

ANEXO A: Requisitos técnicos mínimos

Los equipos, materiales e instalaciones de los Sistemas Solares Fotovoltaicos (SSFV) deben cumplir con las normas técnicas establecidas en este documento, así como con las reglamentaciones de la CREG, el RETIE y otras normativas ambientales y legales vigentes. Cualquier actualización en estas regulaciones debe ser implementada por el Contratista durante el diseño y construcción.

No se podrán adoptar normas que contradigan el Código de Redes o los reglamentos del Ministerio de Minas y Energía. En caso de discrepancias, se aplicará el requisito más estricto.

Los equipos y materiales deben cumplir con estándares nacionales e internacionales aplicables, incluyendo normas del ICONTEC, NTC, NEC, IEC, IEEE, UL, RETIE, RETILAP, CREG y CNO.

Las versiones más recientes de estos códigos serán las aplicables. Se podrán aceptar normas internacionales equivalentes si se acuerda por escrito con el Contratante. Si se propone un código distinto, se requerirá aprobación previa para evaluar su viabilidad.

El implementador deberá ceñirse a las siguientes especificaciones técnicas con respecto a los equipos que deben ser usados en las soluciones solares individuales fotovoltaicas (SSFV):

Características Generales de los Sistemas

a. Condiciones Generales: Los equipos, componentes y materiales suministrados e instalados deberán ser nuevos, de alta calidad evidenciados con sus respectivos certificados de conformidad emitidos por los fabricantes correspondientes, contar con certificación RETIE y cumplir o superar los requisitos técnicos establecidos. Deben ser diseños estándar del fabricante con experiencia comprobada en condiciones similares de implementación de sistemas fotovoltaicos.

Deben garantizar confiabilidad, durabilidad, calidad de materiales y facilidad de mantenimiento y reparación. No se podrá omitir ningún componente requerido, salvo que esté expresamente indicado en las especificaciones.

Los equipos deben garantizar confiabilidad, durabilidad, calidad de materiales y facilidad de mantenimiento y reparación, conforme a las normas técnicas colombianas vigentes (NTC), los reglamentos RETIE y RETILAP, y las mejores prácticas aceptadas por el sector energético nacional.

Todos los componentes deben cumplir con estándares internacionales como IEC (Comisión Electrotécnica Internacional) o UL (Underwriters Laboratories), y deben contar con certificaciones que respalden su calidad y seguridad.

No se podrá omitir ningún componente requerido para el correcto funcionamiento del sistema, salvo que esté expresamente indicado en las especificaciones técnicas del proyecto.

Los equipos deben estar diseñados para operar de forma continua y segura, adaptándose a las condiciones climáticas locales (temperatura, humedad, radiación solar, precipitación, etc.) y de altitud del lugar de instalación. Esto incluye resistencia a la corrosión, protección IP adecuada según ubicación (mínimo IP65 en exteriores), protección contra sobretensiones y estructuras con tratamiento anticorrosivo.

Deben garantizar facilidad de uso, inspección y mantenimiento, y contar con manuales en español, repuestos disponibles en el país, y red de soporte técnico. Asimismo, deberán asegurar la seguridad de las personas, la protección de las instalaciones y el cumplimiento del marco normativo ambiental y de seguridad vigente en Colombia.

b. Condiciones de Operación: Los equipos deben estar diseñados para operar a máxima capacidad sin restricciones, adaptándose a las condiciones ambientales, de altitud y humedad del lugar de instalación, y cumpliendo con las características del sistema eléctrico y los requisitos específicos definidos en las Especificaciones Técnicas.

c. Características Constructivas:

- **Galvanizado:** Para elementos expuestos a humedad e intemperie, el Contratista deberá garantizar un galvanizado adecuado, cumpliendo con la norma ISO 1459 o su equivalente, para proteger contra la corrosión.

- **Protección de Superficies:** Los equipos y materiales, tanto de uso interior como exterior, deben diseñarse e instalarse para evitar acumulación de agua y degradación por oxidación, humedad o salinidad.

d. Marcas y placas de identificación de equipos: Las placas de identificación para uso exterior deben ser resistentes a la corrosión, con color permanente y sin degradación por exposición solar. Cada equipo, componente o dispositivo debe contar con una placa indeleble con el nombre y número de serie del fabricante, en números o código de barras.

El material y contenido de estas placas deberán ser aprobados por el Interventor o Supervisor y fijados con remaches o adhesivos adecuados. Se incluirán placas adicionales en el interior o frente de los gabinetes para

identificar dispositivos, funciones, posiciones, cargas, y niveles de protección IP e IK, según los requerimientos del Operador o Supervisor y los planos técnicos.

- Si es de tipo eléctrico:
 - Marca, tipo, modelo, N° de serie y año de fabricación.
 - Tensión máxima.
 - Corriente máxima.
 - Tensión de operación.
 - Corriente de operación.
 - Clase de voltaje de aislamiento.
 - Frecuencia de operación.
 - Capacidad nominal (A, kVA, etc., según corresponda).
 - Manual y/o catálogo de servicios.
 - Otros datos según sea pertinente

- Si es de tipo mecánico
 - Marca, tipo, modelo, N° de serie y año de fabricación.
 - Manual y/o catálogo de servicios.
 - Otros datos según sea pertinente.

e. Sistema de puesta a tierra: El sistema de puesta a tierra debe cumplir con las especificaciones del RETIE y la NTC 2050. La estructura del generador y los marcos metálicos de los módulos estarán conectados a la misma toma de tierra de la instalación. Se garantizará la puesta a tierra del gabinete de protecciones, el inversor, la estructura de soporte y los módulos fotovoltaicos, asegurando la equipotencialidad mediante una única pica a tierra.

f. Módulos fotovoltaicos: Su ubicación, orientación e inclinación deberán ajustarse al diseño aprobado por la interventoría técnica del contrato. En cualquier caso, se debe evitar que la disposición de módulos fotovoltaicos reciba sombras que afecten su funcionamiento.

| EQUIPO | DESCRIPCIÓN |
|-----------------|--|
| Módulos Solares | Los módulos deben contar con excelente rendimiento en condiciones con poca luz, alta durabilidad, que posean parámetros eléctricos (corriente y tensión) óptimos que propicien adecuadas configuraciones, para alcanzar la generación máxima sin exceder los parámetros eléctricos requeridos por el inversor a seleccionar. Monocristalino, media celda. Potencia definida en el diseño de cada sistema. Garantía de producción de energía a 12 años del 90% y del 80% a 25 años. Eficiencia mínima del 20% Temperatura de operación -40°C - +85°C |

| | |
|--|--|
| | <p>Voltaje máximo del sistema (IEC) (V): 1500</p> <p>Valor máximo de fusible (A): 25</p> <p>Conector: MC4</p> <p>Certificaciones:</p> <p>IEC 61215, IEC 61730</p> <p>ISO 9001: 2015</p> <p>ISO 14001: 2015</p> <p>ISO 45001: 2018</p> <p>y/o TS62941, UL 61730</p> |
|--|--|

Tabla 1: Relación especificaciones Módulos Solares

- g. Inversores:** Los inversores deberán instalarse en un lugar adecuado, siguiendo las recomendaciones del fabricante, garantizando que no generen vibraciones mecánicas durante su operación ni queden expuestos directamente a la radiación solar.

| EQUIPO | DESCRIPCIÓN |
|----------|---|
| Inversor | <p>Los inversores On Grid deberán ajustarse a las necesidades de generación y a los parámetros de la red que alimentan las viviendas/comercios.</p> <p>Rango de Potencia total AC nominal de salida (VA): Según diseño.</p> <p>Número de fases: Según diseño.</p> <p>Voltaje nominal de salida / Intervalo (V): Según diseño.</p> <p>Frecuencia nominal / Intervalo (Hz): 60 / (55-65)</p> <p>Eficiencia nominal (MPPT): mínima 99%</p> <p>Cantidad mínima MPPT: 2</p> <p>Eficiencia $\geq 95\%$</p> <p>Distorsión armónica total (THD): $<3\%$</p> <p>Factor de potencia $\geq 0,99$</p> <p>Rango temperatura ambiente ($^{\circ}\text{C}$): -40°C a $+65^{\circ}\text{C}$</p> <p>Comunicación: Wireless/GSM</p> <p>Monitoreo: A través de app, web vía GSM/3G/4G o Wi-Fi.</p> <p>Garantía mínima: 5 años</p> <p>Grado de protección: IP67 (NEMA 6)</p> <p>La relación de potencias DC AC deberá ser mayor a 0,8 y cercano 1,25.</p> <p>Los inversores deberán contar con representación en Colombia y contar con la posibilidad de acceder fácilmente a repuestos o recambio de componentes.</p> |

Tabla 2: Relación especificaciones Inversores

- h. Estructura Soporte:** La estructura de soporte de los módulos deberá estar fabricada en acero galvanizado en caliente o aluminio, cumpliendo con la norma NSR 10 y/o NTC 5832 para estructuras de acero. En el caso de

estructuras de aluminio, estas deberán cumplir con los estándares de la Aluminium Association y ANSI H35 en cuanto a propiedades mecánicas, composición química y tolerancias dimensionales.

Deberá ofrecer soluciones versátiles para distintos tipos de cubiertas y ser altamente resistente a la exposición constante al agua y al sol. Para la sujeción, solo se permitirá el uso de abrazaderas en los laterales largos del marco del módulo solar. Estas abrazaderas no deben entrar en contacto con el cristal frontal ni deformar el marco, y se debe garantizar que no proyecten sombras. Además, cada módulo deberá sujetarse con un mínimo de cuatro abrazaderas, dos en cada lado largo. El par de apriete de las abrazaderas deberá ajustarse a las recomendaciones del fabricante para asegurar una fijación firme.

Durante la fase de diseño, el implementador deberá definir el tipo de estructura más adecuada para soportar los módulos solares, considerando las condiciones específicas de cada edificación. La estructura deberá contar con dimensiones apropiadas para soportar el peso de los módulos y resistir los esfuerzos dinámicos generados por el viento.

Normativa: La estructura de soporte de los módulos solares deberá cumplir con la norma NSR 10 y/o NTC 5832 para estructuras de acero.

- i. **Medidores:** El monitoreo de las variables e indicadores del proyecto, se deben instalar medidores bidireccionales en el punto frontera entre el comercio donde se va a realizar la medición y la red de energía eléctrica. Los medidores a instalar deberán cumplir todos los requisitos técnicos exigidos por el operador de red.

| EQUIPO | DESCRIPCIÓN |
|---------------------------|---|
| Medidores Bidireccionales | Tipo de medida: Directa, bidireccional en kWh, kVAR Medición en cuatro cuadrantes Perfiles de carga: 4 perfiles de carga configurables Tipos de conexión: según diseño entre las que se permite (1F-2H, 2 F-3H, 3F-4H) Precisión: Clase 1.0 o superior Tensión: según diseño Rango de tensión: 0,8 – 1,25 Un Corriente de base (In): 5 A Corriente máxima (Imax): 120 A Frecuencia: 60 Hz Protección: IP54 Temperatura Operación: -25°C a +70°C Comunicación: RS485 / puerto óptico |

| | |
|--|--|
| | <p>Comunicación Remota GPRS/GSM, Wi-Fi, Ethernet, LoRa Protocolos DLMS/COSEM, IEC62056-21, MODBUS Medición de energía en dos direcciones, mediciones por fase.</p> |
|--|--|

Tabla 3: Relación especificaciones Medidores

- j. **Dispositivo de comunicación y monitoreo.** Es necesario incluir en la instalación un dispositivo de monitoreo que permita evidenciar el funcionamiento, reportes de generación y alarmas de falla del mismo.

| EQUIPO | DESCRIPCIÓN |
|---|---|
| Dispositivo de comunicación y monitoreo | <p>Recolección y transmisión de datos del inversor Monitoreo en tiempo real del inversor Tipo de comunicación: Wireless networking Vía de comunicación a la nube: Wifi /GPRS/GSM/Ethernet Deberá contar con una aplicación de monitoreo para usuario Deberá garantizar la conexión a la aplicación web de monitoreo en tiempo real, para la visualización del usuario Temperatura operación: -20°C a 55°C Calificación ambiental: Interior IP20</p> <p>Deberá permitir:</p> <p>Control remoto. Actualización de firmware. Reinicios o apagado. Almacenar datos de cada módulo y sistema. Filtrar inversor anormal mediante sistema de alarma.</p> <p>Control local. Comunicación en tiempo real entre cada inversor, DTU y el servidor del fabricante. Estado en tiempo real y alarma del inversor. Datos en tiempo real del inversor. Actualización de firmware localmente.</p> |

Tabla 4: Relación especificaciones Dispositivo de comunicación y monitoreo

- k. **Descripción Oferta Económica kWp Implementación SSFV Etapa 2**

| Descripción |
|-----------------|
| 1. Factibilidad |

| |
|--|
| 2. Diseño |
| 3. Suministro |
| 4. Transporte |
| 5. Instalación y Puesta en Marcha |