



Europe



Intelligent Energy

EPC: Engineering, Procurement and Construction

Aspectos técnicos y contractuales
a ser comprobados al examinar
una propuesta tipo Ingeniería,
Suministro y Construcción



Indice

- Pliego de condiciones técnicas IDEA
 1. Objeto
 2. Monitorización
 3. Componentes y materiales
 4. Recepción y pruebas
 5. Requerimientos técnicos del contrato de mantenimiento
 6. Garantías
- Control de calidad de SFCR
 - Protocolo de actuación

Europe



Intelligent Energy



1. Objeto

- Fijar condiciones técnicas mínimas a cumplir por los SFCR
- Servir de guía para fabricantes e instaladores para asegurar su calidad
- La calidad final se valorará en cuanto a su rendimiento, producción e integración



2. Monitorización

- **DC**: Voltaje y corriente, entrada del inversor
- **AC**: Voltaje de fase, ($P_{\text{reactiva}} > 5\text{kWp}$) y potencia total, salida inversor
- **Radiación solar** en el plano del GFV (tecnología equivalente)
- **Temperatura** ambiente a la sombra
- Datos en forma de **medias horarias**

Europe



Intelligent Energy



3. Componentes y materiales

- Grado de aislamiento eléctrico de clase I: **equipos** (*módulos e inversores*), **materiales** (*conductores, cajas y armarios de conexión*), exceptuando el cableado de continua (doble aislamiento).
- Los SFCR no provocarán en la red averías, disminuciones de seguridad o alteraciones superiores a las admitidas por la **normativa** que resulte aplicable.





3. Componentes y materiales

- No darán origen a **condiciones peligrosas** de trabajo para el **personal** de mantenimiento y **explotación** de la red de distribución.
- Los materiales situados en intemperie se protegerán contra el efecto de la **radiación solar** y la **humedad**.
- Se incluirán todos los elementos necesarios de **seguridad** y **protecciones** propias de las personas y de la instalación FV: frente a **contactos** directos e indirectos, **cortocircuitos**, **sobrecargas**, etc.





3. Componentes y materiales

- En el Proyecto se resaltarán los **cambios** respecto a la Memoria de Solicitud y su motivo.
- Se incluirán las fotocopias de las **especificaciones técnicas** proporcionadas por el fabricante de todos los **componentes**.
- 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 de la instalación.





3.1. Módulos Fotovoltaicos

- Deberán satisfacer **UNE-EN 61215** para c-Si, o **UNE-EN 61646** para thin film, así como estar cualificados por algún laboratorio reconocido (CIEMAT, Ispra, etc.) mediante la presentación del certificado oficial correspondiente.
- El módulo fotovoltaico llevará de forma claramente **visible** e **indeleble**: modelo, nombre, logotipo del fabricante y identificación individual o número de serie trazable a la fecha de fabricación.

Europe



Intelligent Energy



3.1. Módulos Fotovoltaicos



- Tendrán **diodos de derivación** para protegerlos de **sombreados** parciales.
- Los **marcos** laterales serán de **aluminio** o **acero inoxidable**.
- $P_{MAX,STC}$ y $I_{SC,STC} \pm 10 \%$ de los valores nominales
- Se rechazan módulos con **defectos de fabricación**: *roturas, manchas, falta de alineación en las células o burbujas en el encapsulante*
- Se valorará positivamente una **alta eficiencia** de las células.
- La estructura del GFV se conectará a **tierra**.
- Por **seguridad, mantenimiento** y **reparación** del GFV, se instalarán fusibles, interruptores, etc., para la desconexión en **ambos terminales**, de cada rama del GFV.



3.2. Estructura soporte

- Resistir, con los módulos, las sobrecargas de viento y nieve.
- Permitir las **dilataciones térmicas**, sin afectar a la integridad de los módulos, (indicaciones del fabricante).
- Suficientes **puntos de sujeción** para el módulo, evitando flexiones superiores a las permitidas por el fabricante.
- Diseño para la **orientación** y el ángulo de **inclinación** del GFV, con facilidad de montaje, desmontaje y sustituciones.
- Tornillería para sujeción realizada en **acero inoxidable** (MV-106). Las estructuras galvanizadas admiten tornillos galvanizados.
- Los topes de sujeción de módulos y la propia estructura no arrojarán **sombra** sobre los módulos

Europe



Intelligent Energy



3.3. Inversor

Europe



Intelligent Energy

- Adecuados para la conexión a la **red eléctrica**, con potencia de entrada **variable** → extraer la máxima potencia del GFV
- Son **fuentes de corriente, autoconmutados**, siguen automáticamente el **PMP** del GFV. No funcionarán en **isla**
- Cumplirán con las **directivas comunitarias** de Seguridad Eléctrica y Compatibilidad Electromagnética (certificadas por el fabricante), incorporando protecciones frente a:
Cortocircuitos en AC, **tensión y frecuencia** de red fuera de rango, **Sobretensiones**, **Perturbaciones**, etc.
- **Señalizaciones** para su correcta operación, con controles automáticos para su **encendido y apagado**, **conexión y desconexión** de la interfaz CA



3.3. Inversor: Características eléctricas

- Se entrega potencia a la red de forma continuada para irradiancias solares **10 % > CEM**
- Soportará picos **30 % > CEM** para períodos **< 10 s**
- Los valores de eficiencia al **25 %** y **100 %** de la potencia de salida nominal deberán ser superiores al **85 %** y **88 %** para inversores de potencia **<5 kW**, y del **90 %** al **92 %** para inversores **>5 kW**.
- **Autoconsumo** en modo nocturno **< 0,5 %** potencia nominal.
- **Cosφ** de la potencia generada **> 0,95**, entre el **25 %** y el **100 %** de la potencia nominal.
- Tendrán un grado de protección mínima IP 65 para los instalados a la intemperie.

Europe

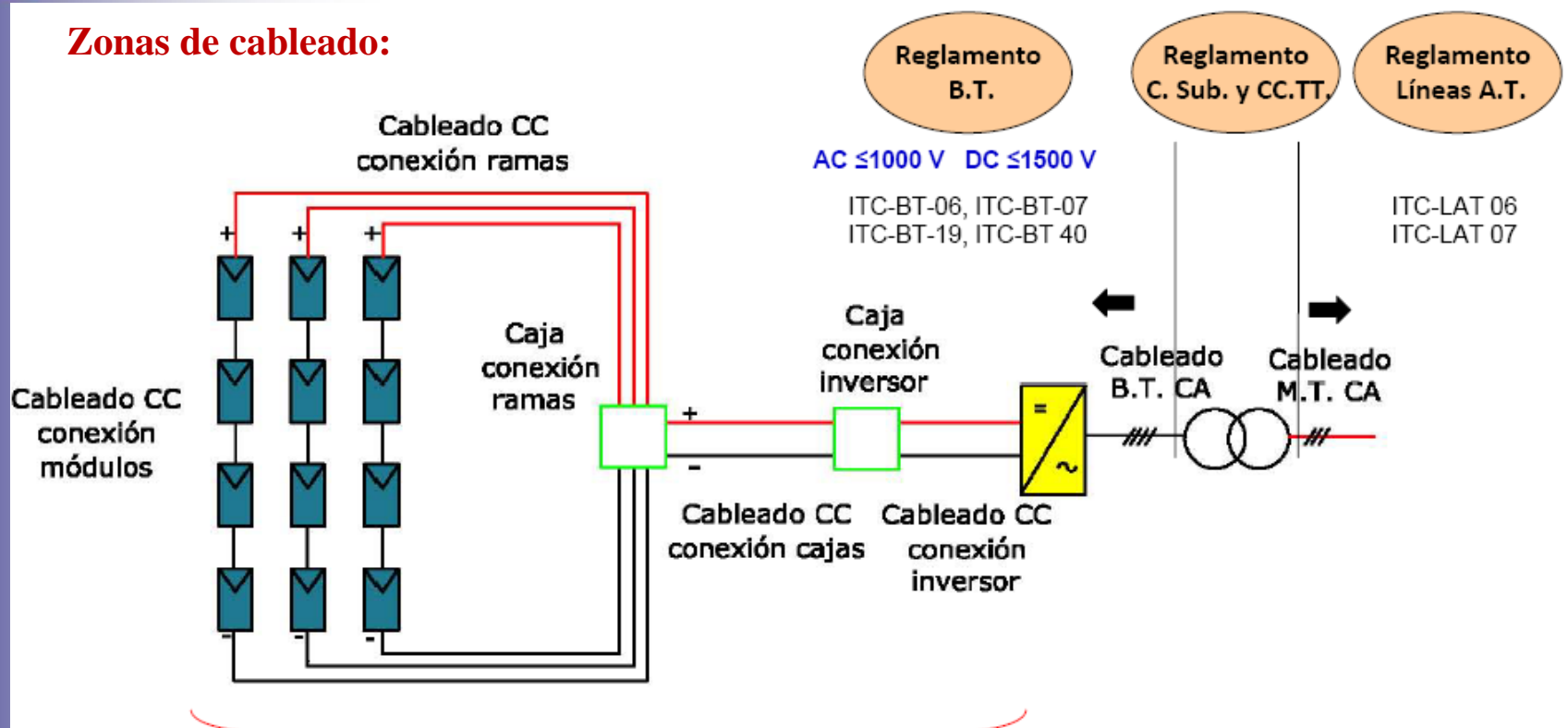


Intelligent Energy

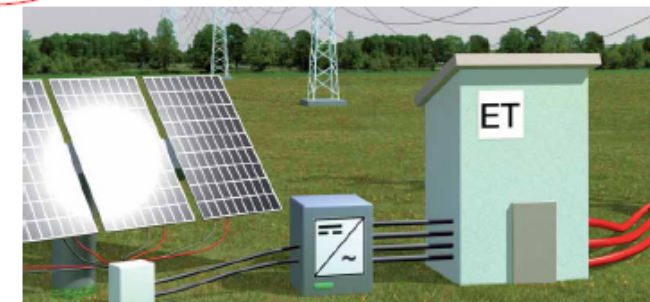


3.4. Cableado: normativa

Zonas de cableado:



Especificación AENOR EA 0038
Cables circuitos fotovoltaicos





3.4. Cableado: sección

- **Criterio de la intensidad máxima admisible o de calentamiento.** La temperatura del conductor del cable no deberá superar en ningún momento la temperatura máxima admisible asignada de los materiales utilizados para su aislamiento. Oscila entre los 70°C y 90°C.
- **Criterio de la máxima caída de tensión.** La circulación de corriente a través de los conductores ocasiona una pérdida de potencia transportada por el cable. Esta caída de tensión será inferior a los límites marcados por el Reglamento. Es determinante para líneas de larga longitud.
- **Criterio de la intensidad de cortocircuito.** La temperatura del conductor del cable, como consecuencia de un cortocircuito, no debe sobrepasar la temperatura máxima admisible de corta duración (<5s) de los materiales utilizados para el aislamiento del cable. Oscila entre los 160°C y 250°C. Es determinante en instalaciones **AT** y **MT** pero no lo es en **BT**, gracias a las protecciones e impedancias de los cables.

Europe



Intelligent Energy



3.4. Cableado

- **Positivos** y **negativos** de cada grupo de módulos se conducirán **separados** y **protegidos** según normativa vigente.
- Los conductores serán de **cobre** y tendrán la sección adecuada para evitar caídas de tensión y calentamientos:
 - **CC**: una sección para una caída de tensión **<1,5 %**
 - **CA** para que la caída de tensión sea **< 2 %**
- Deben tener la longitud necesaria para no generar esfuerzos en los diversos elementos ni posibilidad de enganche por el tránsito normal de personas.
- El cableado de continua será de doble aislamiento y adecuado para su uso en intemperie, al aire o enterrado, de acuerdo con reglamento **AENOR 0038**.





3.4. Cableado

Europe



Intelligent Energy





3.4. Cableado: puesta a tierra

Europe



Intelligent Energy

- Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el **Real Decreto 1663/2000 (artículo 12)** sobre las condiciones de puesta a tierra en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.
- Cuando el aislamiento galvánico entre la red de distribución de BT y el GFV no se realice mediante un **transformador de aislamiento**, se explicarán en la Memoria de Solicitud y de Diseño o Proyecto los elementos utilizados para garantizar esta condición.
- Todas las masas de la instalación fotovoltaica, tanto de la sección CC como de la AC, **estarán conectados a una única tierra**. Esta tierra será independiente de la del neutro de la empresa distribuidora, de acuerdo con el RBT.



4. Recepción y pruebas

- El instalador entregará al usuario un **documento-albarán** con el suministro de componentes, materiales y manuales de uso y mantenimiento de la instalación. **Firmado por duplicado** por ambas partes, cada una conserva un ejemplar.
- Los manuales entregados al usuario estarán en alguna de las **lenguas oficiales españolas**.
- Las **pruebas** a realizar por el **instalador**:
 - Funcionamiento y puesta en marcha de todos los sistemas.
 - Pruebas de **arranque y parada** en distintos instantes de funcionamiento
 - Pruebas de los elementos y medidas de **protección, seguridad y alarma**
 - Determinación de la **potencia instalada**





4. Recepción y pruebas

- Concluidas las pruebas se pasará a la fase de la **Recepción Provisional de la Instalación**: todos los sistemas y elementos que forman parte del suministro han funcionado correctamente durante un mínimo de **240 horas seguidas**, cumpliendo además:
 - **Entrega** de toda la **documentación** requerida en este PCT.
 - Retirada de obra de todo el **material sobrante**.
 - **Limpieza** de las zonas ocupadas, con transporte de desechos a vertederos
- Durante este período el **suministrador** será el único responsable de la operación de los sistemas suministrados y deberá adiestrar al **personal de operación**.





4. Recepción y pruebas: producción

- En la **Memoria de Solicitud** se incluirán: **producciones mensuales máximas teóricas** en función de la irradiancia, **potencia instalada** y **rendimiento** de la instalación.

- **Datos de entrada** del instalador

$G_{dm}(0)$. (INM, organismo oficial)

$G_{dm}(\alpha, \beta)$. kWh/(m²·día), a partir del anterior, descontando las pérdidas por sombreado para >10 % anual

PR. Performance ratio

- La estimación de la **energía inyectada**

$$E_p = \frac{G_{dm}(\alpha, \beta) P_{mp} PR}{G_{CEM}} \quad \text{kWh/día}$$





4. Recepción y pruebas: producción

Tabla II. Generador $P_{mp} = 1$ kWp, orientado al Sur ($\alpha = 0^\circ$) e inclinado 35° ($\beta = 35^\circ$).

Mes	$G_{dm}(0)$ [kWh/(m ² ·día)]	$G_{dm}(\alpha=0^\circ, \beta=35^\circ)$ [kWh/(m ² ·día)]	PR	E_p (kWh/día)
Enero	1,92	3,12	0,851	2,65
Febrero	2,52	3,56	0,844	3,00
Marzo	4,22	5,27	0,801	4,26
Abril	5,39	5,68	0,802	4,55
Mayo	6,16	5,63	0,796	4,48
Junio	7,12	6,21	0,768	4,76
Julio	7,48	6,67	0,753	5,03
Agosto	6,60	6,51	0,757	4,93
Septiembre	5,28	6,10	0,769	4,69
Octubre	3,51	4,73	0,807	3,82
Noviembre	2,09	3,16	0,837	2,64
Diciembre	1,67	2,78	0,850	2,36
Promedio	4,51	4,96	0,794	3,94





5. Requerimientos del contrato de mantenimiento

- Se realizará un contrato de **mantenimiento preventivo y correctivo** de al menos **tres años**.
- Incluirá **todos los elementos de la instalación** con las labores de mantenimiento preventivo aconsejados por los diferentes fabricantes.
- Realización de un **informe técnico** de las visitas con el **estado de las instalaciones** y las **incidencias** acaecidas.
- Registro de las operaciones de mantenimiento realizadas en un **libro de mantenimiento**, con la identificación del personal de mantenimiento

Europe



Intelligent Energy



5. Requerimientos del contrato de mantenimiento

- **Mantenimiento preventivo:** debe permitir mantener las condiciones de **funcionamiento**, **prestaciones**, **protección** y **durabilidad** de la instalación.

Se realizará por **personal técnico cualificado** bajo la responsabilidad de la empresa instaladora. Incluirá al menos una visita (*anual para instalaciones < 5 kWp y semestral para el resto*) con las comprobación de:

- Las **protecciones eléctricas**.
- Estado de los **módulos** e **inversor**.
- Estado mecánico de **cables** y **terminales**





5. Requerimientos del contrato de mantenimiento

- **Mantenimiento correctivo:** incluye operaciones de sustitución necesarias para asegurar que el sistema funciona correctamente durante su vida útil:
 - Visita a la instalación en los plazos **y** cuando el usuario lo requiera por avería grave.
 - Análisis y elaboración del presupuesto de los **trabajos y reposiciones** necesarias para su correcto funcionamiento.
 - Sus costes económicos 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**.





6. Garantías

- La garantía se concede **a favor del comprador** de la instalación
- La instalación será reparada de acuerdo con las **condiciones generales** si ha sufrido averías a causa de un defecto de montaje o componentes, siempre que haya sido manipulada correctamente según lo establecido en el manual de instrucciones.
- El **suministrador** garantizará la instalación durante un período mínimo de **3 años**, para los **materiales** y **procedimiento** empleado en su montaje. Para los **módulos FV**, la garantía mínima será de **8 años**.

Europe



Intelligent Energy



6. Garantías

- Si se **interrumpe** la explotación del suministro por responsabilidad del suministrador, o por **reparaciones** que éste realice para cumplir las estipulaciones de la garantía, el **plazo se prolongará** por la duración de dichas interrupciones.
- Quedan incluidos los demás gastos: tiempos de desplazamiento, medios de transporte, amortización de vehículos y herramientas, etc. Se debe incluir la mano de obra y materiales.

Europe



Intelligent Energy



6. Garantías

- Si el **suministrador** incumple las obligaciones de la garantía, el **comprador** de la instalación podrá fijar una fecha final para que el suministrador cumpla. Si no cumple, el comprador de la instalación podrá, **por cuenta y riesgo del suministrador**, realizar por sí mismo las oportunas reparaciones, sin perjuicio de la **reclamación por daños y perjuicios** al suministrador.
- La garantía **podrá anularse** cuando la instalación haya sido reparada, modificada o desmontada, aunque sólo sea en parte, por personas ajenas al suministrador o los servicios autorizados.
- El suministrador atenderá cualquier **incidencia** en el **plazo máximo de una semana** y la **resolución** de la avería se realizará en un tiempo máximo de **15 días**, salvo causas de fuerza mayor debidamente justificadas.



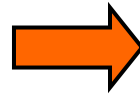


CONTROL DE CALIDAD DE UN SFCR



OBJETIVO

Elaborar un Control de calidad



- *¿Qué comprobar?*
 - Análisis del comportamiento desde la perspectiva de la producción energética
 - Análisis del comportamiento desde la perspectiva de la seguridad y protecciones
- *¿Cómo comprobar?*
 - Elección de los dispositivos de medida adecuados



28





CONTROL DE CALIDAD DE UN SFCR



Medidas para evaluar la producción energética

- Salida del generador fotovoltaico
- Salida del inversor

Aparatos

- Carga electrónica → Stella Solartechnik™
- Analizador de potencia trifásico → 434 de Fluke™
- Sensor de irradiancia y temperatura



29



CONTROL DE CALIDAD DE UN SFCR



Medidas para evaluar la seguridad y protecciones

- Resistencia de aislamiento y corrientes de fuga
- Resistencia del electrodo de tierra
- Puntos calientes

Aparatos

- Medidor de aislamiento → HV5D de Hipotronics™
- Medidor de tierras → GEOHM 40 D de Kainos™
- Cámara termográfica → Ti40 de Fluke™



30



CONTROL DE CALIDAD DE UN SFCR



Protocolo de actuación

1. Inspección visual:

- Estado de módulos, cableado, cajas de conexiones, inversor y electrodos de tierra
- Inclinação y orientación de los módulos. Sombreados



31

Europe



Intelligent Energy



CONTROL DE CALIDAD DE UN SFCR



Protocolo de actuación

2. Medida de inclinación y azimut del generador:

- Uso del inclinómetro y la brújula



Europe



Intelligent Energy



CONTROL DE CALIDAD DE UN SFCR



Protocolo de actuación

3. Medida de la eficiencia del inversor:

- Uso del analizador trifásico de potencia. Obtención de P_{AC}
- Obtención de V_{MPP} e I_{MPP} mediante dos multímetros digitales
- Obtención de G y T_C mediante los sensores



33



CONTROL DE CALIDAD DE UN SFCR



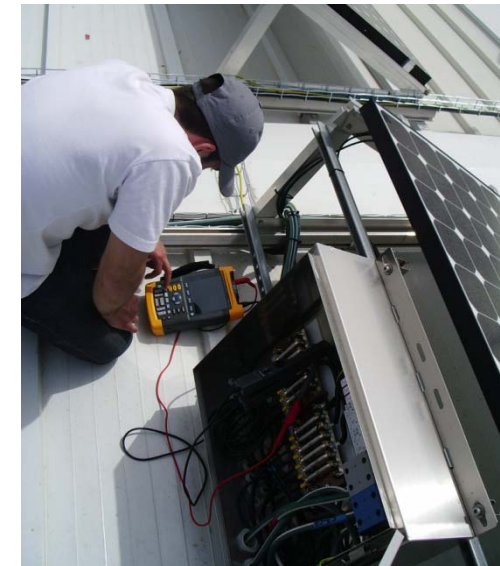
Protocolo de actuación

4. Cálculo del ruido armónico del inversor:

- Uso del analizador trifásico de potencia durante un tiempo prolongado, para altas y bajas irradiancias

5. Determinación de la curva $I-V$ para cada generador:

- Desconectar el/los inversor/es
- Situar los generadores en circuito abierto
- Mediante un seccionador, conectar la carga electrónica
- Obtener G y T_c al mismo tiempo





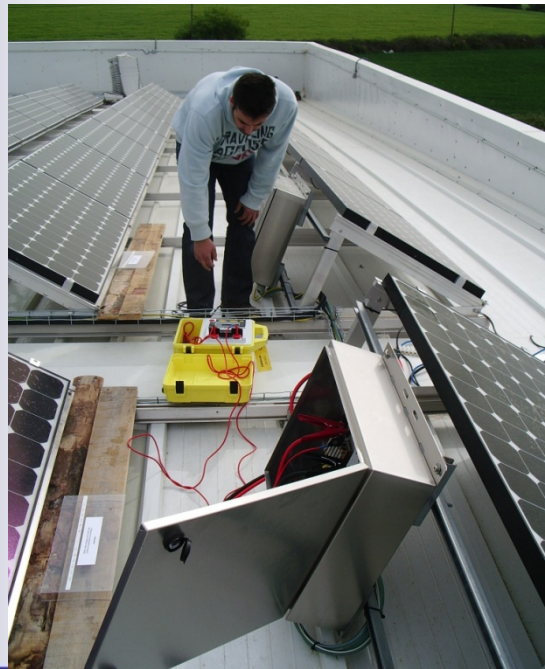
CONTROL DE CALIDAD DE UN SFCR



Protocolo de actuación

6. Medida del aislamiento y corrientes de fuga:

- Desconectar el/los inversor/es. Situar los subgeneradores en circuito abierto y retirar los varistores
- Cortocircuitar los polos positivo y negativo mediante un seccionador
- Conectar el polo positivo a una entrada del medidor y la otra a tierra. Realizar medidas al amanecer y al mediodía solar



35



Europe



Intelligent Energy



CONTROL DE CALIDAD DE UN SFCR



Protocolo de actuación

7. Medida de la resistencia del electrodo de tierra:

- Desconectar el electrodo de tierra de la instalación
- Medir la resistencia del electrodo mediante un telurómetro



36



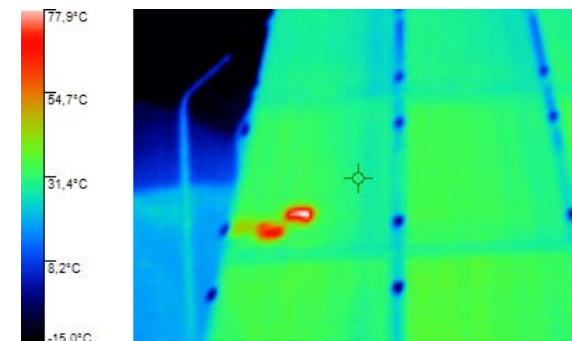
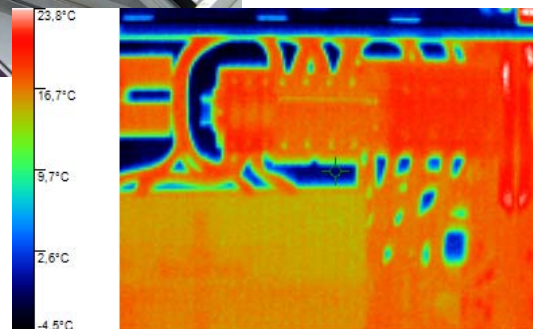
CONTROL DE CALIDAD DE UN SFCR



Protocolo de actuación

8. Realizar instantáneas termográficas:

- La instalación debe estar en funcionamiento varios minutos antes
- Tomar fotografías de módulos, cajas de conexiones, inversores y posibles efectos de sobrecalentamiento



37



MÉTODOS PARA EVALUAR EL CORRECTO FUNCIONAMIENTO DE UNA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA CONECTADA A LA RED

Gracias por su atención

Europe



Intelligent Energy