| Mano de obra montaje y conexionado | 74.900,00 €/U | 1 U | 74.900,00 € |
| Obra civil y sistemas auxiliares | 60.500,00 €/U | 1 U | 60.500,00 € |
| Total Presupuesto Ejecución | | | 745.522,31 € |
| Importe I.V.A.(21%) | | | 156.559,69 € |
| **Total** | | | **902.082,00 €** |

Asciende el presupuesto a la cantidad de:

**NOVECIENTOS DOS MIL OCHENTA Y DOS EUROS.**

Granada, a diciembre de 2.017
El Ingeniero Técnico Industrial



José Antonio Pérez Hidalgo
Colegiado num. 1.087
Colegio Oficial de Peritos e Ingenieros
Técnicos Industriales de Granada

VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN

1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO

COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS
TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA

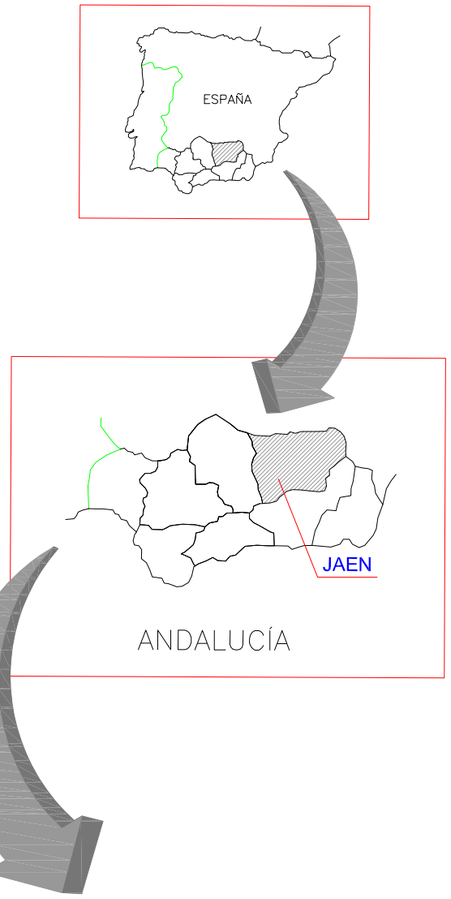
# PLANOS

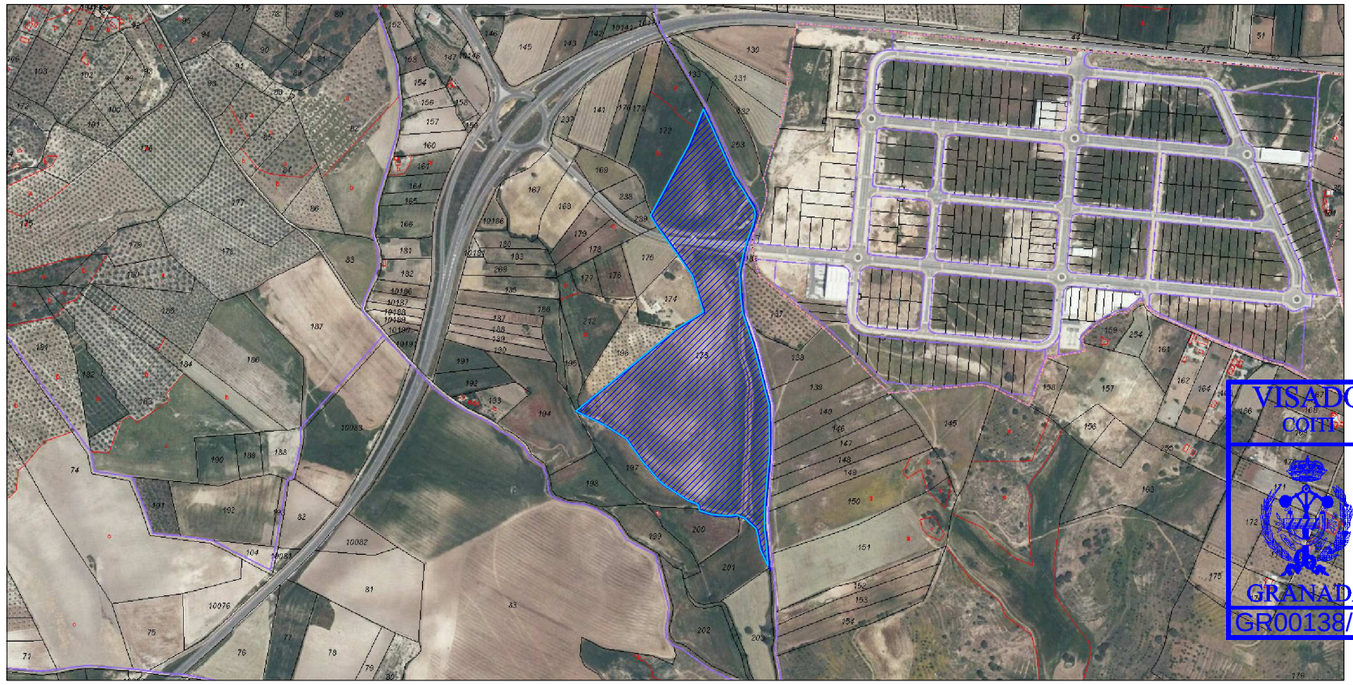
1.- Situación.

2.- Implantación.

3.- Esquema unifilar.

4.- Detalle Estructura Hincada



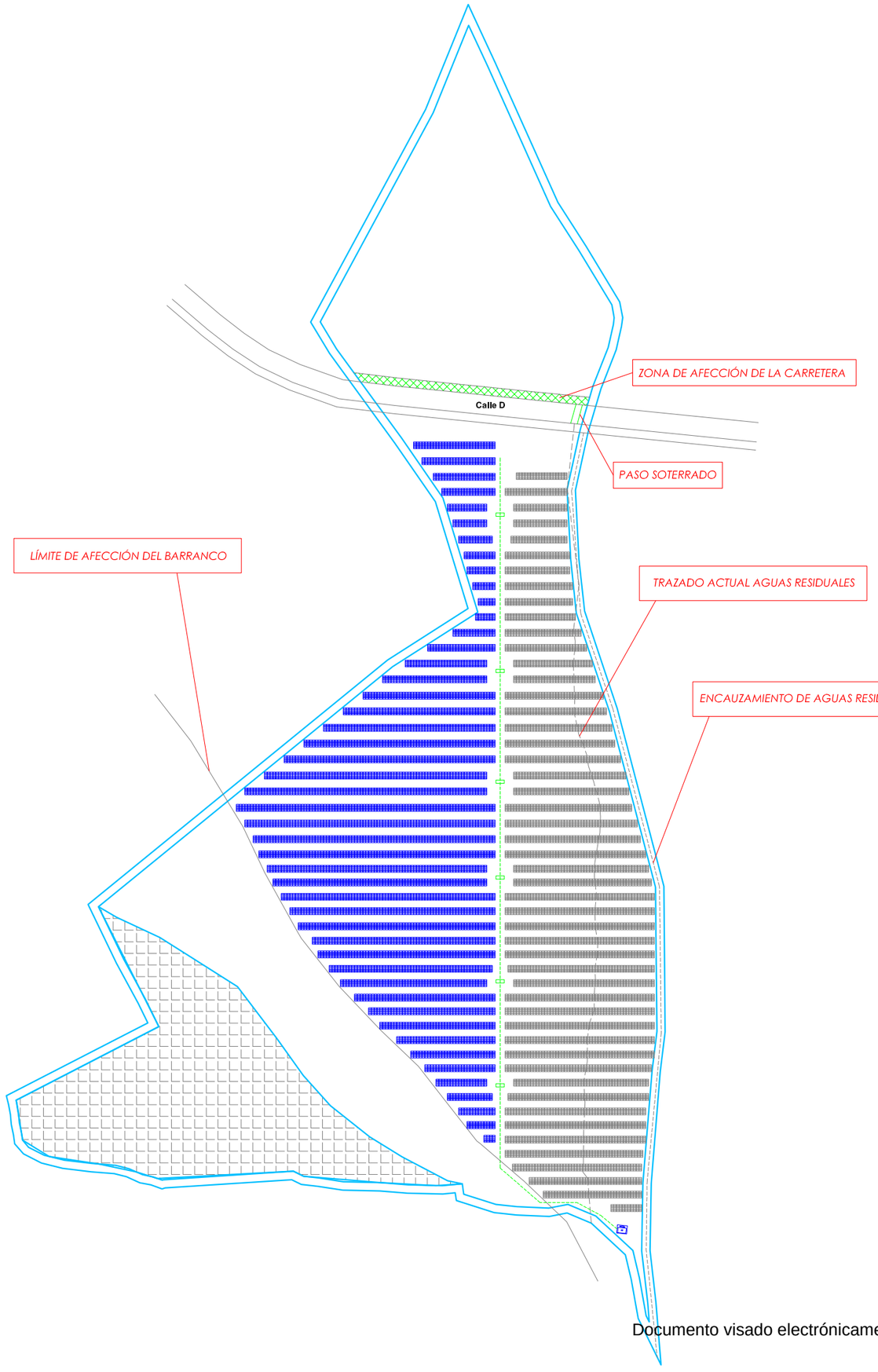



N

COORDENADAS
"37°42'21" N
"3°85'37" W

VISADO
COITI
TJ52XNVGEYVT0YJN
GRANADA
GR00138/18

| | | |
|---|---|---|
| Promotor: GEDISOL ENERGÍA S.L. | Fecha: Mayo 2017 | Escala: S/E |
| Proyecto: INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA 3,0 MW ALCALÁ LA REAL (JAÉN) | | Formato: A3 |
| | | Plano Nº: 1 |
| Fdo. Juan M. Membrilla López Colegiado GR-1.091 / Fdo. José Antonio Pérez Hidalgo Colegiado GR-1.087 | Plano: SITUACIÓN | ENERGIA EUROPE INSTALACIONES |




## LEYENDA

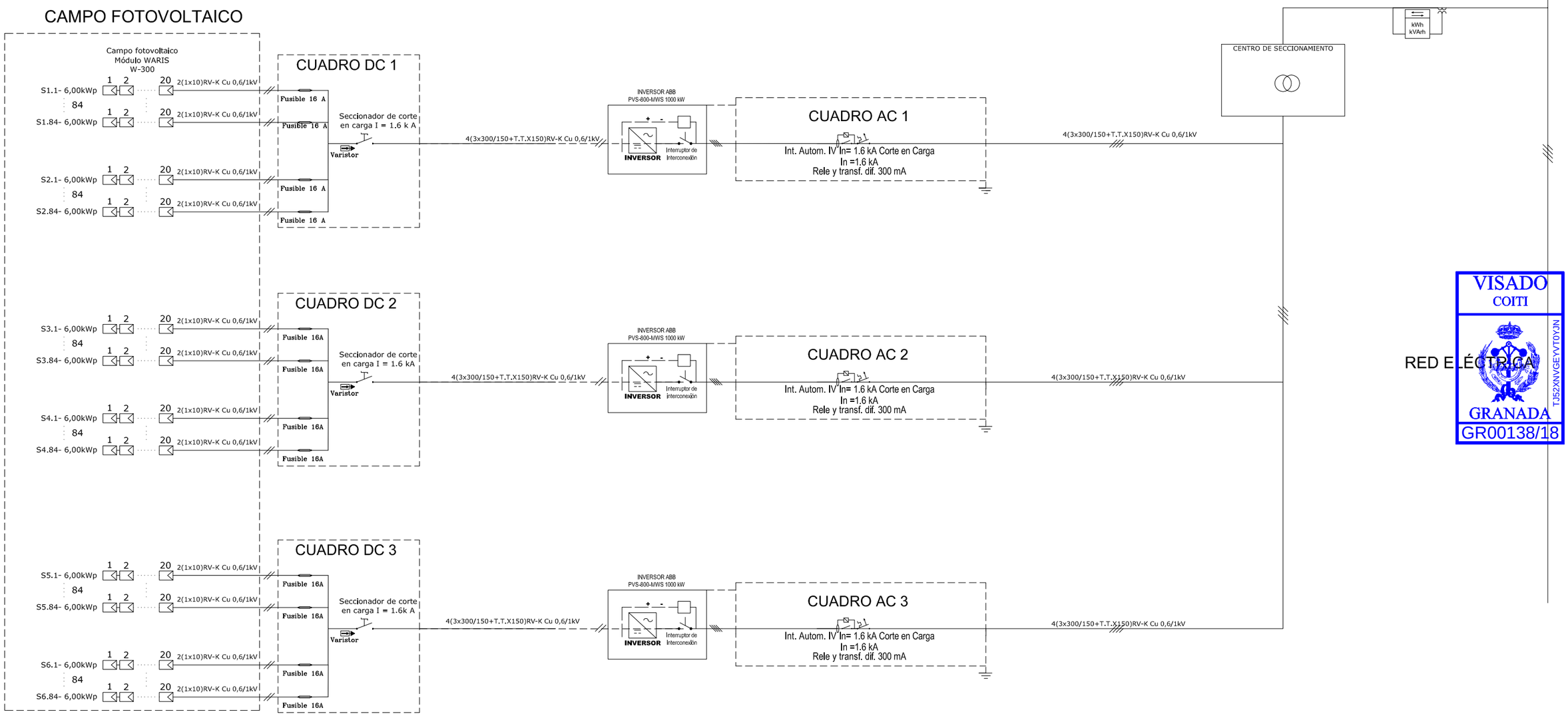
- RATA I — 10.000 PANELES FOTOVOLTAICOS WARIS 300 w
- RATA II — 10.000 PANELES FOTOVOLTAICOS WARIS 300 w
- CENTRO DE SECCIONAMIENTO
- INVERSORES ABB PVS-800 1000 kW
- CENTRO DE SECCIONAMIENTO
- CANALIZACIÓN SOTERRADA PARA EL ENCAUZAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES

VISADO COITI GRANADA GR00138/18

FOTOGRAFÍA DEL SISTEMA A UTILIZAR

| | | |
|---|---|---|
| Promotor: GEDISOL ENERGÍA S.L. | Fecha: Diciembre 2017 | Escala: --- |
| Proyecto: INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA 3,00 MW ALCALÁ LA REAL (JAÉN) | | Formato: A3 |
| | | Plano Nº: 2 |
| Fdo. Jose Antonio Perez Hidalgo Colegiado GR-1087 | Plano: IMPLANTACIÓN FOTOVOLTAICA DISTANCIA SEMIÓPTIMA (5,0m) | ENERGIA EUROPE INSTALACIONES |

Documento visado electrónicamente con número GR00138/18. Página 172 de 201




VISADO
COITI
GRANADA
GR00138/18
TJ52XNVGEYVT0YJN

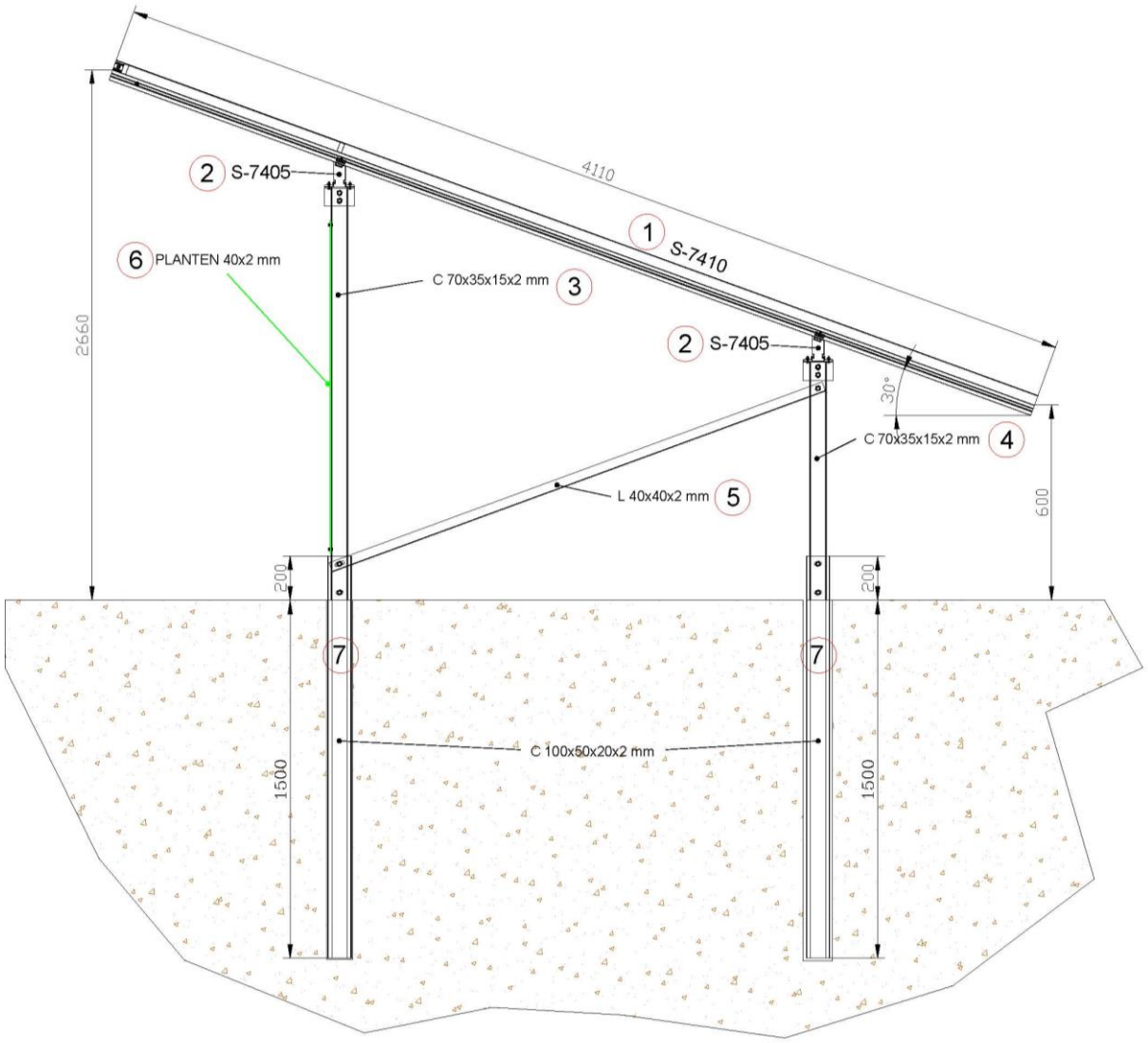
## LEYENDA

- Descargador
- Contador bidireccional (kWh / kVArh)
- I. Automático diferencial
- Fusible
- I. Automático magnetotérmico
- Seccionador de corte en carga



| | | |
|---|---|---|
| Promotor: GEDISOL ENERGÍA, S.L. | Fecha: Diciembre 2017 | Escala: S/E |
| Proyecto: INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA 3,0 MW ALCALÁ LA REAL (JAÉN) | | Formato: A3 |
| | | Plano Nº: 3 |
| Fdo. José Antonio Pérez Hidalgo Colegiado GR-1.087 | Plano: ESQUEMA UNIFILAR | ENERGIA EUROPE INSTALACIONES |

## SIMULATION OF THE STRUCTURAL SOLUTION



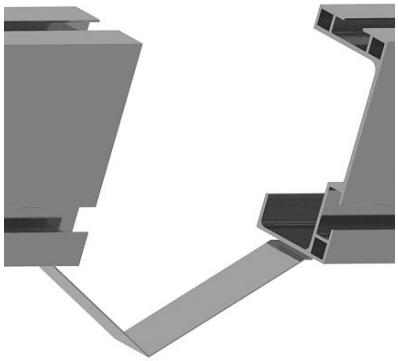

COMPOSITION

| | | |
|---|---|---|
| 1 | S-7410 | Aluminium Alloy EN AW 6005A T6 |
| 2 | S-7405 | Aluminium Alloy EN AW 6005A T6 |
| 3 | C 70x35x15x2 mm | Hot-dip Galvanized Steel S235 |
| 4 | C 70x35x15x2 mm | Hot-dip Galvanized Steel S235 |
| 5 | L 30x30x2 mm | Hot-dip Galvanized Steel S235 |
| 6 | PLATEN 40x2 mm | Hot-dip Galvanized Steel S235 |
| 7 | C 100x50x20x2 mm | Hot-dip Galvanized Steel S235 |

VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO

**FIXING SYSTEM OF THE ELECTRICAL BOXES**

**CONTINUITY DETAIL OF THE STRUCTURE**



VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN

COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO

ENERGIA EUROPE INSTALACIONES

# ANEXO URBANÍSTICO

## INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA 3 MW CONEXIÓN A RED. Alcalá la Real (Jaén)

**PROMOTOR: GEDISOL ENERGÍA S.L.**

**PROYECTA: José Antonio Pérez Hidalgo.**
**Ingeniero Técnico Industriale.**
**Colegiado 1.087-GR**

VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN

1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO

COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA

Europe Energía e Instalaciones, SL
C/ Pago del Lunes, nº 9. 18195 Cullar Vega (Granada)
www.eeisl.com

Documento visado electrónicamente con número GR00138/18. Página 176 de 201

# Índice

1. Introducción
2. Objetivos
3. Titular
4. Emplazamiento
5. Clasificación y categoría del Suelo
6. Condiciones que debe cumplir la parcela
7. Otros

PLANOS

VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA

VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA

# HOJA DE DATOS DE LA MEMORIA

TITULO DEL PROYECTO: ANEXO URBANÍSTICO DE PROYECTO DE INSTALACIÓN FOTOVOLTÁICA DE 3,000 MW.
EMPLAZAMIENTO: PARAJE LA RATA, POLÍGONO 12, PARCELA 173
LOCALIDAD: 23680 ALCALÁ LA REAL PROVINCIA: JAÉN

PROMOTOR: GEDISOL ENERGÍA, S.L. CIF/NIF: B-23602691
DOMICILIO SOCIAL:CAMINO JUAN XXIII, S/N
LOCALIDAD: 23680 ALCALÁ LA REAL PROVINCIA: JAÉN TELÉFONO: 953587910
REPRESENTANTE LEGAL: VICENTE JAVIER RUIZ CONTRERAS
NIF: 44258102F

COLEGIADOS AUTORES DEL PROYECTO:
JOSÉ ANTONIO PÉREZ HIDALGO

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL PERTENECIENTE AL ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE: GRANADA Nº DE COLEGIADO: 1.087

DOMICILIO PROFESIONAL: C/ PAGO DEL LUNES, Nº 9
LOCALIDAD: 18195 CULLAR VEGA PROVINCIA: GRANADA TELÉFONO: 958125657

RESUMEN DE DATOS DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA:

| DENOMINACIÓN | POTENCIA INSTALADA (KW) |
|---|---|
| INSTALACIÓN FOTOVOLTÁICA DE 3,000 MW | **3.000** |

Granada, a Diciembre de 2.017
El Ingeniero Técnico Industrial

Jose Antonio Pérez Hidalgo
Colegiado num. 1087
Colegio Oficial de Peritos e Ingenieros
Técnicos de Granada

VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA

# Anexo Urbanístico

## 1. Introducción

En el presente trabajo se realiza el diseño y dimensionamiento de un sistema fotovoltaico para producción conectado a red (SFCR) instalado sobre terreno. Los terrenos sobre los que se pretende ubicar la planta fotovoltaica pertenecen a la empresa GEDISOL ENERGÍA, S.L. con C.I.F. B-23602691 situados en el Paraje La Rata, Polígono 12, Parcela 173, de la localidad de Alcalá La Real, provincia de Jaén. La potencia del generador será de 3.000 KWp, siendo por lo tanto la potencia nominal de la instalación de 3,000 MW. La instalación se situará sobre terreno con orientación sur puro.

## 2. Objetivos

El objetivo del presente trabajo es el diseño y dimensionamiento de un SFCR, centrándose en el diseño de la tecnología, el dimensionamiento y la configuración, buscando obtener la solución óptima en seguridad y economía, con el fin de obtener de los organismos correspondientes la autorización para su instalación y puesta en servicio.

## 3. Titular

La titularidad de la instalación corresponde a GEDISOL ENERGÍA, S.L. con C.I.F. B-23602691, y domicilio en Camino Juan XXIII, s/n (CP 23680) de Alcalá la Real (Jaén).

## 4. Emplazamiento

La ubicación de la instalación fotovoltaica es en el Paraje La Rata, Polígono 12, Parcela 137, de la localidad de Alcalá La Real, provincia de Jaén. Las coordenadas geográficas de la agrupación solar son:

- Latitud: 37º 44´ 75´´ N
- Longitud: 3º 88´ 71´´ W
- Altitud: 920 metros

VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA

La instalación de paneles se realizará sobre una parcela con una superficie de 117.027 $m^2$, de los cuales 33.550 $m^2$ serán ocupados por la instalación. Ésta parcela pertenece a suelo clasificado como NO URBANIZABLE RURAL "SNU-R", según los planos del PGOU de Alcalá la Real (AR-1 y T-2). Es un terreno sin apenas pendiente, pudiéndose considerar llano, el cual habrá que desbrozar y limpiar antes de llevar a cabo la instalación.

# 5. Clase y Categoría del Suelo

Como se ha mencionado en el anterior apartado, la instalación se localiza dentro de un suelo clasificado como "SNU-R" Suelo no Urbanizable Rural según los planos correspondientes al PGOU de Alcalá la Real AR-1 y T-2.

En el artículo 252 de las Normas Urbanísticas en suelo no urbanizable, se indica el uso y aprovechamiento permitido en dichos suelos. Entre otros, se permite:

…d) Las construcciones y edificaciones industriales.

…g) Las actuaciones de carácter infraestructural.

Las actuaciones de carácter infraestructural se definen en el artículo 232 del PGOU-Suelo no urbanizable, y en concreto la parte que afecta a este proyecto:

…5) Instalación o construcción de infraestructura energética C5.

# 6. Condiciones que debe cumplir la parcela

El proyecto no contempla la construcción de ningún tipo de edificación más allá del propio envolvente que necesitan los centros de transformación e inversores para protegerlos de la intemperie (Art. 235 Edificaciones permitidas).

Las condiciones estéticas y tipológicas tendrán un carácter aislado, se adaptarán a las condiciones del terreno natural, utilizando enfoscados con colores blancos para los centros de transformación y se utilizará un vallado perimetral diáfano y compatible con el entorno. (Art. 243 Condiciones estéticas).

En este suelo se prohíben las construcciones y edificaciones industriales tales como talleres de reparación de vehículos, naves industriales y similares. Este proyecto no hace referencia a ninguna de estas edificaciones.

# 7. Otros

**Plazo para el cumplimiento de dichas condiciones**

Las condiciones se cumplirán de manera indefinida a partir de la construcción de la instalación.

VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA

**Ampliación de Parque Industrial Llano de Mazuelos**

Según el "plano 1 - Parcelario según Catastro" de la "PROPUESTA DE AMPLIACIÓN PARQUE INDUSTRIAL LLANO DE MAZUELOS ALCALÁ LA REAL (JAÉN)" de noviembre de 2007 realizado por la Oficina Técnica del Excmo. Ayuntamiento de Alcalá la Real, se puede apreciar que el trazado propuesto para la ampliación de dicho parque no interfiere ni con la parcela objeto de este proyecto ni con el trazado de la línea de Media Tensión que discurrirá hasta la subestación eléctrica. (ver plano adjunto).

**Reguero circulante por parcela**

Por la parcela objeto de este proyecto discurre un reguero que va desde la zona norte de la misma hasta la zona sur (ver plano adjunto). Se realiza consulta a Confederación Hidrográfica del Guadalquivir sobre la procedencia pública o no de dicho reguero. Se recibe contestación por parte de Confederación ratificando que dicho reguero no es de procedencia pública y que por tanto no condiciona de ninguna manera la instalación. (ver documento adjunto).

VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA

# PLANOS

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE HACIENDA Y FUNCIÓN PÚBLICA
SECRETARÍA DE ESTADO DE HACIENDA
DIRECCIÓN GENERAL DEL CATASTRO

# CONSULTA DESCRIPTIVA Y GRÁFICA DE DATOS CATASTRALES DE BIEN INMUEBLE

## REFERENCIA CATASTRAL DEL INMUEBLE

**23002A012001730000RO**

## DATOS DESCRIPTIVOS DEL INMUEBLE

LOCALIZACIÓN

**Polígono 12 Parcela 173**

**RATA. ALCALA LA REAL [JAÉN]**

| USO PRINCIPAL | AÑO CONSTRUCCIÓN |
|---|---|
| Agrario [Labor o Labradío secano 02] | -- |

| COEFICIENTE DE PARTICIPACIÓN | SUPERFICIE CONSTRUIDA [m²] |
|---|---|
| 100,000000 | -- |

## PARCELA CATASTRAL

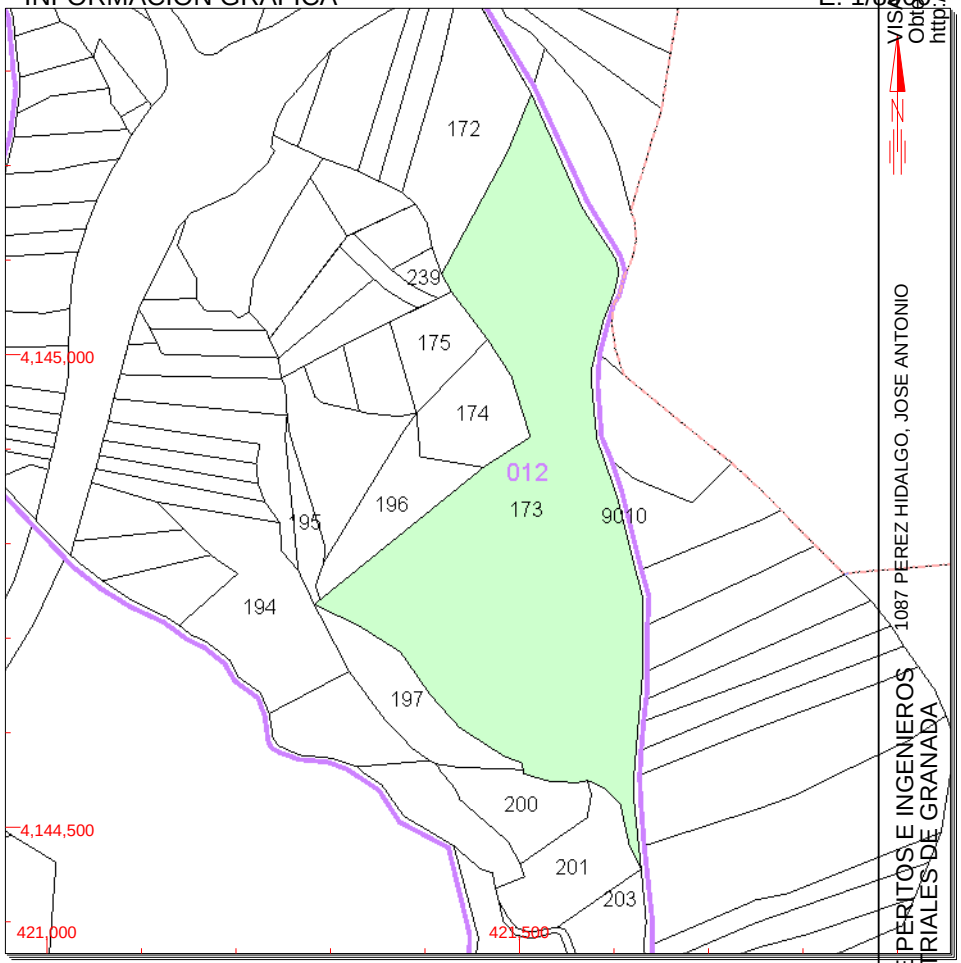
SITUACIÓN

**Polígono 12 Parcela 173**

**RATA. ALCALA LA REAL [JAÉN]**

| SUPERFICIE CONSTRUIDA [m²] | SUPERFICIE GRÁFICA PARCELA [m²] | TIPO DE FINCA |
|---|---|---|
| -- | 117.027 | -- |

INFORMACIÓN GRÁFICA E: 1/8000

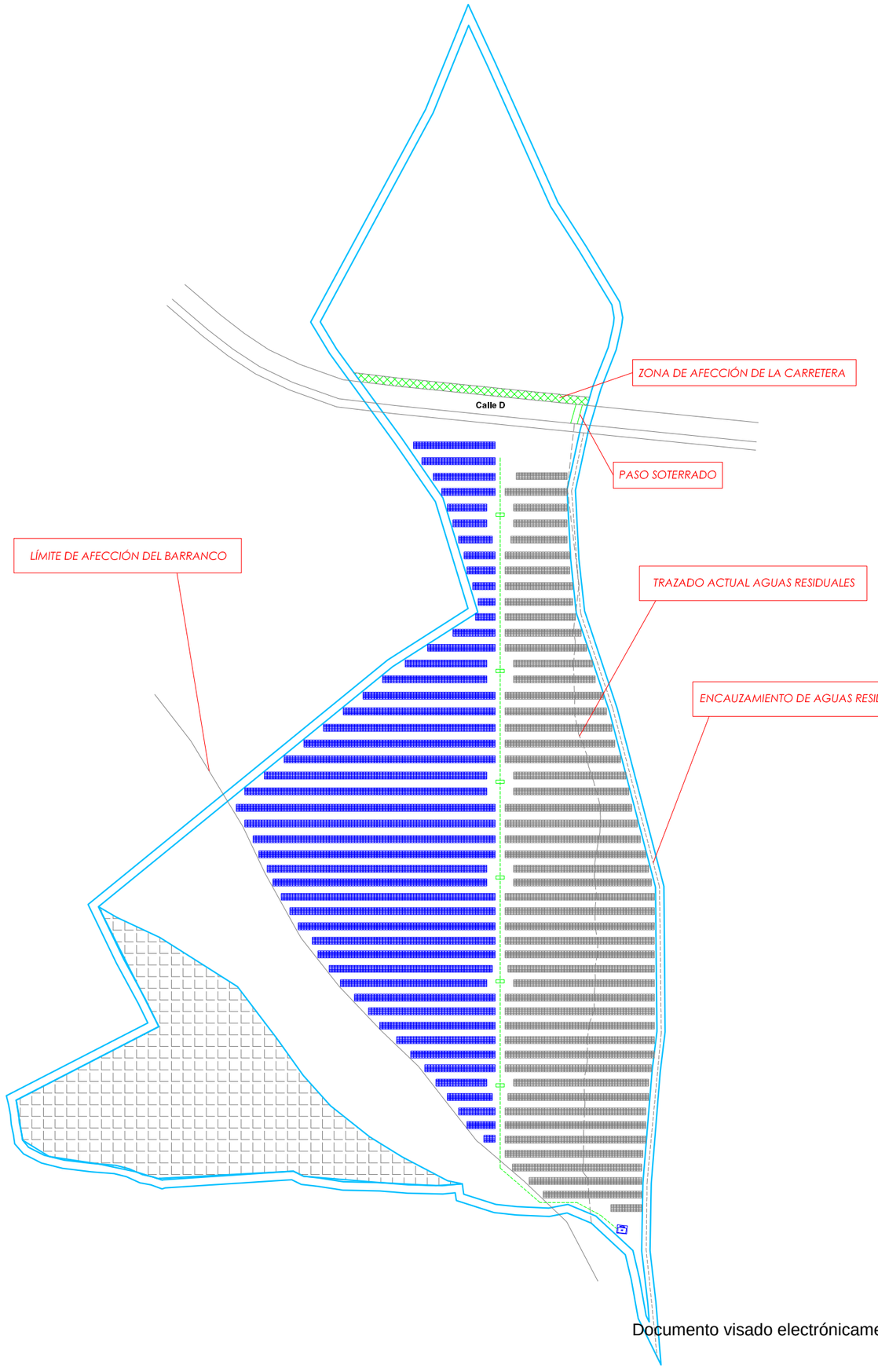



**Este documento no es una certificación catastral, pero sus datos pueden ser verificados a través de 'Acceso a datos catastrales no protegidos' de la SEC.**

Miércoles , 3 de Mayo de 2017

421,500 Coordenadas U.T.M. Huso 30 ETRS89
Límite de Manzana
Límite de Parcela
Límite de Construcciones
Mobiliario y aceras
Límite municipal
Hidrografía

VISADO Nº GR00138/18 d
Obtenido a través del siste
http://www.coitigr.com/iti/gr
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA
CONSULTA




## LEYENDA

- RATA I — 10.000 PANELES FOTOVOLTAICOS WARIS 300 w
- RATA II — 10.000 PANELES FOTOVOLTAICOS WARIS 300 w
- CS — CENTRO DE SECCIONAMIENTO
- INVERSORES ABB PVS-800 1000 kW
- CENTRO DE SECCIONAMIENTO
- CANALIZACIÓN SOTERRADA PARA EL ENCAUZAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES

VISADO COITI GRANADA GR00138/18

FOTOGRAFÍA DEL SISTEMA A UTILIZAR

| | | |
|---|---|---|
| Promotor: GEDISOL ENERGÍA S.L. | Fecha: Diciembre 2017 | Escala: --- |
| Proyecto: INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA 3,00 MW ALCALÁ LA REAL (JAÉN) | | Formato: A3 |
| | | Plano Nº: 2 |
| Fdo. Jose Antonio Perez Hidalgo Colegiado GR-1087 | Plano: IMPLANTACIÓN FOTOVOLTAICA DISTANCIA SEMIÓPTIMA (5,0m) | ENERGIA EUROPE INSTALACIONES |

Documento visado electrónicamente con número GR00138/18. Página 184 de 201

**SUELO URBANO Y SISTEMAS GENERALES**

- SUELO URBANO
- SISTEMA GENERAL DE EQUIPAMIENTO Y SERVICIOS
- SISTEMA GENERAL DE ESPACIOS LIBRES
- RED VIARIA PRINCIPAL
- EJE COMERCIAL PEATONAL

**SUELO URBANIZABLE**

- SECTORIZADO
- NO SECTORIZADO
- ORDENADO

**SUELO NO URBANIZABLE DE ESPECIAL PROTECCION**

- SNU-LL SAN MARCOS Y LOS LLANOS
- SNU-PP PROTECCION DE PAISAJE
- SNU-PH PROTECCION HIDROLOGICA Y DE ACUIFEROS

**SUELO NO URBANIZABLE RURAL** SNU-R

- RESERVA PARA FORMACION DE PATRIMONIO MUNICIPAL DE SUELO

SNU-R
SNU-LL
SNU-PP
SNU-PH
SNU-R
SNU-LL
SNU-R
SNU-PH
SNU-R
SNU-PH
SNU-PH
SNU-R
SNU-PP
SNU-PH
SNU-PP
SNU-PP
SNU-PH
SNU-PP
SNU-R
SNU-R
SNU-R
SNU-R
PROPUESTA DE CONEXION A-340 / N-432
NUEVO TRAZADO PREVISTO PARA LA CTRA. A-335
PROPUESTA DE VARIANTE DE LA N-432

VISADO COITI
GRANADA
GR00138/18

AYUNTAMIENTO DE ALCALÁ LA REAL
JUNTA DE ANDALUCIA
Consejería de Obras Públicas y Transportes

PLAN GENERAL DE ORDENACION URBANISTICA

| | | |
|---|---|---|
| FECHA: C.P.U. 12 Julio 05 | DOCUMENTO: TEXTO REFUNDIDO | PLANO Nº: AR-1 |
| | TITULO: CLASIFICACION DEL SUELO EN ALCALA LA REAL, FUENTE DEL REY Y SANTA ANA | ESCALA: 1/10.000 |
| EQUIPO REDACTOR: TALES-UR S.C. | DIRECTORES DEL TRABAJO: MIGUEL ROSALES PEINADO, Ingeniero de Caminos Municipal; ANTONIO CANO MURCIA, Jefe del Servicio de Contratación y Urbanismo | |

SUELO URBANO Y URBANIZABLE

SUELO NO URBANIZABLE DEL HABITAT RURAL DISEMINADO

SNU-R — SUELO NO URBANIZABLE RURAL

**SUELO NO URBANIZABLE DE ESPECIAL PROTECCION**

VIAS PECUARIAS Y
LUGARES ASOCIADOS (ABREVADEROS, DESCANSADEROS, ETC.)

SNU-CS/AS — ESPACIOS CATALOGADOS EN EL PEPMF DE LA PROVINCIA DE JAEN

SNU-LL — SAN MARCOS Y LOS LLANOS

SNU-PN — PROTECCION DE BOSQUE AUTOCTONO

SNU-PP — PROTECCION DEL PAISAJE

SNU-PH — PROTECCION HIDROLOGICA Y ACUIFEROS

SNU-RG — PROTECCION POR RIESGOS GEOLOGICOS

**AYUNTAMIENTO DE ALCALÁ LA REAL**
JUNTA DE ANDALUCIA
*Consejería de Obras Públicas y Transportes*

PLAN GENERAL DE ORDENACIÓN URBANÍSTICA

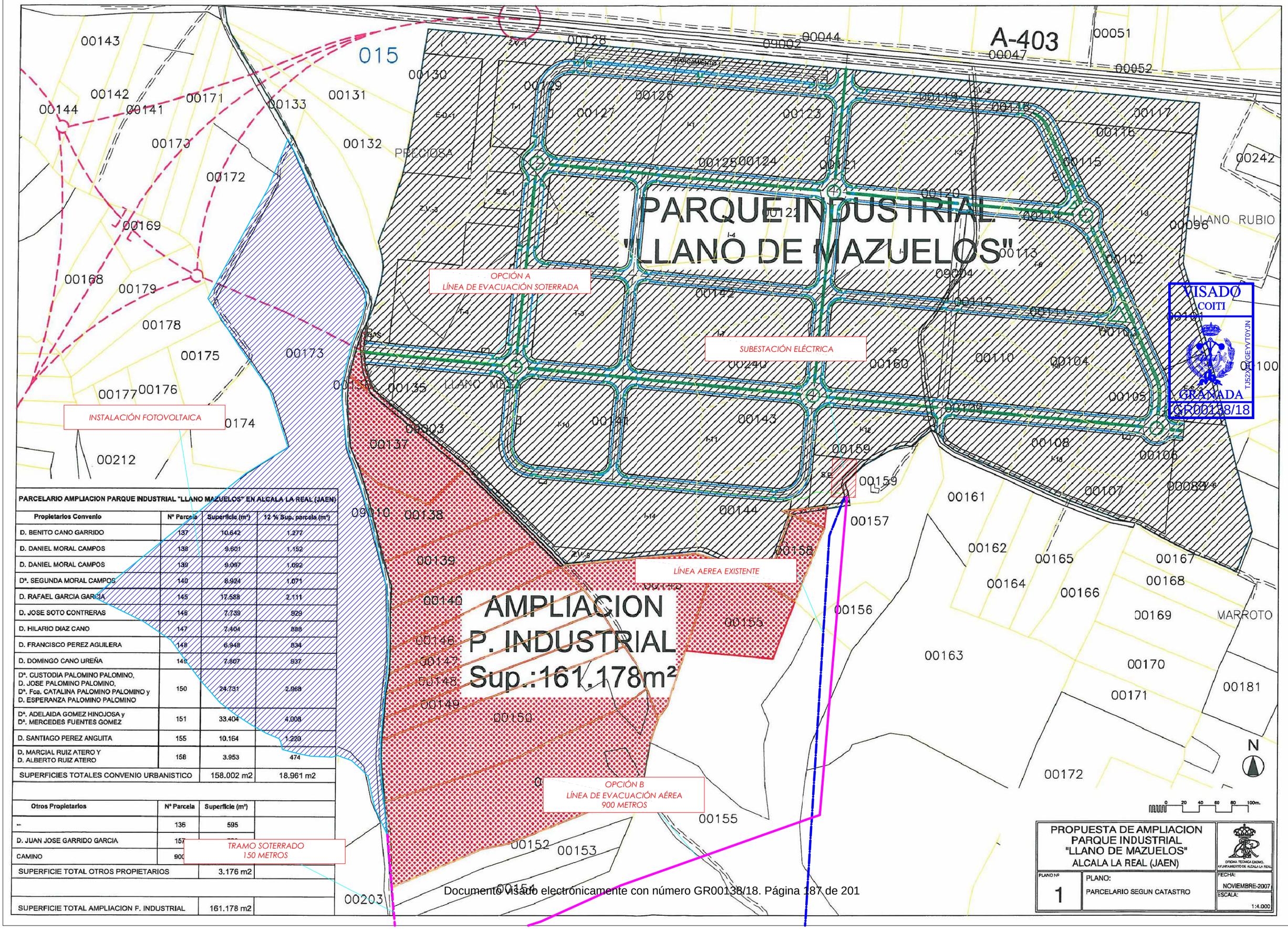
| FECHA | DOCUMENTO | PLANO Nº |
|---|---|---|
| C.P.U. 12 Julio 05 | TEXTO REFUNDIDO | T-2 |
| N. | PLANO: CLASIFICACION DEL SUELO | ESCALA: 1/50.000 |

EQUIPO REDACTOR: TALES-UR S.C.

DIRECTORES DEL TRABAJO: MIGUEL ROSALES PEINADO, Ingeniero de Caminos Municipal
ANTONIO CANO MURCIA, Jefe del Servicio de Contratación y Urbanismo

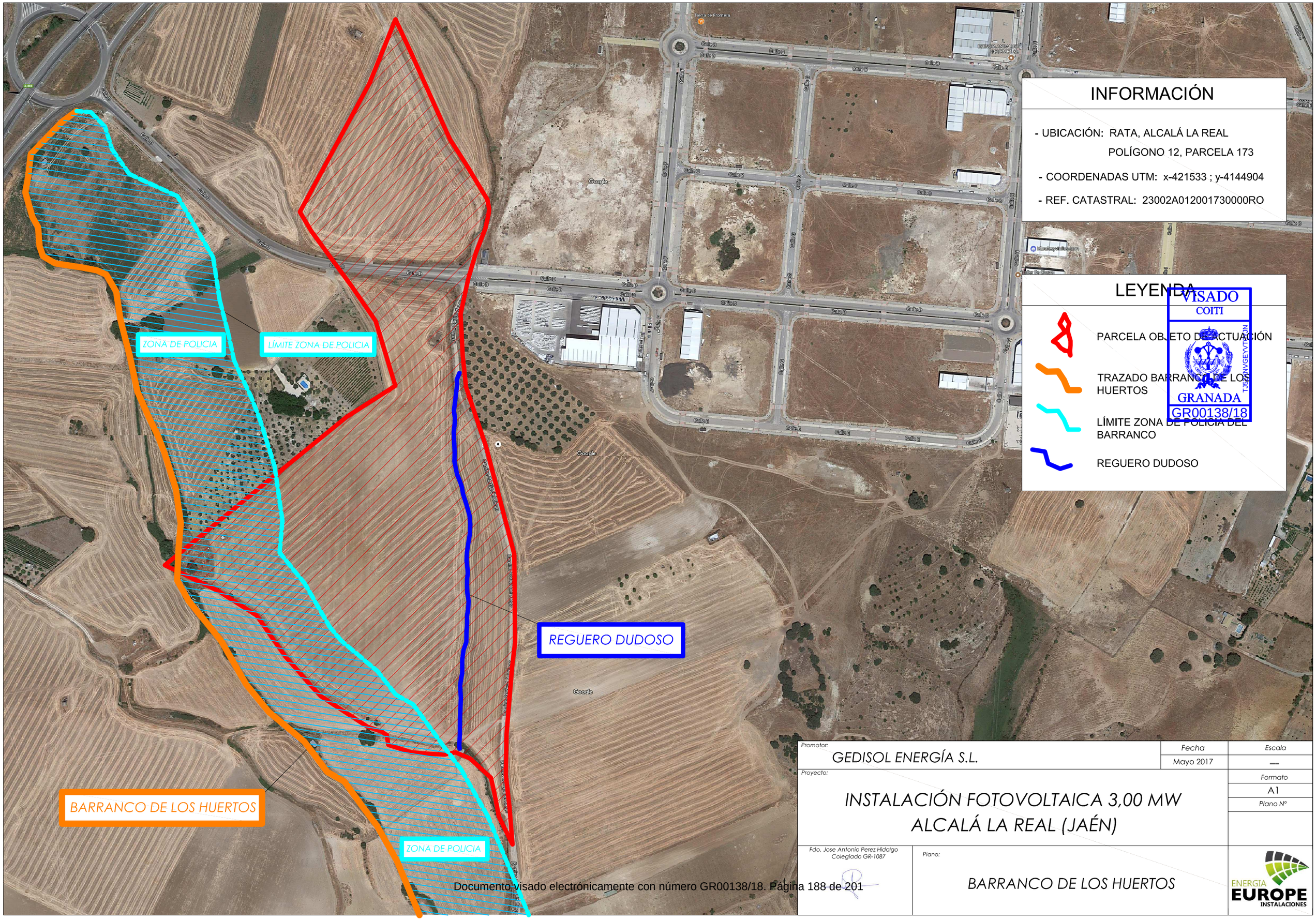
VISADO
COITI
GRANADA
GR00138/18

Documento visado electrónicamente con número GR00138/18. Página 186 de 201




| PARCELARIO AMPLIACION PARQUE INDUSTRIAL "LLANO MAZUELOS" EN ALCALA LA REAL (JAEN) | | | |
|---|---|---|---|
| Propietarios Convenio | Nº Parcela | Superficie (m²) | 12 % Sup. parcela (m²) |
| D. BENITO CANO GARRIDO | 137 | 10.642 | 1.277 |
| D. DANIEL MORAL CAMPOS | 138 | 9.601 | 1.152 |
| D. DANIEL MORAL CAMPOS | 139 | 9.097 | 1.092 |
| Dª. SEGUNDA MORAL CAMPOS | 140 | 8.924 | 1.071 |
| D. RAFAEL GARCIA GARCIA | 145 | 17.588 | 2.111 |
| D. JOSE SOTO CONTRERAS | 146 | 7.739 | 929 |
| D. HILARIO DIAZ CANO | 147 | 7.404 | 888 |
| D. FRANCISCO PEREZ AGUILERA | 148 | 6.948 | 834 |
| D. DOMINGO CANO UREÑA | 149 | 7.807 | 937 |
| Dª. CUSTODIA PALOMINO PALOMINO, D. JOSE PALOMINO PALOMINO, Dª. Fca. CATALINA PALOMINO PALOMINO y D. ESPERANZA PALOMINO PALOMINO | 150 | 24.731 | 2.968 |
| Dª. ADELAIDA GOMEZ HINOJOSA y Dª. MERCEDES FUENTES GOMEZ | 151 | 33.404 | 4.008 |
| D. SANTIAGO PEREZ ANGUITA | 155 | 10.164 | 1.220 |
| D. MARCIAL RUIZ ATERO Y D. ALBERTO RUIZ ATERO | 158 | 3.953 | 474 |
| SUPERFICIES TOTALES CONVENIO URBANISTICO | | 158.002 m2 | 18.961 m2 |
| | | | |
| Otros Propietarios | Nº Parcela | Superficie (m²) | |
| -- | 136 | 595 | |
| D. JUAN JOSE GARRIDO GARCIA | 157 | [illegible] | |
| CAMINO | 900 | [illegible] | |
| SUPERFICIE TOTAL OTROS PROPIETARIOS | | 3.176 m2 | |
| | | | |
| SUPERFICIE TOTAL AMPLIACION P. INDUSTRIAL | | 161.178 m2 | |

Documento visado electrónicamente con número GR00138/18. Página 187 de 201




## INFORMACIÓN

- UBICACIÓN: RATA, ALCALÁ LA REAL
  POLÍGONO 12, PARCELA 173
- COORDENADAS UTM: x-421533 ; y-4144904
- REF. CATASTRAL: 23002A012001730000RO

## LEYENDA

- PARCELA OBJETO DE ACTUACIÓN
- TRAZADO BARRANCO DE LOS HUERTOS
- LÍMITE ZONA DE POLICIA DEL BARRANCO
- REGUERO DUDOSO

VISADO
COITI
GRANADA
GR00138/18

| | | |
|---|---|---|
| Promotor: GEDISOL ENERGÍA S.L. | Fecha: Mayo 2017 | Escala: --- |
| Proyecto: INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA 3,00 MW ALCALÁ LA REAL (JAÉN) | | Formato: A1 |
| | | Plano Nº |
| Fdo. Jose Antonio Perez Hidalgo Colegiado GR-1087 | Plano: BARRANCO DE LOS HUERTOS | ENERGIA EUROPE INSTALACIONES |

Documento visado electrónicamente con número GR00138/18. Página 188 de 201

MINISTERIO
DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN
Y MEDIO AMBIENTE

CONFEDERACIÓN
HIDROGRÁFICA DEL
GUADALQUIVIR

COMISARÍA DE AGUAS

CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL GUADALQUIVIR
REGISTRO AUXILIAR - GRANADA
12 DIC 2017
SALIDA Nº 3039

O F I C I O

S/REF.
N/REF. 160/17-V
FECHA 5 de diciembre de 2017

ASUNTO Informe

Vicente Javier Ruiz Contreras

C/ Juan XXIII

23600 Alcalá la Real (Jaen).

Con relación a la solicitud de que se aclare si el reguero dibujado en los planos aportados es cauce público o no, una vez revisada la documentación presentada y tras comprobar en los sistemas de información cartográfica disponibles en este Organismo de Cuenca, se considera que dicho reguero no tendría la consideración de cauce público. No obstante si se fuera a realizar algún tipo de actuación en la zona de policía de cauces públicos (100m.desde el borde del cauce) del barranco de Los Huertos se debería solicitar la correspondiente Autorización.

EL JEFE DE SERVICIO,

Fdo.: Joaquín Navarro Giménez

VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA



Plaza de España – Sector II
41071-Sevilla
TEL: 95 563 75 02
FAX: 95 563 79 79

ENERGIA EUROPE INSTALACIONES

# DESMANTELAMIENTO Y RESTITUCIÓN DE LOS TERRENOS

## INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA 3 MW CONEXIÓN A RED.
## Alcalá la Real (Jaén)

**PROMOTOR: GEDISOL ENERGÍA S.L.**

**PROYECTA: José Antonio Pérez Hidalgo.**
**Ingeniero Técnico Industriale.**
**Colegiado 1.087-GR**

Europe Energía e Instalaciones, SL
C/ Pago del Lunes, nº 9, 18195 Cullar Vega (Granada)
www.eeisl.com

VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN

COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO

Documento visado electrónicamente con número GR00138/18. Página 190 de 201

# Índice

1. Introducción
2. Objetivos
3. Titular
4. Emplazamiento
5. Ficha Técnica de la Instalación
6. Justificación Urbanística
7. Balance Energético y Medio Ambiental
8. Análisis de la incidencia Medio Ambiental
9. Estado previo de la finca
10. Medios para la Ejecución de las Obras
11. Presupuesto Estimado

VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA

# HOJA DE DATOS DE LA MEMORIA

TITULO DEL PROYECTO: ANEXO DE DESMANTELAMIENTO DE INSTALACIÓN FOTOVOLTÁICA DE 3,000 MW.
EMPLAZAMIENTO: PARAJE LA RATA, POLÍGONO 12, PARCELA 173
LOCALIDAD: 23680 ALCALÁ LA REAL PROVINCIA: JAÉN

PROMOTOR: GEDISOL ENERGÍA, S.L. CIF/NIF: B-23602691
DOMICILIO SOCIAL: CAMINO JUAN XXIII, S/N
LOCALIDAD: 23680 ALCALÁ LA REAL PROVINCIA: JAÉN TELÉFONO: 953587910
REPRESENTANTE LEGAL: VICENTE JAVIER RUIZ CONTRERAS
NIF: 44258102F

COLEGIADO AUTOR DEL PROYECTO:
JOSÉ ANTONIO PÉREZ HIDALGO

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL PERTENECIENTE AL ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE: GRANADA Nº DE COLEGIADO: 1.087

DOMICILIO PROFESIONAL: C/ PAGO DEL LUNES, Nº 9
LOCALIDAD: 18195 CULLAR VEGA PROVINCIA: GRANADA TELÉFONO: 958125657

RESUMEN DE DATOS DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA:

| DENOMINACIÓN | POTENCIA INSTALADA (KW) |
|---|---|
| INSTALACIÓN FOTOVOLTÁICA DE 3,000 MW | **3.000** |

Granada, a Diciembre de 2.017
El Ingeniero Técnico Industrial

Jose Antonio Pérez Hidalgo
Colegiado num. 1087
Colegio Oficial de Peritos e Ingenieros
Técnicos de Granada

VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA

VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA

# Proyecto de Desmantelamiento y Restitución

## 1. Introducción

En el presente trabajo se realiza el diseño y dimensionamiento de un sistema fotovoltaico para producción conectado a red (SFCR) instalado sobre terreno. Los terrenos sobre los que se pretende ubicar la planta fotovoltaica pertenecen a la empresa GEDISOL ENERGÍA, S.L. con C.I.F. B-23602691 situados en el Paraje La Rata, Polígono 12, Parcela 173, de la localidad de Alcalá La Real, provincia de Jaén. La potencia del generador será de 3.000 KWp, siendo por lo tanto la potencia nominal de la instalación de 3,000 MW. La instalación se situará sobre terreno con orientación sur puro.

## 2. Objetivos

Se redacta el presente proyecto con objeto de describir y valorar los trabajos necesarios para el desmantelamiento del parque solar fotovoltaico de 3,000 MW de conexión a red, para que los terrenos en que se encuentra vuelvan a la situación anterior al establecimiento del mismo.

## 3. Titular

La titularidad de la instalación corresponde a GEDISOL ENERGÍA, S.L. con C.I.F. B-23602691, y domicilio en Camino Juan XXIII, s/n (CP 23680) de Alcalá la Real (Jaén).

## 4. Emplazamiento

La ubicación de la instalación fotovoltaica es en el Paraje La Rata, Polígono 12, Parcela 173, de la localidad de Alcalá La Real, provincia de Jaén. Las coordenadas geográficas de la agrupación

VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA

solar son:

- Latitud: 37º 44´ 75´´ N
- Longitud: 3º 88´ 71´´ W

Altitud: 920 metros

## 5. Ficha Técnica de la Instalación

Las características técnicas del parque solar objeto del presente proyecto de desmantelamiento son las siguientes:

| | |
|---|---|
| Potencia nominal de la instalación: | 3 MW |
| Número de inversores: | 3 x 1000kW |
| Número de transformadores: | 3 x 1000 kVA |
| Potencia máxima del campo solar: | 3.000 kWp |
| Número total de módulos: | 10.000 |
| Conexión a la red: | Trifásica |

## 6. Justificación Urbanística

De acuerdo con la ley 18/2003 Art. 164. Modificación de la Ley Urbanística de Andalucía se indica que:

"1. Durante el periodo de vigencia del Plan Energético de Andalucía 2003-2006, a los actos de construcción o instalación de infraestructuras, servicios, dotaciones o equipamientos vinculados a la generación mediante fuentes de energía renovables, incluido su transporte y distribución eléctrica, no les será de aplicación lo previsto en el artículo 52.4 de la Ley 7/2002 de Ordenación Urbanística de Andalucía. Estos actos tendrán una duración limitada, aunque renovable, no inferior en ningún caso al tiempo que sea indispensable para la amortización de la inversión que requiera su materialización."

"2. En las autorizaciones de dichas actuaciones a otorgar por la Consejería competente en materia de energía, se incluirán las condiciones para el cumplimiento de lo dispuesto en el apartado 6 del artículo 52, entre ellas la necesaria prestación de garantía por una cuantía igual al importe de los

VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA

gastos de restitución de los terrenos a su estado original, para lo que se deberá presentar proyecto de desmantelamiento y restitución."

"3. Las actuaciones indicadas en el párrafo primero requerirán, además de las autorizaciones que procedan de acuerdo con el resto de las normas de aplicación, el otorgamiento de la correspondiente licencia urbanística municipal, previo informe de la Consejería competente en materia de urbanismo."

"4. A los expedientes de otorgamiento de licencia urbanística municipal en tramitación, les será de aplicación lo establecido en esta disposición, para lo cual los titulares de las construcciones e instalaciones deberán presentar ante la Consejería con competencias en materia de energía un proyecto de desmantelamiento y restitución de los terrenos, a fin de dictar resolución sobre el importe de la garantía mencionada en el párrafo segundo, antes de dicho otorgamiento."

Por tanto, por ser la planta solar una instalación de generación mediante fuente de energía renovable se justifica la idoneidad urbanística sin necesidad de aplicar lo dispuesto en el Art. 52.4 de la LOUA.

De acuerdo con el Plan General de Ordenación Urbanística del término municipal de Alcalá la Real, que le es de aplicación, dicha finca tiene la consideración de suelo no urbanizable caracterizado como suelo Rural.

Es necesario destacar que desde el inicio del proyecto está previsto, que de acuerdo a la ley, al final de la vida del mismo se procederá al desmantelamiento y restitución del entorno, de modo que se garantiza la vuelta de los terrenos a su estado original.

# 7. Balance Energético y Medio Ambiental

A continuación se muestra el balance energético y medioambiental de la instalación:

Datos de la instalación

-Localización Alcala la Real (Jaén)

-Orientación 0º (Sur)

-Inclinación Fija a 30º

VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA

-Latitud 37º 44´ 75´´ N

-Potencia total del parque 3,000 MWp

## 7.1 BALANCE ENERGÉTICO

La energía eléctrica producida por la instalación de 3 MW será de 4.726.765 kWh/año.

Siendo el ratio de generación en kWh anuales/kWp de 1.563.

## 7.2 BALANCE MEDIOAMBIENTAL

La instalación solar supone una serie de ventajas desde el punto de vista del ahorro energético y la mejora medioambiental, que se evaluarán mediante cuatro parámetros:

- Ahorro de energía primaria (A.E.P.)

La producción de energía eléctrica total es de 4.726.765 kWh/año como se dice en el apartado anterior, por lo que considerando un rendimiento de generación del 35% se puede calcular el A.E.P. como:

A.E.P = 4.726.765 / 0.35 = 13.505.042 kWh/año

- Ahorro de emisiones de CO2

Al implantar este generador solar para la producción de energía eléctrica se tendrá una disminución de emisiones de CO2 total de 1654 Tm/año, es decir, cantidad de CO2 que se deja de emitir a la atmósfera con el conjunto de estas instalaciones.

- Ahorro de emisiones de SO2

Del mismo modo al implantar este generador solar para la producción de energía eléctrica se tendrá una disminución de emisiones de SO2 total de 13.934,17 kg/año, es decir, cantidad de SO2 que se deja de emitir a la atmósfera con el conjunto de estas instalaciones.

- Ahorro de emisiones de NOx

Del mismo modo al implantar este generador solar para la producción de energía eléctrica se tendrá una disminución de emisiones de NOx total de 8.556,87 kg/año, es decir, cantidad de NOx que se deja de emitir a la atmósfera con el conjunto de estas instalaciones.

VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA

# 8. Análisis de la Incidencia Medioambiental

## 8.1 Evaluación Medioambiental

Según se establece en la ley de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental (GICA), todas aquellas actividades que puedan considerarse negativas para el medio ambiente, esto es, que se encuentren incluidas en alguno de sus anexos, deben someterse a un procedimiento de evaluación ambiental que asegure que los efectos que provoque esa actividad sobre el Medio Ambiente se han reducido al mínimo.

El parque solar objeto de éste proyecto aparece reflejado en el Anexo de la Ley GICA, sometido a la figura de Evaluación de Impacto Ambiental.

En lo que respecta a la actividad que nos ocupa, cuatro son las posibles formas de contaminación que hemos de evaluar, esto es:

- Contaminación acústica

La actividad objeto de este proyecto no incluye focos de emisión de ruidos dentro de su proceso, ya que éste se limita a un conjunto de módulos fotovoltaicos orientados al Sol que producen energía eléctrica.

Por tanto, no se tiene incidencia acústica sobre el medio.

- Residuos y vertidos

No se espera la producción de residuos durante la actividad del parque solar, no obstante si éstos se produjeran se retirarán a vertedero de modo que no se acumulen en las instalaciones. Los residuos que podrán esperarse serían algún embalaje de algún tipo de repuesto.

En las instalaciones se dispondrá una caseta prefabricada para las necesidades del personal de mantenimiento y seguridad del parque solar, esta caseta dispondrá de una fosa séptica que será limpiada periódicamente por una empresa especializada.

- Contaminación atmosférica

La actividad objeto de este proyecto tampoco incluye focos de emisión a la atmósfera dentro de su proceso, ya que éste se limita a un conjunto de módulos fotovoltaicos orientados al Sol que producen energía eléctrica.

Por tanto, no se tiene incidencia sobre el medio atmosférico, es más, con la implantación de esta

VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA

instalación se reducirán las emisiones de gases contaminantes a la atmósfera.

- Incidencia sobre la flora y la fauna

El parque solar se ubica sobre una finca de uso agrícola, en la cual no existe vegetación ni fauna autóctona como consecuencia de la actividad agrícola, por tanto, no se producirá interacción ni con la flora ni con la fauna del entorno.

# 9. Estado previo de la Finca

El estado previo de la finca se describe en los siguientes puntos:

- Descripción urbanística según PGOU

Terreno no urbanizable: de acuerdo con el Plan General de Ordenación Urbanística del término municipal de Alcalá la Real, dicha finca tiene la consideración de suelo no urbanizable caracterizado como suelo Rural "SNU-R".

- Uso

La parcela en la cual se ubica el parque solar objeto de este proyecto, se encuentra ubicada en zonas dedicadas a los cultivos.

- Morfología

Terreno llano sin desnivel, muy regular. El terreno conserva la morfología de las parcelas aledañas.

- Lindes y Servidumbres

Todas estas fincas adyacentes son de similares características a la finca que nos ocupa en este proyecto, es decir, zonas dedicadas al cultivo.

# 10. Medios para la ejecución de las Obras

10.1 Descripción del Proyecto Solar

Desde el punto de vista del proyecto de desmantelamiento, el parque solar se compone de los siguientes elementos:

- Estructuras metálicas fijadas mediante bancadas de hormigón para colocación de paneles.
- Módulos fotovoltaicos de silicio policristalino de alto rendimiento.
- Instalación eléctrica subterránea en canalización bajo tubos.
- Equipos electrónicos para conversión de corriente continua a alterna.
- Equipos eléctricos de medida y protección.
- Casetas prefabricadas para albergar los equipos de conversión y de transformación.
- Valla perimetral
- Sistema de seguridad

VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA

10.2 Desmantelamiento, demolición de las instalaciones y elementos auxiliares

Para ejecutar el desmantelamiento del parque solar, la propiedad debe proceder a ejecutar las siguientes obras:

- Desmontaje y retirada de módulos fotovoltaicos.
- Desmontaje y retirada de estructuras metálicas de apoyo de módulos fotovoltaicos.
- Desmontaje de sistemas de inversores.
- Retirada de cableado y elementos de conexión existente.
- Retirada de elementos prefabricados varios.
- Casetas de inversores
- Caseta de transformadores
- Desinstalación de sistema de seguridad.
- Retirada de cerramiento perimetral.
- Demolición de cimentaciones varias:
- Cimentación de casetas de inversores y caseta de transformadores.
- Cimentación de cerramiento perimetral.
- Retirada de las capas de zahorra compactada.
- Reposición de tierras para capa vegetal.
- Arado de las tierras repuestas.

10.3 Reciclado y Residuos

Debemos tener en cuenta la posible reutilización de elementos y materiales resultantes del desmantelamiento del parque solar.

Para el caso de los módulos fotovoltaicos, una vez desmontados de las estructuras, se procederá a su traslado a un centro de tratamiento y reciclado que garantice su eliminación sin perjuicios para el medio ambiente.

Los componentes de la instalación eléctrica del parque, serán trasladados a centros donde se reciclarán sus componentes para su reutilización.

Las tierras procedentes de los movimientos de tierras necesarios para la ejecución del parque solar se amontonarán para su posterior uso en el proceso de desmantelamiento del mismo, aprovechándolas para reponer la capa de terreno vegetal en aquellos lugares donde se realicen movimientos de tierras.

Según el marco legal vigente, actualmente podemos considerar que durante el desmantelamiento de la instalación fotovoltaica se producen una serie de residuos que deben ser enviados a centros de reciclaje. Se expone la normativa vigente a fecha actual en cuanto a residuos. En cualquier caso, dado que es probable que cambie la normativa en fecha posterior a la redacción de este proyecto de desmantelamiento debe indicarse que se deben tener en cuenta las indicaciones en cuanto a reciclaje de materiales y gestión de residuos vigentes en la fecha de desmantelamiento del proyecto.

10.4 Marco legal actual

El Decreto 73/2012, de 22 de Marzo, por el que se aprueba el Reglamento de Residuos de Andalucía.

La Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones de valorización y

VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA

eliminación de residuos y la lista europea de residuos, establece la lista europea de referencias tanto de residuos peligrosos, como no peligrosos.

La ley 10/1998 en su artículo 3, establece las siguientes definiciones:

a) "Residuo": cualquier sustancia u objeto perteneciente a alguna de las categorías que figuran en el anejo de esta ley del cual su poseedor se desprenda o del que tenga la intención u obligación de desprenderse. En todo caso, tendrán esta consideración los que figuren en el Catálogo Europeo de Residuos (CER), aprobado por las Instituciones Comunitarias.

b) "Residuos urbanos o municipales": los generados en los domicilios particulares, comercios, oficinas y servicios, así como todos aquellos que no tengan la calificación de peligrosos y que por su naturaleza o composición puedan asimilarse a los producidos en los anteriores lugares o actividades.

c) Tendrán también la consideración de residuos urbanos los siguientes:
- Residuos procedentes de la limpieza de vías públicas, zonas verdes, áreas recreativas y playas.
- Animales domésticos muertos, así como muebles, enseres y vehículos abandonados.
- Residuos y escombros procedentes de obras menores de construcción y reparación domiciliaria.

d) "Residuos peligrosos": aquellos que figuren en la lista de residuos peligrosos, aprobada en el RD 952/1997, así como los recipientes y envases que los hayan contenido. Los que hayan sido calificados como peligrosos por la normativa comunitaria y los que pueda aprobar el Gobierno de conformidad con lo establecido en la normativa europea o en convenios internacionales de los que España sea parte.

e) "Productor": cualquier persona física o jurídica cuya actividad, excluida la derivada del consumo doméstico, produzca residuos o que efectúe operaciones de tratamiento previo, de mezcla, o de otro tipo que ocasionen un cambio de naturaleza o de composición de esos residuos. Tendrá también carácter de productor el importador de residuos o adquirente en cualquier Estado miembro de la Unión Europea.

f) "Poseedor": el productor de los residuos o la persona física o jurídica que los tenga en su poder y que no tenga la condición de gestor de residuos.

g) "Gestor": la persona o entidad, pública o privada, que realice cualquiera de las operaciones que componen la gestión de los residuos, sea o no el productor de los mismos.

h) "Gestión": la recogida, el almacenamiento, el transporte, la valorización y la eliminación de los

VISADO Nº GR00138/18 de fecha 19/01/2018. Cod.Validación:TJ52XNVGEYVT0YJN
Obtenido a través del sistema de Internet implantado por el COITIGR
http://www.coitigr.com/iti/granada/Validar.aspx?CSV=TJ52XNVGEYVT0YJN
1087 PEREZ HIDALGO, JOSE ANTONIO
COLEGIO OFICIAL DE PERITOS E INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES DE GRANADA

residuos, incluida la vigilancia de estas actividades, así como la vigilancia de los lugares de depósito o vertido después de su cierre.

10.5 Gestión de Residuos

Según la Orden de 12 de Julio de 2002, por la que se regulan los documentos de control y seguimiento a emplear en la recogida de residuos peligrosos en pequeñas cantidades, en caso de que los residuos generados sean catalogados como peligrosos el promotor debe realizar las siguientes acciones entre otras:

-Al ser pequeño productor, dar de alta a la sociedad productora ante la delegación de medio ambiente como productor de residuos peligrosos.

-Contratar a un gestor autorizado por la Junta de Andalucía.

-Almacenar los residuos peligrosos en contenedores especiales al efecto de que el gestor de residuos se haga cargo de ello.

Residuos no peligrosos:

Los residuos no peligrosos se consideran residuos urbanos. La gestión de este residuo se realizaría a través del gestor de residuos urbanos de la empresa municipal correspondiente.

# 11. Presupuesto Estimado

Se estima el presupuesto del desmantelamiento total de la planta solar fotovoltaica de 3,000 MW objeto de éste proyecto, en 60.000 €.

Granada, a Diciembre de 2.017
El Ingeniero Técnico Industrial

Jose Antonio Pérez Hidalgo
Colegiado num. 1087
Colegio Oficial de Peritos e Ingenieros
Técnicos de Granada