

Trabajo Fin de Grado en Ingeniería de Diseño Industrial y
Desarrollo del Producto

DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN SOLAR
FOTOVOLTAICA PARA EL SUMINISTRO
DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE UNA
VIVIENDA UNIFAMILIAR EN LA
PROVINCIA DE HUELVA

PLIEGO DE CONDICIONES

Autor: Isabel Aguaded Maeste
Tutor: Dra. María del Carmen Morón Romero
Fecha: Junio 2018

Índice

1. OBJETO.....	2
2. NORMATIVA APLICABLE.....	3
3. DISPOSICIONES GENERALES.....	7
3.1. Documentación del proyecto.....	7
3.2. Obligaciones del contratista.....	8
3.3. Valoraciones.....	9
3.4. Herramientas e instrumentación.....	9
3.5. Control de materiales y equipos.....	9
3.6. Generadores fotovoltaicos.....	11
3.7. Estructura de soporte.....	11
3.8. Acumuladores.....	12
3.9. Reguladores de carga.....	13
3.10. Inversores.....	13
4. TRABAJOS ELÉCTRICOS GENERALES.....	15
4.1. Generalidades.....	15
4.2. Canalizaciones eléctricas.....	15
4.3. Cableado.....	16
4.4. Conexionado.....	16
4.5. Sistema de puesta a tierra.....	18
Preparación de la unión:.....	18
4.6. Recepción de la obra y pruebas.....	20
5. CONTROL DE MANTENIMIENTO.....	21
5.1. Generalidades.....	21
5.2. Mantenimiento preventivo.....	21
5.3. Mantenimiento correctivo.....	22
5.4. Garantías.....	22
6. BIBLIOGRAFIA.....	23

Índice de tablas

Tabla 2-1: Ámbito de aplicación.....	3
--------------------------------------	---

1. OBJETO

El objeto del presente Pliego de Condiciones es definir los requisitos y características técnicas que deben tomarse en consideración para la realización del montaje y puesta en servicio de las infraestructuras eléctricas correspondientes a la instalación solar fotovoltaica que se detalla en los documentos del presente proyecto.

Sirve de guía para asegurar la calidad del sistema, en beneficio del usuario y del propio desarrollo de la tecnología. Se aplica, por lo tanto, a todos los sistemas mecánicos, eléctricos y electrónicos que forman parte de la instalación.

2. NORMATIVA APLICABLE

Todas las unidades del sistema se ejecutarán cumpliendo las prescripciones indicadas en los Reglamentos de Seguridad y Normas técnicas de obligado cumplimiento para este tipo de instalaciones, así como todas las normas citadas tanto en la Memoria Descriptiva como en la Memoria de cálculo.

Es de aplicación toda la normativa que afecte a instalaciones solares fotovoltaicas en su última edición, entre otras:

- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas complementarias.
- RD 1663/2000, de 29 de Septiembre, sobre conexión de instalaciones fotovoltaicas a la red de baja tensión.
- Reglamento de Seguridad e Higiene en Centros de Trabajo.
- Código Técnico de la Edificación (CTE), cuando sea aplicable.

En la sección HE.5, “Contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica”, del Documento Básico de Ahorro de Energía del Código Técnico de la Edificación, se especifican los edificios que incorporarán sistemas de captación y transformación de energía solar por procedimientos fotovoltaicos, cuando superen los límites de aplicación establecidos en la siguiente tabla.

Tipo de uso	Límite de aplicación
Hipermercado	5.000 m ² construidos
Multitienda y centros de ocio	3.000 m ² construidos
Nave de almacenamiento	10.000 m ² construidos
Administrativos	4.000 m ² construidos
Hoteles y hostales	100 plazas
Hospitales y clínicas	100 camas
Pabellones de recintos feriales	10.000 m ² construidos

Tabla 2-1: Ámbito de aplicación

- Directivas Europeas de seguridad y compatibilidad electromagnética.
- Normas Autonómicas y Provinciales para este tipo de

instalaciones.

Las instalaciones fotovoltaicas conectadas a red en el ámbito de la Comunidad Autónoma de Andalucía, se encuentran bajo el ámbito sectorial de la Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico, del Real Decreto 413/2014, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energías renovables, cogeneración y residuos.

Por lo que respecta, a las instalaciones de autoconsumo en Andalucía, se han implantado medidas para destinar incentivos económicos a dichos sistemas con el objetivo de autoconsumir el 5 % de la energía eléctrica generada con fuentes renovables. La normativa en este tipo de instalaciones se rige por el Real Decreto 900/2015, de 9 de octubre, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas de las modalidades de suministro de energía eléctrica con autoconsumo y de producción con autoconsumo.

Además el consejero de Empleo, Empresa y Comercio, Javier Carnero ha afirmado que una de las grandes prioridades de su departamento es la transformación del sistema energético actual a través de la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero y de la dependencia energética. Así, Andalucía ha asumido para el año 2020 los retos de descarbonizar en un 30 % el consumo de energía, aportar con renovables el 25 % del consumo bruto final de energías y bajar en otro 25 % el consumo tendencial de energía primaria (Junta de Andalucía, 2018).

Según datos de la junta de Andalucía, con la información actualizada a fecha de 31 de diciembre de 2017, en la provincia de Huelva se tienen 83.759 m² destinados para obtención de energía solar térmica y para fotovoltaica la cifra es de 73,61 MWp.

En Huelva, en la última década se han llevado a cabo instalaciones fotovoltaicas conectadas a red en tejados de edificios, integradas en los núcleos urbanos, favoreciendo con ello la difusión de esta tecnología limpia. También han proliferado las pequeñas centrales fotovoltaicas de 2 MW a 10 MW de potencia. La provincia de Huelva dispone de una discreta potencia fotovoltaica conectada a red con 73,03 MW en funcionamiento y de 0,58 MW en sistemas aislados, lo que supone un 8,3 % del total instalado en Andalucía.

Además, se dispone de 134 instalaciones fotovoltaicas para autoconsumo en Andalucía, de las que 2 se sitúan en la provincia de Huelva con 4,2 kW de potencia.

- Normas Municipales para este tipo de instalaciones.

El municipio de Lepe se rige por la normativa de la comunidad autónoma de Andalucía con lo que respecta a las energías renovables.

En la lucha contra el cambio climático, se estableció el Plan de Sostenibilidad Energética 2007-2013, que establece las directrices para el desarrollo industrial y tecnológico basado en la autosuficiencia energética, así como el impulso y desarrollo de las energías renovables, el ahorro y la eficiencia energética. Además, se marcaron los siguientes objetivos:

- Disponer de un aporte de las fuentes de energía renovable a la estructura de energía primaria del 17 %.
- Contar con una potencia eléctrica total instalada con tecnologías renovables de 37,8 %.
- Ahorrar un 8 % de la energía primaria consumida en 2006.
- Reducir la intensidad energética primaria en un 2 % respecto al 2006.
- Reducir las emisiones de CO₂ por unidad de generación eléctrica en torno a un 20 %.

En Mayo de 2002 Lepe comenzó a formar parte de la Red de Ciudades Sostenibles de Andalucía (RECSA) y suscribió la Carta de Aalborg (Carta de las ciudades Europeas hacia la Sostenibilidad). Entre los objetivos se encuentran contribuir al desarrollo sostenible de Andalucía mediante la sostenibilidad ambiental y la integración del medio ambiente en el conjunto de las políticas de la Administración pública y contribuir al Desarrollo Rural de Andalucía haciendo compatible la conservación y el uso sostenible del medio natural.

Paralelamente, en Junio de ese mismo año, el municipio se integró en el Programa de Sostenibilidad Ambiental Urbana Ciudad 21, este programa tiene como principal objetivo mejorar la calidad del medio ambiente urbano de los municipios andaluces y por tanto la calidad de vida de los ciudadanos y ciudadanas.

Durante los últimos años, el Ayuntamiento de Lepe ha iniciado una nueva andadura en la que está involucrada toda la sociedad (ciudadanos, empresarios, asociaciones, autoridades...) promoviendo el proceso Agenda 21 Local de Lepe así como su correspondiente diagnóstico ambiental. Este proyecto pretende avanzar en la coordinación entre el desarrollo económico y social de la ciudad y la protección del medio ambiente con el objetivo de alcanzar lo que se conoce como desarrollo sostenible.

Algunas actividades llevadas a cabo en el municipio, dentro del ámbito ambiental, son: Instalación de contenedores soterrados, servicio puerta a puerta de recogida de aceite vegetal usado, servicio puerta a puerta en comercios de recogida de papel-cartón, creación de un carril bici, plan de Acción Local, plan Local de Emergencias y de Incendios forestales, campañas anuales de educación ambiental, plantaciones anuales de especies autóctonas e Implantación y mantenimiento del sistema de gestión ambiental ISO 14001.

Dentro de los planes de optimización energética del municipio, se están llevando a cabo tres proyectos, ellos son:

- Sustitución de caldera antigua por caldera híbrida solar térmica y biomasa en Piscina Municipal.
- Mejora en las instalaciones de alumbrado exterior municipal mediante la sustitución de lámparas de vapor de mercurio por vapor de sodio y reductores de flujo.
- Sustitución de semáforos con lámparas incandescentes por tecnología LED

Con lo que respecta al ámbito de producción local de electricidad a través de energía solar fotovoltaica, cabe destacar dos iniciativas. La primera de ellas, se corresponde con un huerto solar llamado “La tejita”, que mediante paneles solares fotovoltaicos, suministra energía eléctrica a 200 viviendas de la localidad. La segunda se trata de una instalación de una planta de producción de energía eléctrica a partir de energía solar fotovoltaica perteneciente a la iniciativa privada, la planta se sitúa tanto en suelo como en cubierta, donde la potencia estimada es de 100 kW (Ayto. de Lepe, 2009).

3. DISPOSICIONES GENERALES

3.1. Documentación del proyecto

La documentación que se debe incluir en el proyecto son:

- El consumo diario de energía eléctrica.
- Dimensionado del generador, teniendo en cuenta la localidad, latitud, consumo diario, periodo de diseño, orientación e inclinación óptimas, valor medio mensual o anual de la irradiación diaria sobre superficie horizontal y sobre el plano del generador, factor de irradiación, factor de sombreado, rendimiento energético de la instalación y potencia pico del generador.
- Dimensionado final del sistema, teniendo en cuenta autonomía del sistema en días, capacidad del acumulador, profundidad de descarga máxima permitida por el regulador, rendimiento energético del inversor y del acumulador más regulador, tensión nominal del acumulador y consumo diario medio de la carga.

Los distintos documentos que forman el proyecto se complementan mutuamente. En consecuencia, una instalación solar fotovoltaica aislada deberá ser ejecutada por el contratista, previa consulta a la propiedad, sin indemnización alguna.

Se aplica el mismo criterio a los materiales y trabajos accesorios no indicados en los documentos, o a las descripciones erróneas en los detalles de la obra que sean manifiestamente indispensables para llevar a cabo en el espíritu o intención y que por uso y costumbre son generalmente admitidos como necesarios para la ejecución normal de una obra.

3.2. Obligaciones del contratista

a) Implícitamente la posibilidad de ejecución de las obras por el hecho de presentar una oferta reconoce asimismo haber visitado el emplazamiento, haberse dado cuenta de su accesibilidad, condiciones de ejecución, etc. y por consiguiente se habrá valorado los trabajos a realizar. Por lo tanto, no se admitirán reclamaciones por parte del contratista por la omisión o error en los planos o por no haber interpretado el sentido de las estipulaciones.

b) Para la ejecución del programa de montaje, el contratista deberá tener siempre en la obra el número de operarios adecuado a los trabajos que se estén realizando.

El personal será el adecuado para cada trabajo, estando especialmente preparado para el mismo y desarrollándolo en armonía con los demás para la buena consecución del programa.

c) En la ejecución de las obras que se hayan contratado, el contratista será el único responsable, no teniendo derecho a indemnización alguna por el mayor precio que pudiera costarle, ni por las erradas maniobras que cometiese durante la ejecución, siendo de su riesgo e independiente de la inspección del técnico. Asimismo será responsable ante los tribunales de los accidentes que por inexperiencia o descuido sobrevinieran.

Si a juicio de la propiedad hubiera alguna parte de la obra mal ejecutada, tendrá el contratista la obligación de demolerla y volverla a ejecutar tantas veces como sea necesario, no dándole motivo estos trabajos de pedir indemnizaciones de ninguna clase.

d) El contratista no podrá hacer ningún trabajo que suponga un suplemento de gastos sin autorización de la propiedad y en caso de utilizar materiales de calidades y precios superiores a los estipulados, serán de su cargo.

e) Todos los impuestos sobre los objetos a suministrar, mano de obra y accesorios irán a cargo del contratista.

3.3. Valoraciones

Las valoraciones de las unidades contempladas en la obra se deducirán de multiplicar el número de éstas obtenido a resultados de las mediciones, por el precio unitario estipulado, sin que su importe pueda exceder a la cifra total de los presupuestos aprobados. Por consiguiente, el número de unidades de obra contemplado en el proyecto no servirá para la valoración.

Las obras no concluidas se abonarán con arreglo a precios consignados en el presupuesto, sin que pueda pretenderse la valoración de otra manera.

Las cantidades calculadas para obras accesorias, incluidas partidas alzadas del presupuesto, serán abonadas a los precios de la contrata, según las condiciones de la misma o por lo que resulte de la medición final.

3.4. Herramientas e instrumentación

El contratista aportará toda la herramienta e instrumentación necesaria para el tipo de trabajo a realizar.

Se dispondrá en obra de medidores de aislamiento, detectores de faltas de cable enterrado, medidores de parámetros eléctricos, equipos para medición de tierras, tarado de relés y en general toda la herramienta e instrumentación necesaria para la correcta ejecución y puesta en marcha de la instalación.

La propiedad se reserva el derecho de rechazar en cualquier momento aquellas herramientas e instrumentación que juzgue inadecuadas.

3.5. Control de materiales y equipos

- a) El suministro de todos los materiales y equipos a montar, salvo indicación en contra, será por cuenta del contratista.
- b) El contratista será responsable de los materiales y equipos, incluyendo el personal y medios necesarios para las actividades de recepción en fábrica y en obra, almacenamiento, conservación, manipulación y transporte hasta el lugar de montaje y el mantenimiento necesario después del montaje, hasta la entrega final a la propiedad.
- c) El contratista deberá reparar satisfactoriamente, o reponer, todos los materiales y equipos que resulten dañados o inutilizados como consecuencia de una inadecuada o incompleta realización de tales actividades.
- d) La propiedad tendrá acceso y podrá ejercer supervisión sobre todas las actividades relacionadas con la fabricación, el almacenamiento, manipulación y mantenimiento de equipos y materiales.
- e) En el Plan de Calidad de la obra, el contratista establecerá el correspondiente procedimiento general de almacenamiento, manipulación y mantenimiento, en el que se contemplarán tanto los aspectos técnicos como de funcionamiento del almacén, con la definición completa del proceso a seguir, las condiciones técnicas y las responsabilidades para cada una de las actividades.
- f) Los materiales de aportación deberán ser almacenados en un área acondicionada, libre de humedad, con temperatura adecuada y se protegerán contra los agentes ambientales.
- g) Como norma general, se tiene que asegurar, como mínimo, un grado de aislamiento eléctrico de tipo básico (clase I) para equipos y materiales.
- h) Todas las instalaciones deberán cumplir con las exigencias de protecciones y seguridad de las personas, y entre ellas las dispuestas en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión o legislación posterior vigente.
- i) Se incluirán todos los elementos necesarios de seguridad para proteger a las personas frente a contactos directos e indirectos.
- j) Se incluirán todas las protecciones necesarias para proteger a la instalación frente a cortocircuitos, sobrecargas y sobretensiones.
- k) Por motivos de seguridad y operación de los equipos, los indicadores, etiquetas, etc. de los mismos estarán en alguna de las lenguas españolas oficiales del lugar donde se sitúa la instalación.

3.6. Generadores fotovoltaicos

a) Todos los módulos deberán satisfacer las especificaciones UNE-EN 61215 para módulos de silicio cristalino, UNE-EN 61646 para módulos fotovoltaicos de capa delgada, o UNE-EN 62108 para módulos de concentración, así como la especificación UNE-EN 61730-1 y 2 sobre seguridad en módulos FV.

b) El módulo llevará de forma clara y visible el modelo, nombre o logotipo del fabricante y el número de serie con fecha de fabricación, para permitir su identificación individual.

c) Los módulos deberán llevar los diodos de derivación para evitar las posibles averías y tendrán un grado de protección IP65.

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

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

f) 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.

g) Cuando las tensiones nominales en continua sean superiores a 48 V, la estructura del generador y los marcos metálicos de los módulos estarán conectados a una toma de tierra, que será la misma que la del resto de la instalación.

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

3.7. Estructura de soporte

- a) Se dispondrán las estructuras soporte necesarias para montar los módulos y se incluirán todos los accesorios que se precisen.
- b) La estructura de soporte y el sistema de fijación de módulos permitirán las necesarias dilataciones térmicas sin transmitir cargas que puedan afectar la integridad de los módulos, siguiendo las normas del fabricante.
- c) La estructura soporte de los módulos ha de resistir, con los módulos instalados, las sobrecargas de viento y nieve, de acuerdo con lo indicado en el Código Técnico de la Edificación (CTE).
- d) El diseño de la estructura se realizará para la orientación y el ángulo de inclinación especificado para el generador fotovoltaico, teniendo en cuenta la facilidad de montaje y desmontaje y la posible necesidad de sustituciones de elementos.
- e) La estructura se protegerá superficialmente contra la acción de los agentes ambientales.
- f) La tornillería empleada deberá ser de acero inoxidable. En el caso de que la estructura sea galvanizada se admitirán tornillos galvanizados, exceptuando los de sujeción de los módulos a la misma, que serán de acero inoxidable.
- g) Los topes de sujeción de módulos y la propia estructura no arrojarán sombra sobre los módulos.

3.8. Acumuladores

- a) Se recomienda que las baterías sean de plomo-ácido, preferentemente estacionarias y de placa tubular.
- b) Para asegurar una correcta recarga de las baterías, la capacidad nominal del acumulador no excederá en 25 veces la corriente de cortocircuito en CEM del generador fotovoltaico.
- c) La máxima profundidad de descarga (referida a la capacidad nominal) no excederá el 80 % en instalaciones donde se prevea que descargas tan profundas no serán frecuentes.
- d) Se protegerá especialmente frente a sobrecargas, a las baterías con electrolito gelificado, teniendo en cuenta las recomendaciones del fabricante.
- e) La capacidad inicial del acumulador será superior al 90 % de la capacidad nominal.

- f) La autodescarga del acumulador a 20 °C no excederá el 6 % de su capacidad nominal por mes.
- g) La vida del acumulador deberá ser superior a 1000 ciclos, cuando se descarga el acumulador hasta una profundidad del 50 % a 20 °C.
- h) El acumulador será instalado en un lugar ventilado y con acceso restringido. Se adoptará las medidas de protección necesarias para evitar el cortocircuito accidental de los terminales del acumulador.
- i) Cada batería, o vaso, deberá estar correctamente etiquetado indicando los datos de tensión nominal (V), polaridad de los terminales, capacidad nominal (Ah) y fabricante y número de serie.

3.9. Reguladores de carga

- a) La tensión de desconexión de la carga de consumo del regulador deberá elegirse para que la interrupción del suministro de electricidad a las cargas se produzca cuando el acumulador haya alcanzado la profundidad máxima de descarga permitida.
- b) La tensión final de carga debe asegurar la correcta carga de la batería.
- c) Se permitirán sobrecargas controladas del acumulador para evitar la estratificación del electrolito o para realizar cargas de igualación.
- d) Los reguladores de carga estarán protegidos frente a cortocircuitos en la línea de consumo.
- e) El regulador de carga debería estar protegido contra la posibilidad de desconexión accidental del acumulador, con el generador operando en las CEM y con cualquier carga.
- f) Las pérdidas de energía diarias causadas por el autoconsumo del regulador en condiciones normales de operación deben ser inferiores al 3 % del consumo diario de energía.
- g) El regulador de carga debe estar etiquetado, incluyendo los datos de tensión nominal (V), corriente máxima (A), fabricante y número de serie y polaridad de terminales y conexiones.

3.10. Inversores

- a) Los requisitos técnicos de este apartado se aplican a inversores monofásicos o trifásicos que funcionan como fuente de tensión fija.
- b) Los inversores serán de onda senoidal pura.
- c) Los inversores se conectarán a la salida de consumo del regulador de carga o en bornes del acumulador.
- d) El inversor debe asegurar una correcta operación en todo el margen de tensiones de entrada permitidas por el sistema.
- e) El inversor será capaz de entregar la potencia nominal de forma continuada, en el margen de temperatura ambiental especificado por el fabricante.
- f) El inversor debe arrancar y operar todas las cargas especificadas en la instalación.
- g) Los inversores estarán protegidos frente a la tensión de entrada fuera del margen de operación, a desconexión del acumulador, a cortocircuito en la salida de corriente alterna y frente a sobrecargas que excedan la duración y límites permitidos.
- h) Los inversores deberán estar etiquetados incluyendo la información de potencia nominal (VA), tensión nominal de entrada (V), tensión y frecuencia nominales de salida, fabricante y número de serie y polaridad y terminales.

4. TRABAJOS ELÉCTRICOS GENERALES

4.1. Generalidades

Este apartado será de aplicación al:

- Montaje de canalizaciones eléctricas, incluyendo en este concepto la canalización propiamente dicho, el soportado de la misma y las tapas o blindajes de protección que pudieran incluirse en el diseño
- Tendido y conexionado de cables.
- Sistema de puesta a tierra.
- Sistema de iluminación y fuerza.

Se establecen en este punto las instrucciones generales que deben seguirse para la correcta preparación, ejecución y documentación de los trabajos que se lleven a cabo durante el montaje.

4.2. Canalizaciones eléctricas

Previamente a la instalación, el contratista realizará un replanteo de detalle, ajustándose exactamente a la situación de bornas de equipos y a la geometría de las estructuras y del trazado general, debiendo tener especialmente en cuenta que:

- a) El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo líneas paralelas a las verticales y horizontales de las paredes o estructuras que las soporten o delimiten.
- b) El replanteo de detalle que elabore el contratista será presentado a la Propiedad en obra, de la que deberá obtener su aprobación antes del inicio de los trabajos.

Las canalizaciones podrán ser de alguno de los siguientes tipos:

- De hormigón.
- De cemento.

- De fibrocemento.
- De plástico.
- Metálicas.

Puesto que en este proyecto existen en principio canalizaciones, no se hace más referencia a ellas.

4.3. Cableado

- a) Todo el cableado cumplirá con lo establecido en la legislación vigente.
- b) Los conductores tendrán la sección adecuada para reducir las caídas de tensión y los calentamientos.
- c) Se incluirá toda la longitud de cable necesaria (parte continua y alterna) para cada aplicación concreta.
- d) Los positivos y negativos de la parte continua de la instalación se conducirán separados, protegidos y señalizados (código de colores, etiquetas, etc.) de acuerdo a la normativa vigente.
- e) Los cables de exterior estarán protegidos contra la intemperie.

4.4. Conexionado

Antes de proceder al conexionado definitivo de los cables a sus equipos, el contratista llevará a cabo las siguientes operaciones y comprobaciones:

- a) Procederá al pelado de los hilos, para lo que se emplearán herramientas adecuadas, con el fin de no deteriorar el hilo ni su aislamiento.
- b) Efectuará una comprobación al 100% de la continuidad eléctrica de los hilos que pretenda conectar. Esta comprobación se realizará en circuito abierto, alimentando con una batería de CC y utilizando un aparato luminoso acústico.
- c) Realizará, asimismo, una comprobación al 100% de aislamiento entre conductores y entre cada uno de ellos y tierra.

Para la medida de la resistencia de aislamiento se utilizará un Megger capaz de proporcionar tensión continua en vacío comprendida entre los 500 y .1000 voltios, para circuitos de baja tensión y de 2.500 a 5.000 voltios, para circuitos de alta tensión.

El valor de la resistencia, medida en ohmios, se considerará aceptable cuando se supere la cantidad que se obtenga de multiplicar por 100 la

tensión máxima de servicio, expresada en voltios, con un valor mínimo de 250.000 ohmios.

Para la realización de las comprobaciones realizadas en el párrafo anterior, el contratista elaborará un Procedimiento para la Comprobación de la Continuidad y Aislamiento Eléctrico que presentará a la Propiedad para su aprobación.

En dicho procedimiento se reflejará de forma ordenada y detallada la siguiente información:

- Aparatos y esquemas de la instalación para la comprobación de la continuidad eléctrica de los conductores.
- Medidas a realizar de la resistencia de aislamiento.
- Aparatos y esquemas de conexión para la realización de la medida de aislamiento.
- Tabla de valores admisibles para la resistencia de aislamiento, en función de las diferentes tensiones de servicio que se dispongan en la Central.
- Precauciones que deberán tomarse durante la realización de las medidas y comprobaciones.

Para la conexión de los diferentes hilos, se empleará una herramienta de engaste que garantice el control de la presión sobre el terminal.

El terminal a emplear en armarios eléctricos y paneles en general, será del tipo de presión preaislado de punta u ojal, según exija el punto donde vaya conexionado.

Paralelamente a la ejecución del conexionado, se llevará a cabo el etiquetado del cable, así como de los hilos que lo compongan, ajustándose a los siguientes requisitos:

- a) La etiqueta del cable se conectará en el punto de interrupción de la cubierta exterior.
- b) La etiqueta del cable llevará marcado con tinta indeleble su número de identificación y composición.
- c) Dichas etiquetas consistirán en un manguito termorretráctil. El material empleado en su fabricación contará con la aprobación de la propiedad.
- d) La etiqueta del hilo se colocará inmediatamente antes de su conexión a las regletas de origen y destino.

e) La etiqueta del hilo llevará marcado con tinta indeleble el número de identificación del cable al que pertenezca y a la borna de conexión de origen y destino.

Simultáneamente con el conexionado, se realizará “in situ” las operaciones de taladrado, enhebrado del cable y apriete que deban llevarse a cabo para asegurar la estanqueidad del paso del cable o el grapado en perfiles normalizados que aseguren firmeza.

4.5. Sistema de puesta a tierra

a) Todas las instalaciones con tensiones nominales superiores a 48 Voltios contarán con una toma de tierra a la que estará conectada, como mínimo, la estructura soporte del generador y los marcos metálicos de los módulos.

b) El sistema de protecciones asegurará la protección de las personas frente a contactos directos e indirectos.

c) La instalación estará protegida frente a cortocircuitos, sobrecargas y sobretensiones. Se prestará especial atención a la protección de la batería frente a cortocircuitos mediante un fusible, disyuntor magneto térmico u otro elemento que cumpla con esta función.

Las uniones entre cables o entre cables y pletinas de cobre desnudo se realizarán según se indique en el Proyecto, de alguna de las siguientes formas:

- Soldadura aluminotérmica.
- Uniones atornilladas.
- Grapas.
- Terminales.

En el caso de uniones soldadas, se elaborará y presentará a la aprobación de la propiedad un Procedimiento para la realización de la soldadura de tipo aluminotérmico, en el que además de quedar reflejadas las variables de proceso, se establecerán la forma y los medios para el cumplimiento de las siguientes condiciones:

Preparación de la unión:

- Se limpiarán cuidadosamente los conductores a unir hasta que éstos tengan el brillo del metal. Se podrá utilizar para esa operación lija o cepillo de acero.

- Los conductores mojados o húmedos deberán quedar perfectamente secos, pues la realización de la soldadura en tales circunstancias ocasionaría la aparición de porosidades, que harían rechazable la unión.
- Asimismo, los conductores que hubieran sido tratados con aceites o grasa serán previamente desengrasados, utilizando para ello un producto adecuado.
- Los moldes para la realización de la soldadura serán los que en cada caso (dependiendo de los materiales a unir), recomiende el fabricante aprobado.
- A cada tipo de unión corresponderá un diseño de molde. No se permitirá la colocación de suplementos en los moldes para realizar soldaduras diferentes con un mismo diseño de molde.
- Antes de realizar la soldadura, los moldes deberán limpiarse y secarse cuidadosamente.

Ejecución de la soldadura:

- Se deberán tener en cuenta las instrucciones del fabricante, las cuales se reflejarán en el procedimiento de soldadura.
- El calor producido durante el proceso de unión no deberá provocar la fusión de ningún punto de los elementos a unir.
- Figurarán en el procedimiento los criterios de rechazo de soldadura, indicando que serán 100% rechazables las uniones con grietas, poros, derrames, o cualquier otro fallo.
- El máximo número de veces que se podrá emplear un mismo molde se establecerá a partir de las recomendaciones del fabricante (máximo 50 soldaduras). Como medida de seguridad adicional, se llevarán a cabo muestreos, sobre un 5 % de las uniones realizadas con un mismo molde.

Las uniones atornilladas entre pletinas o las que se realicen con grapas especiales o mediante terminales, se efectuarán observando las siguientes precauciones:

- Se limpiarán previamente las superficies de contacto, con el fin de que la resistencia eléctrica de la unión sea mínima.
- La limpieza indicada anteriormente se llevará a cabo de forma que no se elimine el galvanizado de las pletinas o estructuras que lleven este tratamiento.

- El contratista deberá dar el par de apriete adecuado a los tornillos, con el fin de asegurar la continuidad de la unión.

4.6. Recepción de la obra y pruebas

El instalador entregará al usuario un documento en el que conste el suministro de componentes, materiales y manuales de uso y mantenimiento de la instalación. El cuál será firmado por duplicado por ambas partes.

Al realizarse la recepción de las obras, el contratista deberá presentar las pertinentes autorizaciones de los organismos oficiales para el uso y puesta en servicio de las instalaciones que así lo requieran. De no cumplirse este requisito, no se llevará a cabo la recepción.

Las pruebas a realizar por el instalador serán, como mínimo, las siguientes:

- a) Funcionamiento y puesta en marcha del sistema.
- b) Prueba de las protecciones del sistema y las medidas de seguridad.

Concluidas las pruebas y la puesta en marcha se pasará a la fase de la Recepción Provisional de la Instalación que se firmará una vez comprobado que el sistema funciona correctamente durante un mínimo de 240 horas seguidas, sin interrupciones o paradas por fallos del sistema.

A partir de la fecha de recepción provisional todos los elementos suministrados tendrán una garantía de tres años, salvo para los módulos fotovoltaicos, que será de ocho años. En este periodo se corregirán las desviaciones observadas, eliminará las obras rechazadas y se repararán todas aquellas posibles averías surgidas en lo que tenga que ver con el proyecto.

No obstante, vencida la garantía, el instalador quedará obligado a la reparación de los fallos de funcionamiento que se puedan producir si se apreciase que su origen procede de defectos ocultos de diseño, construcción, materiales o montaje, comprometiéndose a subsanarlos sin cargo alguno.

5. CONTROL DE MANTENIMIENTO

5.1. Generalidades

Se realizará un contrato de mantenimiento para abarcar todas las operaciones necesarias durante la vida útil de la instalación, asegurando el funcionamiento, aumentando la producción y prolongando la duración de la misma. Para ello, se tendrá un mantenimiento preventivo y un mantenimiento correctivo.

Este mantenimiento se debe realizar por personal técnico cualificado bajo la responsabilidad de la empresa instaladora. Registrando además, todas estas operaciones de mantenimiento en un libro.

5.2. Mantenimiento preventivo

Incluye una visita anual, en la que se realizarán como mínimo lo siguiente:

- Verificación del funcionamiento de todos los componentes y equipos.
- Revisión del cableado, conexiones, pletinas, terminales, etc.
- Comprobación del estado de los módulos.
- Revisión de daños en la estructura soporte, deterioro por agentes ambientales, oxidación, etc.
- Revisión del nivel del electrolito en las baterías, limpieza y engrasado de terminales, etc.
- Reconocimiento del regulador de carga.
- Inspección del estado de indicadores y alarmas en los inversores.
- Caídas de tensión en el cableado de continua.
- Verificación de los elementos de seguridad y protecciones: toma de tierra, actuación de interruptores de seguridad, fusibles, etc.

5.3. Mantenimiento correctivo

Se incluyen en este mantenimiento todas las operaciones que aseguran que el sistema funciona correctamente durante su vida útil. Incluye:

- La visita a la instalación en un plazo máximo de 48 horas tras el aviso si la instalación no funciona, o de una semana si el fallo no afecta al funcionamiento.
- El análisis y presupuestación de los trabajos y reposiciones necesarias para el correcto funcionamiento de la misma.
- Los costes económicos del mantenimiento correctivo 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.

5.4. Garantías

a) El suministrador garantizará la instalación durante un periodo mínimo de tres años, para todos los materiales utilizados y el montaje. Para los módulos fotovoltaicos, la garantía será de ocho años.

b) La garantía incluye tanto la reparación o reposición de los componentes y las piezas que pudieran resultar defectuosas, como la mano de obra.

c) Quedan 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.

6. BIBLIOGRAFIA

Ayto. de Lepe. (2009). Plan de acción para la energía sostenible. Municipio de Lepe. Recuperado de http://mycovenant.eumayors.eu/docs/seap/461_1326205409.pdf

CTE, DB, Sección HE 5, Contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica, de 2006. Ministerio de la presidencia y para las administraciones territoriales. https://www.coit.es/system/files/link_group/he_5_contribucion_fotovoltaica_minima_de_energia_electrica_77f479a7.pdf

IDAE. (Febrero, 2009). Instalaciones de Energía Solar Fotovoltaica Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Aisladas de Red. Madrid: Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía.

Junta de Andalucía. (Junio 7, 2018). Andalucía espera proveer en 2020 con renovables el 25% de su consumo de energía, cinco puntos más que la UE. Recuperado de www.juntadeandalucia.es/organismos/empleoempresaycomercio/actualidad/noticias/detalle/189446.html

TABLAS

BOE. (2006). Ámbito de aplicación. [Tabla]. Recuperado de https://www.coit.es/system/files/link_group/he_5_contribucion_fotovoltaica_minima_de_energia_electrica_77f479a7.pdf