ANEXO 4- ESPECIFICACIONES TÉCNICAS, SUS CONDICIONES GENERALES Y EQUIPO MINIMO REQUERIDO.

Las especificaciones técnicas son las establecidas y discriminadas en el Anexo Técnico del proyecto formulado y viabilizado por el Ministerio de Minas y Energía (MME).

Los oferentes deben tener en cuenta que el objetivo del presente proceso es ampliar la cobertura, mejorar la calidad y continuidad del servicio, y atender la demanda de energía en las zonas no interconectadas mediante la ejecución de los recursos del Fondo de Apoyo Financiero para la Energización de las Zonas No Interconectadas – FAZNI. En tal sentido, es responsabilidad del PROPONENTE analizar detalladamente los APU's y asegurarse de que incluyan todos los elementos necesarios, incluso aquellos asociados a eventuales imprevistos dentro de los materiales y cantidades de obra requeridos en esta invitación. Es obligación del proponente formular, evaluar y considerar dichos aspectos en su propuesta, en las fases de ejecución de la obra, así como identificar y contemplar los materiales y actividades que no se encuentren expresamente mencionados en los estudios y presupuestos base de estos términos.

A. **Objeto de la Obra:** *CONSTRUCCIÓN DE SOLUCIONES FOTOVOLTAICAS INDIVIDUALES PARA COMUNIDADES RURALES Y DISPERSAS DE LAS ZNI DEL MUNICIPIO DE SAN CARLOS, DEPARTAMENTO DE CÓRDOBA*.

   ALCANCE TÉCNICO

   Construcción de 22 Soluciones Individuales Solares Fotovoltaicas – SISFV en las comunidades rurales y dispersas del municipio de SAN CARLOS en el departamento de CORDOBA, con sus acometidas, instalaciones internas y sistema de medición prepago y puestas en servicio sin novedad alguna.

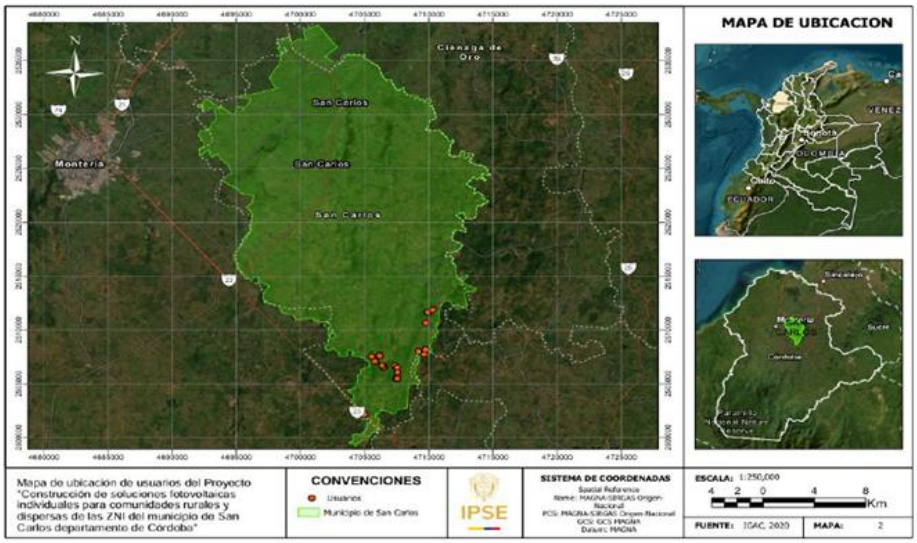
Descripción del proyecto:

ANEXO 4 - ESPECIFICACIONES TECNICA SAN CARLOS-2026 - Google Drive

A través del Contrato FAZNI GGC 1853-2025, se ejecutará el proyecto "*IMPLEMENTACIÓN DE SOLUCIONES ENERGÉTICAS SOSTENIBLES CON FUENTES NO CONVENCIONALES, PARA LAS COMUNIDADES RURALES DEL MUNICIPIO DE PINILLO DEL DEPARTAMENTO DE BOLIVAR*", mediante el cual se beneficiarán 22 usuarios distribuidos en las comunidades del municipio de pinillos.

VEREDAS	CANTIDAD USUARIOS
ALTAMIRA	10
CALLE DE AGUA	5
LAS PACHACAS	3

VEREDAS	CANTIDAD USUARIOS
LOS CAÑOS	4
Total general	**22**



Fuente: Equipo SIG -IPSE 2025.

Así mismo en la siguiente tabla se detalla el tipo de infraestructura de cada uno de los 22 usuarios.

VEREDAS	CANTIDAD USUARIOS
ALTAMIRA	10
CALLE DE AGUA	5
LAS PACHACAS	3
LOS CAÑOS	4
Total, general - viviendas	**22**

La ejecución del proyecto "*CONTRATO DE OBRA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE SOLUCIONES ENERGÉTICAS SOSTENIBLES CON FUENTES NO CONVENCIONALES, PARA LAS COMUNIDADES RURALES DEL MUNICIPIO DE PINILLO DEL DEPARTAMENTO DE BOLIVAR*", contempla la instalación de los siguientes elementos con sus respectivas especificaciones técnicas como se relaciona en la siguiente tabla:

IMPLEMENTACIÓN DE SOLUCIONES FOTOVOLTAICAS INDIVIDUALES PARA VIVIENDAS RURALES EN LAS ZONAS NO INTERCONECTADAS DEL MUNICIPIO DE SAN CARLOS -BOLÍVAR.			
ITEM	**DESCRIPCION**	**UNIDAD**	**CANTIDAD**

IMPLEMENTACIÓN DE SOLUCIONES FOTOVOLTAICAS INDIVIDUALES PARA VIVIENDAS RURALES EN LAS ZONAS NO INTERCONECTADAS DEL MUNICIPIO DE SAN CARLOS -BOLÍVAR.			
1	**Sistema individual solar fotovoltaico**		
1.1	Realizar Replanteo de obra	UN	22
1.2	Suministro, transporte e instalación de Panel Solar de 670 W Mono PERC (3 unidades) incluido en TIER-1 incluye, cable solar XLPE 6mm2, par de conectores MC4 y caja de conexión IP68 con diodos de paso con las siguientes características: η ≥ 20%; tolerancia +3% condiciones STC. Garantía de producción a 12 años ≥ 90% y ≥ 80% a 25 años, temperatura de trabajo de -40ºC +80ºC, IEC61205. Certificación de conformidad de producto RETIE	UN	22
1.3	Acometida principal eléctrica subterránea desde los módulos solares hasta el gabinete de diseño especial. Incluye: Hasta 6 m de tubería PVC de 3/4" inmersa dentro del tubo de soporte del panel y subterránea, hasta 2 m de tubería IMC de 3/4" a la vista hasta llegar al gabinete, 2 curvas PVC de 3/4", 2 terminales para tubo IMC de 3/4", 2 curvas galvanizada IMC de 3/4" y hasta 16 m de cable 10 AWG XLPE, 6 m de cable de cobre color verde 6 AWG THHN y accesorios de conexión.	UN	22
1.4	Suministro e instalación de gabinete autosoportado en lámina galvanizada de 598 mm de ancho x 840 mm de alto x 460 mm de fondo en lámina CR calibre 18, con pintura electrostática gris rall 70-32, accesorios, conexionado, cableado, canalización, fijación y protecciones eléctricas incluye DPS de BT, para el alojamiento de equipos y accesorios, tipo interior. Todas las puertas deberán abrir únicamente en sentido lateral mínimo 120° respecto a la sección horizontal superior del armario, deben poseer una agarradera que facilite su accionamiento y las bisagras deben ser galvanizadas, cromadas, niqueladas o en acero inoxidable, bronce o aluminio suficientemente fuertes para asegurar rígidamente la puerta de la estructura e instaladas sin que pierdan el recubrimiento protector IP 33. El encerramiento metálico deberá estar debidamente marcado y cumplir con los requerimientos mínimos de seguridad definidos por el RETIE numeral 20.23.	UN	22
1.5	Suministro e instalación de regulador (controlador) de carga, 50A/48V MPPT Solar, eficiencia mínima del 96%, debe ser apto para cargar baterías tipo LiFePO4. Con todas las protecciones eléctricas necesarias en caso de sobrecarga, cortocircuito, advertencia de alto voltaje	UN	22
1.6	Suministro e Instalación de batería de ión - litio tipo fosfato de hierro (LiFePO4) de ciclo profundo de 120 Ah – 51.2 VDC - ≥6000 ciclos hasta el 80% DOD, con BMS integrado	UN	22
1.7	Suministro e instalación de inversor tipo "off-grid" onda senoidal pura, potencia de 2000 W, 48 VDC entrada - 120 VAC salida, f=60 Hz, debe garantizar protección y desconexión por bajo voltaje en la batería, protección contra sobrecarga	UN	22
1.8	Sistema de puesta a tierra con una varilla de cobre 5/8" x 2,4m, bajante en cable de cobre desnudo temple duro o verde Nº 6, con soldadura exotérmica y tratamiento de suelos, caja de inspección de 30 x 30 cm.	UN	22
2	**Estructura de soporte para paneles solares**		
2.1	Suministro e instalación de poste reforzado en fibra de vidrio de h=4m, 510kgf. contiene: tapa en la cima y base, soporte metálico galvanizado fijo para 3 paneles solares y cimentación diámetro 0,55m, h=1,15m (incluye excavación y 5 cm solado).	UN	22
2.2	Excavación de zanja para acometida principal en zona verde, de 20 cm de ancho x 60 cm de profundidad y hasta 6 m de longitud. Se utilizará para relleno, el mismo material excavado.	UN	22
3	**Implementar Sistema de medición y gestión de energía**		
3.1	Suministro e instalación de Medidor prepago monofásico bifilar 5 (80) A, 120 V, calibrado. Incluye sistema de gestión de recaudo y equipos de comunicación offline.	UN	22

IMPLEMENTACIÓN DE SOLUCIONES FOTOVOLTAICAS INDIVIDUALES PARA VIVIENDAS RURALES EN LAS ZONAS NO INTERCONECTADAS DEL MUNICIPIO DE SAN CARLOS -BOLÍVAR.			
4	**Implementar Instalaciones Internas**		
4.1	Instalaciones Internas que incluyan 4 salidas de alumbrado y 4 tomacorrientes. Se considera implementación de hasta 20 metros de tubería EMT de 3/4" y hasta 80 mts de cable de cobre aislado THHN No. 12 AWG	UN	22

Tabla 1. *Datos del proyecto.*

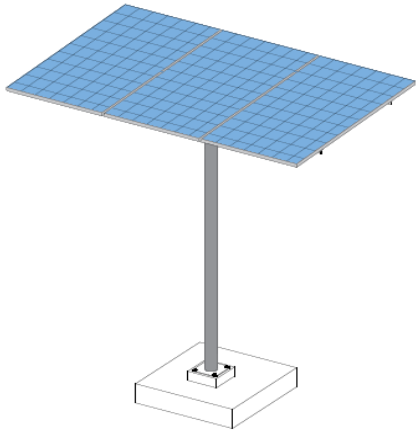
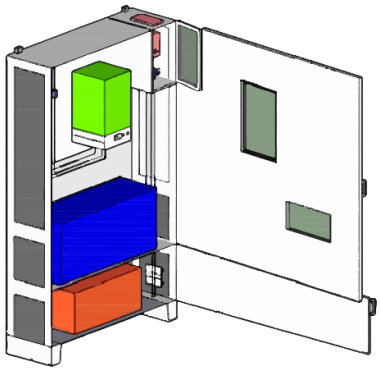
 TIPO 1 - TRES (3) PANELES 670 WP USUARIOS → 22	 COMPONENTES 1- Inversor 2 KW 1- Controlador 50A/48V 1- Batería 6000ciclos 1-Medidor prepago 5/80A 1 gabinete metálico 1 juego de protecciones

Tabla 2. Descripción componentes del proyecto. Fuente IPSE 2025

El proyecto cumplirá con todos los requerimientos técnicos de construcción, con el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas RETIE, la norma NTC 2050, las disposiciones del Ministerio de Minas y Energía (MME) y demás normatividad legal vigente que aplique.

Carga de diseño

En cuanto al comportamiento del consumo, la incorporación de los tipos de cargas y su consumo hay que tener en cuenta, que en los territorios de las ZNI no hay la misma disponibilidad de alternativas en cuanto a tecnología, recursos para acceder a la tecnología más eficiente, y, en ese sentido, coherente con las especificaciones que se puedan establecer con base en el estudio de mercado en una ciudad capital interconectada al SIN, esa circunstancia exige contemplar y dimensionar las exigencias de tipo reactivo en el comportamiento de la carga, (la potencia y le energía eléctrica de la carga independiente de su uso final, tienen componentes activos, reactivos y aparentes), lo en la práctica significa contemplar un punto de operación de componentes de la solución, no para la condición más favorable, sino para una situación más apegada al contexto de la realidad en esos territorios.

En la siguiente tabla, con base en los aparatos eléctricos utilizados, se caracteriza la carga horaria diaria para las viviendas rurales de las ZNI de Colombia, de acuerdo a la demanda máxima de consumo establecida en la anterior tabla.

FUENTE	PIRAMIDE DE MASLOW	EQUIPO	CIRCUITO	POTENCIA ACUMULADA (W)
DNP	Fisiológicas	Congelador	C2	150
DNP	Seguridad	Iluminación	C2	40
UPME	Afiliación	Televisor 32"	C1	80
UPME	Afiliación	Radio	C1	25
DNP	Autorrealización	Cargador	C1	90
DNP	Fisiológicas	Licuadora	C1	450
CORPOEMA	Fisiológicas	Ventilador	C2	120
DNP	Autorrealización	Equipo de sonido	C1	70
DNP	Autorrealización	Computador	C1	70
CORPOEMA	Fisiológicas	Electrobomba 1/4	C2	200

Tabla 39. Distribución de circuitos. Usuarios residenciales
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 3. *Cuadro de cargas usuario rural en ZNI de Colombia*

A continuación, se presentan las características de los circuitos de las instalaciones internas.

CIRCUITO	POTENCIA INSTALADA (W)	CORRIENTE MÁXIMA (A)	PROTECCIÓN SOBRECORRIENTE (A) (10 kA)	CONDUCTORES EN TUBERIA	CALIBRE CONDUCTORES (AWG)	TIPO DE TUBERIA CONDUIT	DIAMETROTUBERIA CONDUIT
C1	785	8,2	20	L+N+T	3 X 12	EMT	3/4 "
C2	510	5,3	20	L+N+T	3 X 12	EMT	3/4 "

Tabla 40. Circuitos. Usuarios residenciales tipo 1
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 5. *Cuadro de cargas propuesto usuario residencial.*

Es importante mencionar que este valor de carga fue definido con base en el estudio socioeconómico de la región, las condiciones particulares de las viviendas (observadas en el registro fotográfico obtenido en la fase de diagnóstico y recolección de información en campo) y por los datos reportados en el Sistema Único de Información de Servicios Públicos Domiciliarios – SUI, sobre el promedio del consumo de energía eléctrica por usuario en vivienda rural en el Municipio de San Carlos, Departamento del Córdoba.

Parámetros de equipos principales seleccionados

Al abordar la composición de un Sistema Individual Solar Fotovoltaico (SISFV) es fundamental contemplar el contexto en el que se han insertado este tipo de soluciones y las probabilidades de que ese entorno cambien, no solo a largo plazo, sino también en el corto y mediano plazo, y, es que como se ha evidenciado el tener la prestación del servicio de energía eléctrica hace mucho más atractiva la conformación y/o expansión de comunidades en una ubicación o localidad, por lo tanto no se es ajeno a que estas SISFV a futuro hagan parte de una microrred, e inclusive de una minirred, casos especiales, también contemplan la posibilidad de interconexión a un SDL, sea aislado o del mismo SIN; por ello se incluye, para describir, dimensionar y seleccionar las componentes de un SISFV las alternativas de conexión a ese tipo de redes.

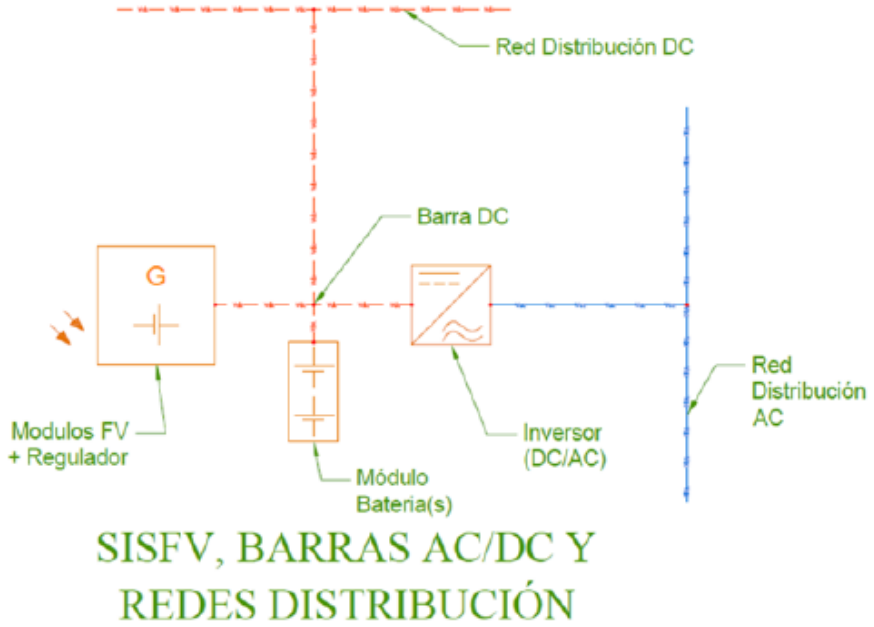


Ilustración 2. *Componentes de un SISFV y alternativas de conexión a redes de energía.*

En general, los elementos constitutivos de un SISFV:

• Recurso solar: Potencial energético de la zona.

• Sistema de generación: Generación de energía mediante módulos solares fotovoltaicos.

• Sistema de almacenamiento: Acumulación de la energía generada en baterías estacionarias.

• Sistema de regulación: Evitar las sobretensiones en el sistema manteniendo un voltaje constante.

• Sistema de convertidor: Adapta la corriente generada en DC a AC.

• Usuario: El usuario final destinado a utilizar la energía generada.

Pueden existir otros elementos no constitutivos que sean adicionados a criterio profesional del equipo diseñador. En ese listado se incluye la barra DC que, si bien no suele estar contemplada en los diseños constructivos, la práctica ha demostrado que puede convertirse en un elemento crítico para la sostenibilidad de la solución y, a la vez, su migración a fases de integración o mejoramiento de la solución.

Optimización de componentes

Energía y potencia

El generador solar fotovoltaico óptimo para una solución aislada es aquel que cumple con las necesidades de energía requeridas por el usuario y que se adapta a las condiciones particulares del lugar donde se va a instalar. Algunos aspectos importantes para considerar al seleccionar un generador solar fotovoltaico son:

• Potencia: es importante elegir un panel solar con la potencia adecuada para cubrir la demanda de energía del usuario. Se debe calcular la potencia diaria necesaria en base al consumo de los equipos que se van a alimentar.

• Eficiencia: los paneles solares pueden tener diferencias en su eficiencia de conversión de energía solar en electricidad. Es recomendable elegir paneles con una buena eficiencia para aprovechar al máximo la radiación solar disponible.

• Durabilidad: es importante que los paneles solares sean resistentes y duraderos, especialmente si se van a instalar en un lugar con condiciones climáticas adversas.

• Regulador de carga: este componente es necesario para garantizar que las baterías del sistema de almacenamiento no se sobrecarguen o descarguen en exceso. El regulador de carga debe ser compatible con la potencia y voltaje de los paneles solares.

• Baterías: es importante elegir baterías adecuadas para el sistema, con una capacidad suficiente para almacenar la energía generada durante el día y suministrar la energía necesaria durante la noche o en días nublados.

En general, es recomendable consultar a un especialista en energía solar para determinar cuál es el generador solar más adecuado para cada caso particular.

La energía solar fotovoltaica en regiones alrededor de la línea ecuatorial es altamente efectiva debido a la intensidad y periodo de radiación solar que reciben estas regiones durante todo el año. El ángulo de inclinación del sol en la línea ecuatorial es casi perpendicular al suelo, lo que permite una exposición óptima a la radiación solar. La intensidad de la radiación solar en estas regiones puede alcanzar hasta un 20% más que en otras partes del planeta, lo que hace que la energía solar fotovoltaica sea una opción muy atractiva para generar electricidad en estas áreas.

Además, los costos de la energía solar fotovoltaica se han reducido significativamente en los últimos años, lo que la hace una opción más viable económicamente para las regiones ecuatoriales. Por ello la preferencia por este tipo de soluciones que hacen de esta fuente de energía eléctrica y térmica un recurso accesible y altamente disponible, salvo los casos de nubosidad frecuente, y con relaciones financieras y de sostenibilidad muy atractivas en ámbitos regulatorios y legales favorables.

Entonces, los criterios de selección de los componentes de este bloque —paneles y regulador/cargador— tienen relación directa con el almacenamiento de energía y la potencia a suministrar, especialmente la curva de carga de demanda de energía:

• Paneles: tecnología, tensión, eficiencia, etc.

• Regulador cargador: tecnología, tensiones, potencia (In(A) salida), etc.

Almacenamiento de energía

El almacenamiento de energía óptimo para sistemas eléctricos aislados con base en energías alternativas es una cuestión compleja que depende de muchos factores, como la disponibilidad de los recursos energéticos, el clima, la demanda de energía, el coste de los componentes de almacenamiento, entre otros. Sin embargo, hay diferentes tipos de baterías y sistemas de almacenamiento que pueden ser muy efectivos para este fin.

Algunas de las opciones más comunes incluyen:

• Baterías de plomo-ácido: son las más utilizadas en aplicaciones solares y eólicas. Son relativamente económicas, fáciles de mantener y tienen una vida útil de entre 5 y 8 años.

• Baterías de iones de litio: son más caras que las de plomo-ácido, pero tienen una mayor eficiencia energética, una vida útil más larga y son más compactas. Son muy populares en aplicaciones de vehículos eléctricos y energía solar.

• Baterías de flujo: son una opción interesante para aplicaciones de alta capacidad y larga duración. Ofrecen mayor durabilidad y confiabilidad que otras opciones, pero son más caras y ocupan más espacio.

• Sistemas de almacenamiento de hidrógeno: son una alternativa interesante para el almacenamiento de energía a gran escala. El hidrógeno se puede producir a partir de fuentes renovables y almacenarse en tanques. Luego se puede utilizar para producir energía eléctrica mediante una celda de combustible.

En conclusión, elegir el sistema de almacenamiento de energía óptimo para sistemas eléctricos aislados depende de la disponibilidad de recursos, la demanda de energía, el presupuesto y otros factores clave. Es importante considerar cuidadosamente las opciones y elegir la que mejor se adapte a las necesidades particulares de cada proyecto.

Así las cosas, la selección óptima para este tipo de soluciones en el contexto actual, en relación directa con el lugar donde se implementan para su funcionamiento y servicio de uso final, ha resultado ser las baterías de litio. Sin embargo, cada caso requiere análisis de alternativas, dado que a mayores potencias y tensiones las baterías de plomo son una alternativa con amplias ventajas.

Para la protección de baterías de litio se recomienda el uso de un circuito de protección de baterías (BMS). Este circuito está diseñado específicamente para supervisar el estado de la batería y protegerla contra sobrecargas, sobredescargas y cortocircuitos.

El BMS se compone de varios elementos, incluyendo un chip de control, un circuito de carga y descarga, y un conjunto de interruptores óptimos. Estos interruptores de estado sólido con control óptico tienen la particularidad de no tener contacto físico entre ellos, lo que los hace más resistentes al desgaste y, por tanto, más duraderos.

En un circuito de protección de baterías, los interruptores de estado sólido con control óptico se utilizan para interconectar y desconectar la batería del circuito de carga y descarga. Cuando la batería se encuentra en condiciones normales, los interruptores permanecen cerrados y la energía fluye sin problemas. Sin

embargo, cuando se detecta una sobrecarga, sobredescarga o cortocircuito, los interruptores se abren para evitar que la batería se dañe.

En resumen, el circuito y los interruptores óptimos son elementos clave en el diseño de un BMS para la protección de baterías de litio. Si se utilizan de manera adecuada, se puede mantener la seguridad y prolongar la vida útil de las baterías.

El Inversor

La selección del Inversor tiene criterios relevantes de quintaesencia que son directamente relacionados con el generador de energía, el almacenamiento y el comportamiento de la carga, si bien a nivel residencial las tensiones y características del servicio están bien definidas no así la relación entre la potencia de salida y la tecnología constructiva del inversor, y se suele asumir la errónea creencia que su comportamiento es igual al del SIN, llevando a una errónea selección de protecciones y a un uso inadecuado en la operación.

La tecnología de salida del inversor es relevante tanto para su dimensionamiento y como para la selección de las protecciones asociadas, mientras el dimensionamiento del inversor con salida sin transformador, electrónica de potencias directas debe hacerse con la potencia o corriente pico eficaz que le llegue a requerir la carga, el dimensionamiento del inversor con transformador de salida se hace con la corriente nominal de operación.

Es muy común que se cometa el error de omitir este criterio de selección teniendo como consecuencia una selección de inversor inadecuada y con falencias para la sostenibilidad de la solución y la prestación del servicio.

También deben tenerse en cuenta, como se ha indicado, las proyecciones de integración del usuario a una red, por lo tanto, es un criterio de selección el que sea de operación Aislado o conectable a RED, On/Off Grid (Grid Tied), y que pueda ser modular o no para convertirse en una fuente e integrarse a una Microrred.

Metodología para dimensionamiento de un SSFVI

Para un adecuado diseño y dimensionamiento de un SSFVI, se propone establecer la metodología descrita en la ilustración 39, la cual se encuentra segmentada en dos etapas: una donde se busca instaurar la ubicación, el recurso energético disponible, y el consumo promedio de energía de un usuario residencial típico en una zona no interconectada (ZNI), para luego realizar la selección de equipos y el cálculo apropiado a las necesidades energéticas que se deben suplir con la solución propuesta.

Coordinación de protecciones

La estrategia óptima para la coordinación de protecciones de una instalación solar fotovoltaica es utilizar un sistema de relés de protección interconectados adecuadamente para detectar y aislar cualquier falla en la instalación. Esto implica una planificación cuidadosa del diseño de la instalación y la selección de los dispositivos de protección necesarios, como los interruptores de protección, disyuntores y fusibles adecuados para los diferentes componentes del sistema fotovoltaico, incluyendo paneles solares, inversores, baterías y cargadores.

La coordinación de protecciones también implica una evaluación de la magnitud y duración de la posible falla y la determinación de los tiempos de coordinación requeridos para cada dispositivo de protección. Se debe evaluar la calidad y la disponibilidad de la fuente de suministro eléctrico y la conexión a tierra adecuada para la instalación.

Otro aspecto importante de la estrategia de coordinación de protecciones es la capacitación del personal encargado del mantenimiento y reparación de la instalación. Deben estar capacitados para detectar y diagnosticar fallas en el sistema y para seguir los procedimientos adecuados para realizar reparaciones seguras y eficaces.

En resumen, la clave para una estrategia efectiva de coordinación de protecciones en una instalación solar fotovoltaica es un enfoque integral que implica la planificación cuidadosa del diseño, la selección de los dispositivos de protección adecuados, la evaluación de la fuente de suministro eléctrico y la capacitación del personal encargado del mantenimiento y reparación de la instalación.

La protección óptima para un equipo con base en electrónica de potencia es un sistema de protección contra sobretensiones y picos de corriente eléctrica. Estos equipos son especialmente susceptibles a daños debido a fluctuaciones en la corriente eléctrica, por lo que un sistema de protección adecuado puede evitar daños costosos y prolongar la vida útil del equipo. Se recomienda utilizar un protector contra sobretensiones de alta calidad, con un valor de onda de tensión de corte bajo para una protección óptima. También se pueden instalar filtros de línea para reducir el ruido eléctrico y los armónicos que pueden afectar el rendimiento de los equipos de potencia electrónica.

ÍTEM	DISPOSITIVO	TECNOLOGÍA	PROTECCIÓN	Criterio*
1	Regulador/Cargador	MPPT	Termomagnético Curva B (C)	In (A)
2	Batería	Conexión/Desconexión	Termomagnético Curva B (C)	In (A)
3	Inversor	Entrada	Termomagnético Curva B	In (A)
		Salida Electrónica	Termomagnético Curva Z	In (A)
		Salida Transformador	Termomagnético curva B	In (A)

Tabla 20. *Selección de Protecciones con base en interruptores de protección Norma* ***IEC 60947-2***

Coordinación de aislamiento

a. Nivel de protección: El dispositivo debe tener un nivel de protección adecuado para el equipo que se va a proteger, teniendo en cuenta las características eléctricas del sistema y el tipo de sobretensión que se espera.
b. Capacidad de corriente: El dispositivo debe tener una capacidad de corriente adecuada para manejar las corrientes transitorias que se pueden generar durante una sobretensión.
c. Tiempo de respuesta: El dispositivo debe tener un tiempo de respuesta rápido para eliminar la sobretensión antes de que dañe el equipo.
d. Vida útil: El dispositivo debe tener una vida útil prolongada para brindar protección durante varios años.
e. Facilidad de instalación: El dispositivo debe ser fácil de instalar y debe contar con una conexión adecuada al sistema eléctrico.
f. Disponibilidad: Debe haber una amplia disponibilidad de los dispositivos en el mercado para garantizar la facilidad de adquisición de piezas de repuesto.
g. Precio: El dispositivo debe ser asequible y proporcionar una buena relación calidad-precio.

** Cumplimiento normatividad RETIE: hay que observar para que condiciones están establecidos los criterios de las secciones obligatorias 1 al 7 de la NTC 2050 primera revisión 1998, y las características y condiciones de operación de estos equipos y demás componentes.*

En contexto los criterios de selección de un DPS están basada en los siguientes elementos, como mínimo:

a. Tipo de impacto de rayo, directo o indirecto.
b. Nivel de protección Up dependiendo del valor Uw del aparato a proteger (Siempre Up < Uw).
c. Poder de derivación (Capacidad de descarga en A): I imp , I máx. o In (10/350 µs o 8/20 µs.
d. Tipo de red de distribución (TT, TNC, TNS & IT).
e. Número de líneas de la conexión (red o barra) eléctrica.
f. Tensiones nominales de empleo (Un , Uc y Ut).
g. Hay pararrayos externos o no.
h. Opciones y accesorios (indicador fin de vida, cartuchos enchufables, reserva de seguridad, señalización).

Para este tipo de equipos electrónicos en la normatividad colombiana no hay una norma técnica específica a aplicar, en el caso europeo está la norma IEC 62305-4 y algunas recomendaciones de buenas prácticas como es el caso de torres de comunicaciones en entornos rurales.

A continuación, se puede evidenciar el listado de los parámetros principales seleccionados para el dimensionamiento del sistema solar fotovoltaico individual.

ÍTEM	FUNCIÓN		DESCRIPCIÓN DISPOSITIVO	UND.	CANT.
1	Generador Solar FV		Paneles Solares que en el momento en el mercado tengan el costo óptimo por Wp, de 670Wp	Und.	3
2	Regulador / Cargador DC		Controlador: Salida 48 Vdc Entrada mínima hasta 150 Vdc 50 A, tecnología MPPT, conexión BTS batería litio	Und.	1
3	Almacenamiento		Batería LiFePO4, 48V-120AH, >4000 Ciclos al 80%	Und.	1
4	Inversor		Tipo: IP2000-21-PLUS(T) o equivalente exacto. POTENCIA: 2000W; ENTRADA: 48Vdc SALIDA: 120Vac, 60 Hz, a potencia nominal; Onda Sinusoidal Pura	Und.	1
5	Conductores	Paneles al Regulador	Cable solar calibre 10 AWG XLPE o equivalente. Conductor usado para aplicaciones fotovoltaicas, pueden soportar extremas condiciones ambientales. Chaqueta en material termoplástico 90°C, puede usarse en lugares secos y mojados. (Opción recomendada de caja de conexiones de paneles a gabinete equipos: Cable concéntrico tipo acometida 3 hilos (+, - y T)	m.	
		Regulador a la Barra DC	Cable bipolar encauchetado aislado o equivalente 6 AWG, en colores normalizados de conformidad RETIE	m	
		Batería a la Barra DC	Cable bipolar encauchetado aislado o equivalente 6 AWG, en colores normalizados de conformidad RETIE	m	
		Barra DC al Inversor	Cable bipolar encauchetado aislado o equivalente 6 AWG, en colores normalizados de conformidad RETIE	m	
		SPT	Cable aislado de cobre calibre 6 AWG, en colores normalizados de conformidad RETIE. (Para equipotencialización de los equipos eléctricos) Cable desnudo de cobre calibre 6 AWG, en colores normalizados de conformidad RETIE (Dentro del Gabinete y Toma de Tierra)	m	
6	Barra DC		Bornera Riel DIN 150 A	Und.	2
			Bornera Riel DIN 150 A (SPT)	Und.	1
7	Protecciones	Entrada regulador/Cargador	Interruptor termomagnético curva B 500 VDC - 2P 30A minibreaker Riel DIN		
		Salida regulador/Cargador	Interruptor termomagnético curva B 250 VDC - 2P 50A minibreaker Riel DIN	m.	1
		Salida Batería	Interruptor termomagnético curva B, 250 VDC - 2P 50A minibreaker Riel DIN,	Und.	1

		Salida Inversor	Interruptor termomagnético curva Z, 120 Vac - 1P 25A minibreaker Riel DIN,	Und.	1
8	DPS	Gabinete	Up: 0.5 kV I imp: 2.5 kA In: 18-40 kA	Und.	1

Tabla 20 Elementos Seleccionados para el SISFV Fuente: Elaboración propia

2	DATOS PERFIL DE CARGA	SIMBOLO	VALOR	UNIDAD
2.1	Demanda diaria media mensual AC entregada a la carga	Ldm,AC	4265	Wh
2.2	Potencia AC máxima	PAC,MAX	1295	W

3	SELECCIÓN INCLINACIÓN DEL SISTEMA	SIMBOLO	VALOR	UNIDAD
3.1	Angulo de orientación (acimut)	α	0	°
3.2	Ángulo óptimo de inclinación: β = 3.7 + 0.69 * |q|	β	9,63	°
3.3	Ángulo de inclinación seleccionado		10	°
3.4	Radiación diaria media mensual en posición definida (mes crítico) Gdm(α,β) = Gdm(0°,10°)	Gdm(α,β)	4,73	Wh/m2

4	DATOS GENERADOR FOTOVOLTAICO	SIMBOLO	VALOR	UNIDAD
4.1	Tipo	^Silicio monocristalino		
4.2	Irradiancia en condiciones estándar de medida	GCEM	1000	W/m2
4.3	Potencia máxima	PM, MOD	670	W
4.4	Tensión máxima	VM, MOD	38,59	V
4.5	Tensión de circuito abierto	VOC,MOD	46,29	V
4.6	Intensidad de máxima potencia	IM, MOD	17,37	A
4.7	Intensidad de cortocircuito	ISC,MOD	18,38	A
4.8	Coeficiente de temperatura de VOC,MOD	qVOC	-0,25%	1/°C
4.9	Coeficiente de temperatura de VM,MOD	qVM	-0,34%	1/°C

4.10	Coeficiente de temperatura de $I_{SC,MOD}$	q_{ISC}	0,040%	1/°C
4.11	Temperatura mínima de operación de los módulos	T_{min}	-40	°C
4.12	Temperatura ambiente de los módulos en las condiciones STC	T_{amb}	25	°C
4.13	Temperatura máxima de operación de los módulos	T_{max}	85	°C
4.14	Eficiencia	η_{MOD}	21,6	%
4.15	Rendimiento energético del módulo fotovoltaico	PR_{MOD}	0,817	

5	DATOS SISTEMA DE ACUMULACIÓN DE ENERGÍA	SIMBOLO	VALOR	UNIDAD
5.1	Tipo	Ion - Litio FePO4		
5.2	Profundidad de descarga máxima de la batería	Pdmax	80%	
5.3	Autonomía de la batería	ABAT	1	Día
5.4	Tensión nominal batería	VN,BAT	51,2	V
5.5	Tensión banco de baterías	VB,BAT	51,2	V
5.6	Constante por pérdidas en baterías	KBAT	0,95	

6	DATOS REGULADOR DE TENSIÓN SISTEMA	SIMBOLO	VALOR	UNIDAD
6.1	Tipo	Control MPPT para baterías Ion - Lition		
6.2	Tensión máxima entrada DC	VE,MAX,CONT	180	V
6.3	Rango Tensión entrada DC	VE,CONT,MIN	50	V
		VE,CONT,MAX	144	V
6.4	Intensidad máxima de entrada DC	IE,CONT,MAX	18,38	A
6.5	Tensión nominal salida DC	VS,MAX,CONT	51,2	V
6.6	Intensidad máxima salida DC	IS,CONT,MAX	50	A
6,7	Constante por pérdidas en controlador MPPT	KCONT	0,98	

7	DATOS INVERSOR DE CORRIENTE DEL SISTEMA	SIMBOLO	VALOR	UNIDAD
7.1	Tipo	"Off-grid"		
7.2	Tensión entrada DC	VE,INV	51,2	V
7,3	Tension mínima de entrada DC	VE,INV,M	43,2	V
7.4	Tensión salida AC	VS,INV	120	V
7.5	Frecuencia salida	fS,INV	60	Hz
7.6	Constante por pérdidas en inversor	KINV	0,92	
7,7	Salida onda	Senoidal pura		

Selección de modulo solar.

Para la elección del panel solar fotovoltaico, se tienen en consideración cuatro aspectos básicos:

- ✓ La capacidad del panel seleccionado en Watios pico (Wp). Aunque existe una gran diversidad a nivel de potencia máxima proporcionada (Wp) de los paneles, según la norma UNE-EN 61215:2005 y el Método de Seguridad Eléctrica de CENER para Módulos fotovoltaicos, avaladas por TÜV Rheinland con base en la calidad de fabricación. De acuerdo con estos criterios, se establece un rango de potencia del panel fotovoltaico de 670 Wp, dada su eficiencia para la carga instalada en las viviendas.

✓ Otro punto para considerar es el porcentaje de tolerancia sobre la potencia nominal suministrada. Una tolerancia admisible se puede considerar hasta 5 W. Y en este caso, el fabricante asegura en los primeros 12 años un rendimiento mayor o igual al 90% y para los 25 primeros años un rendimiento del 80%. Con base en el porcentaje de tolerancia de placa, se puede tener una generación de potencia del 93% los primeros 12 años.

SISTEMA DE GENERACIÓN DE ENERGÍA		
Potencia Modulo	670	Wp
Cantidad de paneles	3,0	
Potencia Instalada	2010	Wp

Especificaciones técnicas de los paneles solares

Selección del sistema acumulador (batería)

Con el fin de garantizar un sistema confiable que garantice el suministro de energía se consideran los siguientes parámetros:

- ✓ Mínima energía que debe proporcionar la batería a las cargas *E* (Wh), la cual se determina según especificaciones de la instalación.
- ✓ Días de autonomía *(N):* número de días consecutivos que, en ausencia de sol, el sistema de acumulación debe poder proporcionar la mínima energía.
- ✓ Tensión de la batería: Voltaje nominal del equipo de acumulación.
- ✓ Máxima profundidad descarga *Pd*, se seleccionan baterías selladas con capacidad de descarga profunda de *Pd=0,8*.

SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA		
Capacidad banco de baterías	120	Ah
Capacidad almacenamiento baterías	6144	Wh
Profundidad de descarga baterías	80%	
Autonomía baterías	1	Día

Selección del regulador de carga

El regulador es un elemento electrónico capaz de controlar las variaciones de voltaje y corriente producidas por el sistema solar fotovoltaico; cabe recordar que las baterías requieren condiciones de tensión y control de la corriente de carga específica para garantizar su vida útil y correcto funcionamiento.

El regulador tiene como función principal impedir que la batería continúe recibiendo energía del colector solar una vez que ha alcanzado su carga máxima. Si una vez que se ha alcanzado la carga máxima, se intenta seguir introduciendo energía, se inicia en el batería un proceso que pueden llegar a ser peligroso y, en cualquier caso, acortaría sensiblemente la vida de esta. Así mismo, controla la energía que llega del panel solar y regula la energía que sale de la batería para el funcionamiento de las cargas instaladas.

El dimensionamiento del regulador en un sistema fotovoltaico está basado en su corriente de cortocircuito. Inicialmente calculamos la intensidad de entrada IG, partiendo de la intensidad pico del módulo fotovoltaico elegido, Ip, siendo su valor la intensidad de cortocircuito I_{SC} del panel por ser esta la máxima intensidad que puede entregar, teniendo en cuenta el número de paneles en paralelo si aplica, y contemplando un factor de seguridad del 15 % para tener en cuenta temperaturas e irradiancias superiores a los valores STC de ensayo (25 °C y 1.000 W/m2).

De esta manera, se selecciona el regulador MPPT comercial de mayor capacidad, a la corriente consumida por las cargas durante el día, para el caso, de 50 A., cuyas especificaciones se indican en la Tabla 7.

SISTEMA DE REGULACIÓN DE TENSIÓN		
Regulador MPPT	50 A / 48 VDC	

Tabla 23. *Especificaciones técnicas del regulador de carga*

Selección del inversor DC / AC

El inversor es la pieza clave de la generación fotovoltaica. De hecho, su potencia es la que marca la potencia de la instalación completa, su misión es transformar la tensión continúa generada en el panel fotovoltaico en tensión alterna apta para alimentar las cargas. A pesar de esa importante misión su tamaño es reducido y su precio no suele llegar al 10% del presupuesto de todo el material fotovoltaico. Sin embargo, es preciso seleccionar un equipo que cumpla con todas las medidas de seguridad, que disponga de los correspondientes certificados y homologaciones, y que tenga el mayor rendimiento.

Un factor determinante a la hora de seleccionar el inversor es el rendimiento, calculado como la relación entre la potencia entregada en la salida del inversor con respecto a la potencia de salida nominal. Para la mayoría de los equipos en el mercado, este coeficiente ronda el 96%.

El inversor también incorpora una serie de protecciones, tanto para la instalación solar como para la red eléctrica, que son obligatorias de acuerdo con la Norma Técnica Colombiana NTC2050, SECCION 690-9.

SISTEMA DE INVERSIÓN DE CORRIENTE		
Inversor 48 VDC / 120 VAC, 60 Hz, onda senoidal pura	2	KW

Selección del medidor AC

El medidor de energía en AC seleccionado es de tipo electrónico prepago. Este equipo busca propiciar un manejo racional de la energía y para aquellos usuarios con baja capacidad de pago, planificar el valor a invertir, mediante el pago previo de la energía adaptándose a su capacidad de pago real.

El medidor seleccionado es de tipo monofásico con las siguientes características:

- ✓ Tensión: 120 V.
- ✓ Corriente: 5(80) A.
- ✓ Tipo de medida: Directa en BT.
- ✓ Incluye software para sistemas prepago que sirva para la administración, recaudo y control de los medidores y equipos de comunicación offline.

El medidor se instala al interior del gabinete metálico cerrado, junto con los demás componentes de la solución fotovoltaica y se accede a él a través de una mirilla ubicada en la parte frontal superior central de la puerta del gabinete, para la digitación de datos y la inserción de la tarjeta prepago.

- **Características técnicas del medidor**

A continuación, se presentan los valores nominales característicos del equipo de medición seleccionado:

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS MEDICIÓN PREPAGO SISFV	
DESCRIPCIÓN	**FACTURACIÓN DE ENERGÍA**
MEDICIÓN	PREPAGO
MODALIDAD	VENTA DE PINES DE ENERGÍA
MEDIDOR	VIVIENDA RURAL, I.E. TIPO I E I.E. TIPO IV:
	1Φ - 2H - 120 V - 5 (80) A - CALIBRADO
TECLADO	ALAMBRADO AL MEDIDOR PARA INGRESAR LOS CÓDIGOS DE LOS PINES DE ENERGÍA
PROTECCIONES	INTERRUPTORES TERMOMAGNÉTICOS:
	VIVIENDA RURAL E I.E. TIPO 1: 1 x 16 A - 120 V - 10 KA
	I.E. TIPO IV: 1 x 32 A - 120 V - 10 KA
SISTEMA DE GESTIÓN CENTRAL	SERVIDOR CON SOFTWARE PARA LA GESTIÓN Y VENTA DE LOS PINES DE ENERGÍA
VENTA DE PINES DE ENERGÍA CON COMUNICACIÓN AL SERVIDOR EN PUNTO DE VENTA PRINCIPAL	DATÁFONO CON SOFTWARE "ON-LINE" COMUNICACIÓN TIPO LAN ETHERNET O GPRS
VENTA DE PINES DE ENERGÍA SIN COMUNICACIÓN EN LUGARES REMOTOS	DATÁFONO VIAJERO CON SOFTWARE "OFF-LINE"
SINCRONIZACIÓN DEL DATÁFONO VIAJERO CON EL SERVIDOR	CUANDO HAYA COMUNICACIÓN TIPO LAN ETHERNET O GPRS
GARANTÍA	MÍNIMO DOS AÑOS

Tabla 17. Especificaciones técnicas del sistema de medición prepago de la SISFV

Tabla 25. *Especificaciones técnicas del equipo de medición de energía*

Operación del Sistema de energía prepago

- El sistema de medición de la energía en las SISFV estructurados será prepago, o sea el usuario debe comprar la energía que requiera anticipadamente, de tal forma que el operador de las SISFV, le vende un pin por el valor de la energía requerida por el usuario. Dicho pin generado por un datáfono consiste en un código numérico, el cual es digitado por el usuario en el teclado que se encuentra conectado al medidor prepago, para que dicho dispositivo permita el paso de la energía generada por la SISFV a las instalaciones eléctricas internas de la vivienda. El medidor desconectará el paso de la energía de la SISFV a las instalaciones eléctricas internas, cuando se agote el valor de la energía comprada por el usuario para dicho pin. Por lo tanto, el usuario debe estar pendiente y planear anticipadamente la compra de los pines de energía para que no se quede sin energía abruptamente cuando se agote el valor del pin de energía comprado. De todas formas, el usuario puede consultar en su teclado, el cual dispone de un “display”, el saldo que le queda de energía, para que compre con anticipación otro pin de energía para recargar el medidor. Además, el “display” avisará anticipadamente al usuario, de acuerdo a como se programe, mediante un aviso sonoro y lumínico, que debe recargar con otro pin, cuando esté a punto de terminarse el cupo de energía comprado.
- El operador de las SISFV debe implementar un sistema para gestionar la venta de energía prepago, mediante el montaje de una plataforma compuesta por un servidor con un software que se encargue de almacenar todo la información obtenida en el proceso de venta prepago de energía y gestionar la generación de los pines de energía comprados por los usuarios a través de datáfonos sincronizados con el servidor con comunicación “on-line” tipo LAN Ethernet o GPRS, ubicados en puntos de venta principales, cercanos a los usuarios. En caso de que los usuarios estén muy alejados de estos puntos de venta principales, donde no hay comunicación posible, el operador puede programar recorridos periódicos y vender los pines de energía a estos usuarios remotos, mediante datáfonos viajeros los cuales no requieren comunicación para generar los pines, sin embargo, al terminar de hacer el recorrido deben comunicarse con el servidor para que se sincronice con este y descargue la información de las ventas efectuadas.

Remuneración por la prestación del servicio

Para las soluciones fotovoltaicas individuales, la remuneración por la prestación del servicio del suministro de energía generado por estos sistemas, se recomienda la siguiente configuración:

- ✓ La plataforma que permite el manejo de "Cargos Fijos Mensuales Consumibles", los cuales serán una obligación que se le carga mensualmente al usuario, pero tienen la ventaja que se le puede entregar ese valor en energía (kWh).
- ✓ El usuario debe adquirir una recarga o varias recargas durante el mes que sumen como mínimo el "Cargo Fijo Mensual Consumible".
- ✓ El "Cargo Fijo Mensual Consumible", como su nombre lo indica, es un pago mínimo mensual que se le entregara al usuario en kWh. (De acuerdo con la tarifa establecida en la plataforma)
- ✓ El usuario puede recargar más dinero del "Cargo Fijo Mensual Consumible" si así lo requiere. (La conversión de pesos en kWh está determinado por la tarifa establecida en la plataforma).
- ✓ Si un usuario, durante un mes, sus recargas no alcanzaron a cubrir el "Cargo Fijo Mensual Consumible", este valor faltante, quedará como una deuda por pagar para el siguiente mes. En el siguiente mes se le aplicará el "Cargo Fijo Mensual Consumible" del mes presente más las deudas de los cargos de los meses anteriores. En otras palabras, los valores pendientes de meses anteriores serán deudas pendientes acumulativas, pero no consumibles. (No se convierte el valor atrasado de meses anteriores en kWh)

- Componentes del sistema de gestión de recarga y recaudo

- ✓ Plataforma.
- ✓ Software de los datafonos para punto de venta.
- ✓ Datafonos RP5.
- ✓ Equipo servidor.
- ✓ UPS.
- ✓ Plataforma MOVIL y software sincronizador para datafono viajero.
- ✓ Datafonos RP5 Viajero.

Cálculo de canalizaciones (tubos)

Teniendo en cuenta la normatividad exigida se diseña el cableado para la red eléctrica normal con los estándares exigidos por el RETIE y la NTC 2050; La tubería para las instalaciones AC de baja tensión, será EMT de 3/4", pues todos los circuitos son monofásicos (1 #12 F+ 1 # 12 N +1 # 12 T AWG) y la tubería estará sobrepuesta a la vista, dado que la mayoría de las viviendas están construidas en madera

Sistema de puesta a tierra

El presente estudio contiene el diseño del sistema de puesta a tierra para la protección del módulo Fotovoltaico (FV) hasta la instalación interna de cada vivienda. Teniendo en cuenta las características del proyecto, el sistema de puesta a tierra cumple en este caso las funciones básicas de seguridad para personas y equipos ante fallas a tierra, garantiza la correcta operación de las protecciones (interruptores automáticos, DPS), absorbe la posible acumulación de carga electrostática en las partes metálicas y sirve de referencia a los equipos electrónicos.

El diseño de una malla de puesta a tierra está afectado por las siguientes variables:

- ✓ Corriente de corto-circuito calculada para el punto de diseño.
- ✓ Tiempo máximo de despeje de la falla.
- ✓ Resistividad del terreno.
- ✓ Resistividad de la capa superficial de la malla de tierra.
- ✓ Profundidad de instalación de la malla.
- ✓ Configuración de la malla.
- ✓ Conductor de la malla.
- ✓ Tensión permisible de paso.
- ✓ Tensión permisible de contacto.

La puesta a tierra del sistema eléctrico y de los equipos tiene como finalidad la protección de las personas en el momento de una falla o un mal funcionamiento eléctrico, la protección de las instalaciones y la compatibilidad electromagnética.

Algunas de las funciones establecidas en el RETIE para un sistema de puesta a tierra son:

- ✓ Garantizar condiciones de seguridad a los seres vivos.
- ✓ Permitir a los equipos de protección despejar rápidamente las fallas.
- ✓ Servir de referencia al sistema eléctrico.
- ✓ Conducir y disipar las corrientes de falla con suficiente capacidad.

De acuerdo con la NTC 2050. Punto de conexión a puesta a tierra del sistema: La conexión a puesta a tierra del circuito de c.c. se debe hacer en cualquier punto del circuito de salida fotovoltaico. Ubicando el punto de conexión a tierra lo más cerca posible de la fuente fotovoltaica, el sistema quedará mejor protegido contra las posibles subidas de tensión producidas por los rayos.

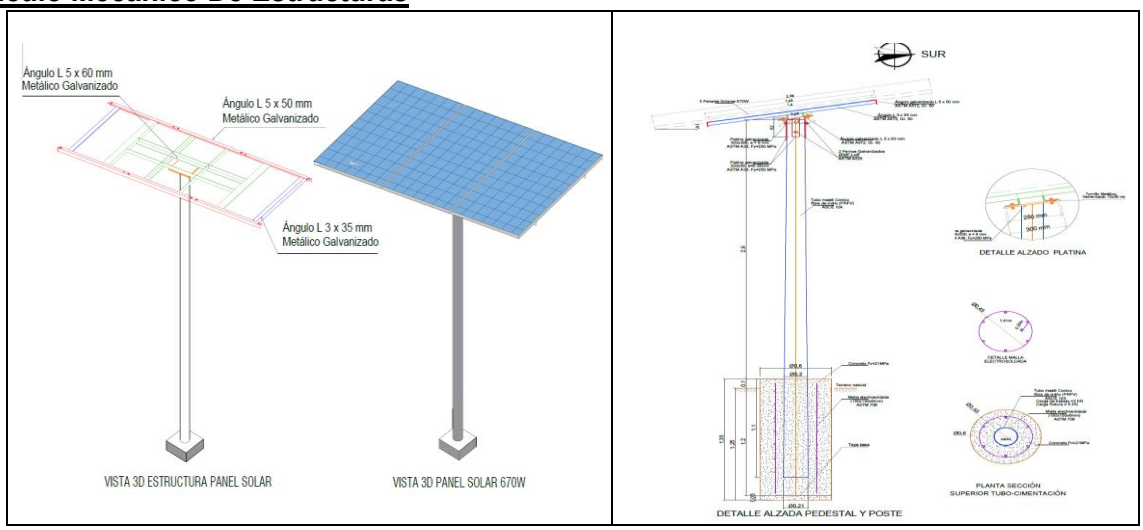
El electrodo de puesta a tierra debe cumplir con los requerimientos citados en la norma NTC 2050 y el RETIE, por lo tanto, en este caso se contempla la instalación como electrodo, una varilla de Cu de 5/8”x2,4m.

Conductor puesta a tierra

Dado que se está trabajando en corriente continua, para la selección de calibre de conductor del electrodo puesto a tierra se debe utilizar el criterio de la normal

NTC2050 numeral 250.166… “Sección transversal del conductor del electrodo de puesta a tierra de corriente continua. La sección transversal del conductor del electrodo de puesta a tierra para un sistema de corriente continua debe ser el especificado en las secciones 250.166(A) y (B), excepto según lo permitido en las secciones 250.166(C) hasta (E)…” Para el caso particular de los SSFVI referentes de este documento, se precisa el literal 250.166(B) así: “No menor que el conductor de sección transversal mayor. Si el sistema de C.C. es diferente al de la sección 250.166(A), el conductor del electrodo de puesta a tierra no debe ser menor que el conductor de sección transversal mayor alimentado por el sistema, y no menor que el 8,36 mm2 (8 AWG) de cobre, o 13,29 mm2 (6 AWG) de aluminio”. En este sentido el calibre seleccionado para el conductor del electrodo del SPT es en 6 AWG

Cálculo Mecánico De Estructuras



La estructura corresponde a un sistema de soporte para un arreglo de 3 paneles solares distribuidos en 1 fila, el cual se compone de rieles (perfiles metálicos), conectados mediante pernos y platinas metálicas, a un poste en fibra de vidrio (PRFV), embebido en una cimentación superficial compuesta por monobloque de concreto. Se determinará entonces, las cargas que afecta la estructura, considerando las condiciones particulares de la ciudad para obtener la carga de viento; se verifica estructuralmente que el sistema no entre en sobre esfuerzo por cargas y deformación y; por ultimo, se diseñará la cimentación superficial que transmita adecuadamente las cargas al suelo. Todo lo anterior teniendo en cuenta las disposiciones de la norma sismo resistente colombiana NSR-10. No se contempla fuerza de sismo por no ser de obligatoria consideración, al tratarse de una estructura cuyo uso primordial no es la habitación u ocupación por seres humanos (art. A.1.2.4, NSR-10). Tampoco se contempla carga viva debido a que dentro de la correcta operación y mantenimiento del sistema, no debe apoyarse personal sobre los paneles.

Se modela el sistema estructural en SAP 2000 según las especificaciones de los materiales obtenidos de las fichas técnicas consultadas y el diseño

propuesto, teniendo en cuenta la disposición de la envolvente donde irán instalados los equipos del sistema, como también el ángulo de inclinación de los paneles óptimo, según el diseño eléctrico.

Materiales

Concreto 3000 psi (f'c) [MPa]	21
Acero de refuerzo GR 60 (fy) [MPa]	420
Acero ASTM A575 GR 50 (fy) [MPa]	345
Acero ASTM A36 (fy) [MPa]	248
Acero ASTM A325 (fu) [MPa]	827
Aluminio AL6005-T6 (fy) [MPa]	240
Poliester Reforzado con Fibra de Vidrio (PRFV) [kgf]	510

B. Etapas de ejecución:

ETAPA 1. Pre-Construcción- Replanteo:

Esta etapa se establece teniendo en cuenta que **DISPAC S.A. E.P.S**, actúa como administrador de los proyectos que estructuran otras entidades, por lo tanto, los estudios, diseños y especificaciones técnicas de los proyectos no son elaborados por DISPAC, estos se validan en el marco de la suscripción de dichos convenios, no obstante, es necesario que el futuro CONTRATISTA deba realizar la revisión de los estudios y diseños del proyecto en conjunto con la interventoría; por tanto deberá visitar los sitios en que se ejecutará la obra, con el fin de establecer el alcance de la obra, para ejecutar **22** usuarios, las cantidades de obra, presupuesto, especificaciones técnicas, programación y las actividades que le permitan establecer la logística necesaria para el inicio de las obras. En el desarrollo de esta etapa se deberá presentar un informe técnico por parte del contratista donde dé cuenta de análisis de los aspectos examinados.

En el informe técnico el contratista, debe concluir expresamente que los recursos contratados son suficientes para la ejecución de las obras, incluidas las actividades y cantidades que identificadas en la etapa de pre-construcción no se encontraban plasmadas en los estudios y diseños, o que fueron objeto de modificación de los diseños y proyecciones iniciales. De establecerse que producto de la revisión realizada por el contratista los recursos contratados no son suficientes para adelantar el proyecto hasta su final, se dará lugar a la resolución del contrato o terminación automática del contrato sin consecuencias económicas de ningún orden para las partes, si dentro de los tres (3) meses siguientes no se suministran los recursos adicionales por parte de la entidad originaria del proyecto y se suscribe el Otrosí correspondiente con DISPAC S.A E.S.P.

ETAPA 2. Ejecución de obra y entrega de obras.

Una vez verificados los estudios y diseños y el alcance de las obras, y realizadas las observaciones respectivas, previa aprobación del informe técnico por parte de la interventoría y supervisión de DISPAC S.A. E.S.P, se podrá dar inicio a la ejecución de la obra hasta su terminación final.

C. PERMISOS Y LICENCIAS NECESARIOS PARA LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO

1. COMPONENTE AMBIENTAL

El contratista seleccionado deberá realizar las actividades para la obtención de Licencias y Permisos, las cuales serán entre otros, consulta previa, autorizaciones ambientales, servidumbres y/o permisos de paso, certificación sobre no presencia de Usuarios en zonas de alto riesgo o en jurisdicción de Parques Nacionales Naturales o zonas de reserva y similares, que sean necesarios para el desarrollo de las actividades de instalación y que fueron previstos en la etapa de estructuración del proyecto, cuando ello fuese necesario con recursos de EL CONTRATISTA. En caso tal, que identifique necesaria la realización de alguno de estos trámites y ellos no fueron previstos dentro del rubro ADMINISTRACION del AIU en su oferta, podrá ser causal para la Terminación Anticipada del Contrato, sin que ello pueda considerarse como incumplimiento imputable a EL CONTRATISTA, siempre y cuando dicha actividad sea ejecutada de conformidad con los plazos establecidos en el Cronograma del contrato Ministerio de Minas y Energía (MME) **FAZNI 1853 DE 2025**.

Durante el primer mes de ejecución y sin perjuicio de lo indicado en los apéndices social y ambiental, el contratista se obliga a presentar a la Interventoría y a DISPAC S.A. E.S.P., un instrumento de seguimiento que permita establecer una Hoja de Ruta para el adelantamiento de los permisos, licencias y autorizaciones, incluyendo cronograma detallado, en el cual se identifiquen la cantidad y características principales de los permisos y autorizaciones ambientales requeridos, la autoridad ambiental competente y demás información que permita la toma de decisiones de manera eficiente y oportuna.

El profesional o equipo ambiental de EL CONTRATISTA debe interpretar el plan de manejo ambiental, estudios de permisos, medidas ambientales, políticas ambientales, de gestión de riesgos, legislación ambiental, compromisos con las comunidades, aspectos de salud en el trabajo y de ser necesario elaborarlo y aplicarlo con cargo a recursos de EL CONTRATISTA.

Deben demostrar preparación académica en el tema ambiental, entrenamiento y experiencia en la aplicación de medidas físico-bióticas, sociales, culturales.

Tendrá como mínimo las siguientes responsabilidades:

a) Tramitar con las corporaciones ambientales los permisos ambientales requeridos para la ejecución del proyecto y sufragar con los recursos de su propuesta todo lo anterior.
b) Velar por la aplicación de las normas legales de carácter ambiental y los requerimientos de manejo del medio ambiente exigidos por el Ministerio del Medio Ambiente, las Corporaciones Autónomas Regionales y la Autoridad ambiental, encargada del seguimiento al cumplimiento de las medidas ambientales y demás obligaciones ambientales que se deriven por permisos, licencias o autorizaciones que hayan sido otorgadas.
c) Mantener un registro actualizado de todas las actividades de tipo ambiental realizadas por EL CONTRATISTA.
d) Facilitar información y cooperar con la autoridad ambiental cuando sea el caso.
e) Producir informes mensuales de seguimiento y evaluación sobre todas las actividades ambientales desarrolladas por el CONTRATISTA, entregando cuando aplique de acuerdo a las actividades desarrolladas las siguientes fichas:

- Manejo de escombros, material de excavación, y descapote.
- Manejo de residuos líquidos, combustibles, aceites, sustancias químicas.
- Manejo de tránsito y señalización.
- Manejo de vegetación por despeje del componente arbóreo.
- Obras, medidas y actividades de protección de agua y de accesos.
- Manejo de residuos.
- Capacitación al personal de obra.
- Consolidado mensual de mano de obra no calificada.

f) Velar porque se cumpla en todo momento con lo establecido por DISPAC S.A. E.S.P. en sus políticas y acciones ambiente y de salud en el trabajo.

El CONTRATISTA deberá implementar medidas para evitar, mitigar, corregir y compensar los impactos ambientales negativos. Dentro de las principales medidas de manejo que debe tener EL CONTRATISTA para el desarrollo de sus trabajos se encuentran los siguientes:

Elaborar el plan de contingencia por posibles amenazas naturales, sociales u operacionales, que puedan afectar la vida o el medio ambiente durante el desarrollo del CONTRATO.

Evitar en lo posible, cualquier molestia que sus labores puedan ocasionar a la comunidad, a DISPAC o a sus trabajadores.

Evitar daños a estructuras u obras existentes de propiedad comunal, de entidades territoriales o de la nación. En caso de daño, pagar, reponer o restituir a entera satisfacción de quien sufra el daño.

Informar y capacitar a sus empleados en la aplicación de medidas ambientales y comportamiento ante las personas a fin de evitar riesgos al ambiente, la salud, sanciones ambientales y conflictos sociales.

Ejecutar las compensaciones ambientales y de todo orden, lo anterior con cargo a recursos de EL CONTRATISTA.

Manejo de residuos:

El orden y el aseo deben prevalecer en las actividades que ejecute EL CONTRATISTA, debe mantener limpios todos los sitios de la obra por su cuenta, evitando la acumulación de desechos y basuras, los cuales serán evacuados permanentemente a los sitios o botaderos autorizados por la autoridad competente.

Por ningún motivo debe realizar quema de materiales de desechos, y capturar o destruir la fauna que encuentre en la ejecución de los trabajos.

Los residuos químicos resultantes de las operaciones se les deberán dar el tratamiento adecuado. Los aceites y lubricantes usados, los residuos de limpieza y mantenimiento deben ser retenidos en recipientes herméticos y la evacuación final debe hacerse de forma adecuada y disponerse en los rellenos sanitarios. En ningún caso podrá tener como receptor final los cursos de agua.
Los residuos de tala y rocería no deben llegar directamente a los cursos de agua, estos deben ser apilados de tal forma que no causen desequilibrios a las condiciones del área, o generen riesgos de incendios forestales.

Almacenamiento de materiales y combustibles:

El almacenamiento y manejo de los materiales deberá realizarse de acuerdo con las recomendaciones del fabricante y las exigencias legales, teniendo especial cuidado con sustancias tóxicas, radiactivas, inflamables, explosivas o contaminantes del medio ambiente.

Sólo podrá usar sustancias químicas para lubricación, limpieza, aislamiento o tratamiento de equipos, autorizadas por las autoridades competentes.

La recolección, transporte y disposición final de cualquier tipo de residuo queda bajo la responsabilidad de EL CONTRATISTA.

Señalización:

El CONTRATISTA deberá disponer de la señalización reglamentaria, preventiva e informativa de acuerdo con el riesgo y tipo de actividad realizada.

Manejo de maquinaria:

El equipo móvil, incluyendo maquinaria pesada, deben operarse de tal manera que cause el mínimo deterioro de los suelos, vegetación y cursos de agua. No se permite el uso, tránsito, lavado o estacionamiento de equipo móvil en lechos de quebradas u otros sitios distintos al sitio asignado para ello, a menos que sea estrictamente necesario y con previa aprobación de DISPAC S.A. E.S.P.

El aprovisionamiento de combustibles y mantenimiento de equipo móvil y otra maquinaria, deben realizarse en forma tal que los residuos resultantes no contaminen los suelos o las aguas y deben ser retenidos y almacenados temporalmente hasta su tratamiento y disposición final. La ubicación de los patios para estas operaciones debe estar aislada de los cursos de agua.

Debe mantener en buen estado de funcionamiento toda su maquinaria con el fin de evitar escape de lubricantes o combustibles que puedan afectar el suelo, cuerpos de aguas, flora, fauna y organismos.

Manejo de químicos:

El programa debe estar alineado con el procedimiento de manejo de productos químicos de EL CONTRATISTA, el cual debe incluir y mantener actualizado durante todo el desarrollo del servicio, la información básica sobre materiales peligrosos con respecto a inventarios, sistemas de identificación y clasificación, etiquetado, EPP, hojas de datos de seguridad de material y tarjetas de emergencia para el transporte, igualmente debe cumplir con los requisitos para transporte, almacenamiento, uso, manipulación, disposición de residuos y respuesta a emergencias. EL CONTRATISTA incluirá dentro de los programas de entrenamiento y competencia al personal que usa y manipula estos materiales. Todas las actividades y operaciones deben quedar incluidas en los procedimientos correspondientes. EL CONTRATISTA debe entregar copia de las hojas de seguridad y fichas técnicas a la Interventoría.

Transporte de mercancías peligrosas:

EL CONTRATISTA debe cumplir estrictamente el decreto 1609 de 2002 establecido por el ministerio de transporte o por los que se adicionen modifiquen o agreguen, por el cual se reglamenta el manejo de transporte terrestre automotor de mercancías peligrosas por carretera, las cuales comprenden todas las operaciones y condiciones relacionadas con la movilización de estos productos, la seguridad en los envases y embalajes, la preparación, envío, carga, segregación, transbordo, trasiego, almacenamiento en tránsito, descarga y recepción en el destino final. Todas las actividades y operaciones deben quedar incluidas en los procedimientos correspondientes.

Vías de acceso y otras obras provisionales:

Para la adecuada ejecución del CONTRATO y durante su permanencia en el sitio del Proyecto serán de cargo de EL CONTRATISTA la construcción, mejoramiento y conservación de las obras provisionales o temporales que no forman parte integrante del Proyecto, tales como; oficinas, bodegas, talleres y demás edificaciones provisionales con sus respectivas instalaciones, depósitos de combustibles, y lubricantes, las obras necesarias para la protección del medio ambiente y de propiedades y bienes de DISPAC S.A. E.S.P. o de terceros que puedan ser afectados por razón de los trabajos durante la ejecución de los mismos, y en general toda obra provisional relacionada con los trabajos.

Vegetación:

Evitará la destrucción innecesaria de la vegetación natural, la tala y poda de árboles sólo se hará cuando se cuente con el permiso ambiental respectivo.

Manejo de aguas:

El campamento debe estar provisto de letrinas y pozos sépticos según las condiciones del suelo. Se debe efectuar una limpieza progresiva y remover los residuos, y cuando estos sean sólidos, deben ser dispuestos en sitios autorizados por la autoridad ambiental, aprobada por el INTERVENTOR y cumpliendo con las normas establecidas por el Ministerio de Salud (Decreto 2104 de julio de 1983, el que lo modifique o complemente).

En el caso de que un emisor final de cunetas o cárcamos de una obra confluya directamente a una fuente de agua o río, debe proveerse de estructuras que permitan la decantación de los sedimentos y de ser necesario, se debe hacer el tratamiento previo a las aguas antes de descargarlas al río.

Los drenajes deben construirse siguiendo en lo posible, las curvas de nivel por canales naturales protegidos. De no ser posible, el vertimiento de las aguas debe hacerse construyendo las estructuras de disipación de energía que se requieran.

No se pueden desviar cursos naturales de agua, salvo que EL CONTRATISTA obtenga el respectivo permiso ambiental. El lecho natural como el paso de agua abandonado debe ser restaurado a sus condiciones originales por EL CONTRATISTA.

Excavaciones:

Antes de iniciar la excavación de un terreno EL CONTRATISTA debe asegurarse que este señalizado o delimitado las áreas de descapote y de que el despeje de vegetación sea mínimo y necesario para realizar el trabajo.

El CONTRATISTA debe tener un plan previo para la disposición de residuos inertes, el cual debe, además, considerar la restauración del paisaje (revegetación, movimientos de tierra correctivos, etc.).

En las operaciones de explanación y movimientos de tierras, EL CONTRATISTA debe tomar medidas de control sobre los desechos de materiales, con el fin de evitar erosiones en el área circundante y contaminación de los cursos de agua por arrastre de materiales.

El material superficial, resultante de las operaciones de descapote o de apertura de accesos provisionales, debe ser apilado debidamente en una zona que permita su posterior utilización para la restauración de las obras futuras si fuere el caso.

Las gravas no deben ser removidas de un lecho de río, arroyo, playa, lago o laguna, excepto en las zonas específicamente aprobadas como fuente de materiales por la autoridad ambiental competente, y en tal caso se procurará causar el mínimo deterioro del área y al final de la utilización, ejecutar las obras necesarias para la recuperación del área afectada.

Las zonas de préstamos deben tener un tratamiento paisajístico. Los proveedores de materiales y agregados de EL CONTRATISTA, deben presentar al INTERVENTOR los respectivos permisos ambientales.

EL CONTRATISTA debe tomar las medidas necesarias para asegurar que cemento, limos o concreto fresco y en general residuos sólidos no tengan como receptor final lechos de cursos de agua.

EL CONTRATISTA debe tomar las medidas necesarias para que durante las excavaciones y la realización de las mezclas de concreto, la capa vegetal no sufra ningún tipo de alteración.

No propiciar alteraciones perjudiciales a la fisiografía del terreno y al flujo natural de las aguas.
No utilizar el fuego ni realizar fogatas. Tomar medidas de control en caso necesario.
No cazar, ni utilizar trampas o ramas para tal fin, no extraer especies de fauna o flora de sus hábitats, ni comercializar con estos recursos.

Utilizar las tecnologías de construcción más apropiadas bajo criterios de calidad ambiental.

Adicional a lo anterior, el contratista seleccionado deberá cumplir con cada una de las obligaciones señaladas en contrato interadministrativo **FAZNI GGC 1853 DE 2025**.

2. COMPONENTE DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

Para la presentación de la oferta, el proponente deberá diligenciar el Formato "Cumplimiento del Sistema de Salud y Seguridad del Trabajo".

EL CONTRATISTA proporcionará a su personal el equipo de seguridad adecuado para la labor que realice, tales como cascos, gafas de protección UV, guantes, cinturones, botas dieléctricas, etc. Además, deberá capacitarlo tanto en las labores técnicas, aspectos legales y procedimientos a seguir en caso de emergencia.

Es su obligación reportar a la entidad competente y la interventoría, dentro de las cuarenta y ocho (48) horas siguientes, la ocurrencia de cualquier accidente de trabajo, suministrando la siguiente información:

a) Fecha, hora y lugar del accidente.
b) Nombre, número de cédula y edad del accidentado.
c) Tipo de seguro médico que amparó al trabajador.
d) Posibles causas del accidente.
e) Oficio del trabajador y actividad que desempeñaba en el momento del accidente.

EL CONTRATISTA en desarrollo de su labor será responsable por todos los accidentes imputables a su responsabilidad que pueda sufrir su personal, o el de DISPAC S.A. E.S.P., o terceros, en el transcurso del tiempo que ejecute los trabajos; por tanto, todas las indemnizaciones correspondientes serán por su cuenta.

Conjuntamente con la Interventoría, EL CONTRATISTA deberá seleccionar el color y modelo de los uniformes que utilizará todo su personal en desarrollo de los trabajos. Igualmente, suministrará los carnés de identificación de su personal, de acuerdo con las instrucciones suministradas por la Interventoría o DISPAC S.A. E.S.P., los vehículos que utilice EL CONTRATISTA exclusivamente para los trabajos objeto del contrato, deberán contar con una identificación adecuada, acordada previamente con la interventoría, la cual se colocará en un lugar visible del vehículo.

EL CONTRATISTA deberá gestionar y coordinar todos los permisos con las entidades que se puedan ver afectadas para la ejecución de los trabajos y sufragar los costos de todo orden que ellas generen, incluidas su valor y cancelar todo lo anterior con sus recursos.

NORMAS SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

EL CONTRATISTA, debe presentar el Programa de Salud En el Trabajo a colocar en práctica con su panorama inicial de factores de riesgo y su Cronograma de Actividades, de acuerdo con lo establecido por la Resolución 1016 de 1989 de los Ministerios de Trabajo y Salud. El Programa debe recibir claramente los recursos financieros, técnicos y físicos y el Personal responsable del desarrollo del mismo.

Durante el desarrollo del contrato, EL CONTRATISTA, debe cumplir con las disposiciones vigentes en el país, en materia de salud en el trabajo, entre las cuales se tiene: El Código Sustantivo del Trabajo en sus Artículos 57,58, 108, 117, 199, 200, 205, 206, 219, 220, 221,349, 351 y 352; Ley 09 de 1979, Titulo III Código Sanitario Nacional y sus disposiciones reglamentarias; Resoluciones 2400 y 2413 de 1979 del Ministerio de Trabajo; Resolución 08321 de 1983 del Ministerio de Salud, Resolución 2013 de 1986 del Ministerio de Trabajo y Ministerio de Salud y la Resolución 1348 de 2009 del Ministerio de la Protección Social, la cual reglamenta la salud en el trabajo para el sector eléctrico, de igual forma la resolución 3673 de 2008, que reglamenta el trabajo seguro en alturas y demás reglamentarios, Decreto 2665 de 1988 y las Resoluciones 1016 de 1989 y 1792 de 1990 del Ministerio de Trabajo y Seguridad Social, Ley 100 de 1993 y sus decretos reglamentarios sobre riesgos laborales, salud y pensiones dentro del sistema de seguridad social integral.

En pro de garantizar la seguridad y la salud en el trabajo del personal vinculado a la obra y a todo aquel que por allí transcurre se debe tomar como base lo establecido en la Resolución 0312 de 2019, en la cual se establecen los estándares mínimos para implementar el Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST) para empleadores y contratantes.

Estos estándares son de obligatorio cumplimiento para cualquier empresa, independientemente de su tamaño o tipo de riesgo. Según la Resolución 0312 de 2019 del Ministerio de Trabajo, "los estándares mínimos son el conjunto de normas, requisitos y procedimientos de obligatorio cumplimiento, mediante los cuales se establece, registra, verifica y controla el cumplimiento de las condiciones básicas de capacidad tecnológica y científica; de suficiencia patrimonial y financiera; y de capacidad técnico administrativa, indispensables para el funcionamiento, ejercicio y desarrollo de actividades de los empleadores y contratantes en el Sistema General de Riesgos Laborales".

El Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST) el cual consiste en el desarrollo de un proceso lógico y por etapas, basado en la mejora continua y que incluye la política, la organización, la planificación, la aplicación, la aplicación, la evaluación, la auditoria y las acciones de mejora con el objetivo de anticipar, reconocer, evaluar y controlar los riesgos que puedan afectar la seguridad y la salud en el trabajo, debe ser liderado e implementado por el empleador o el contratista, con la participación de los trabajadores y/o subcontratistas, garantizado a través de dicho sistema, la aplicación de las medidas de Seguridad y Salud en el Trabajo, el mejoramiento del comportamiento de los trabajadores, las condiciones y el medio ambiente laboral, y el control eficaz de los peligros y riesgos en el lugar de trabajo.
En ese sentido, los futuros contratistas deberán presentar el SG- SST de la obra, debe contener como mínimo los requisitos establecidos en la resolución 0312 de 2019.

Cuando por alguna circunstancia se presentare alguna ambigüedad, duda o contradicción con referencia a las disposiciones citadas, se debe consultar por escrito el criterio de DISPAC S.A. E.S.P., el cual primará.

EL CONTRATISTA, deberá acreditar al momento que DISPAC S.A. E.S.P. lo solicite la afiliación de todo su personal a la seguridad social en los regímenes de salud, pensiones y riesgos laborales.

EL CONTRATISTA, mantendrán disponibles los registros que demuestren el desarrollo de los programas de medicina preventiva, medicina de trabajo, higiene y seguridad industrial.

EL CONTRATISTA, debe cumplir en todo momento con lo establecido por DISPAC S.A. E.S.P. en sus políticas y acciones ambientales y de salud en el trabajo. Todos los costos que se causen por el incumplimiento de lo allí estipulado, serán por cuenta del Contratista, por lo tanto, se entienden incluidos en el precio de su oferta.

Si EL CONTRATISTA, no atiende en forma inmediata cualquier orden dada por DISPAC S.A. E.S.P. o el INTERVENTOR, sobre los aspectos de salud en el trabajo, seguridad, higiene y medicina del trabajo, DISPAC S.A. E.S.P. podrá sancionar a EL CONTRATISTA aplicando las pólizas a que haya lugar.

Adicional a lo anterior, el contratista seleccionado deberá cumplir con cada una de las obligaciones señaladas en contrato interadministrativo FAZNI GGC 1853 DE 2025.

3. GESTION SOCIAL

EL CONTRATISTA deberá realizar reuniones de socialización, tantas como sean necesarias para garantizar la adecuada ejecución del proyecto, en compañía de la comunidad, sus representantes, la Alcaldía, la Personería que tenga jurisdicción en la Zona Geográfica, y el Ministerio de Minas y Energía (MME) si se requiere. En estas reuniones se deberá:

i) Presentar el alcance del proyecto.
ii) Identificar los usuarios beneficiados.
iii) Informar sobre los beneficios y costos para los usuarios,
iv) Informar sobre la Instalación de las redes internas de las viviendas de los usuarios.
v) Comunicar sobre la necesidad de constituir servidumbres y/o permisos de paso.
vi) Comunicar sobre la necesidad de licencias y/o permisos ambientales y planes de aprovechamiento forestal.
vii) Comunicar sobre la necesidad de consulta previa, si se requiere.
viii) Comunicar sobre la existencia de zonas de alto riesgo en la zona del proyecto, si son detectadas por EL CONTRATISTA y su incidencia sobre los usuarios.

ix) Informar las zonas de Instalación y anunciar la fecha programada para el inicio de la Instalación del proyecto.
x) Indicar los contactos a los que podrá acudir la comunidad para resolver solicitudes en general, o quejas sobre el desarrollo de la Instalación.

EL CONTRATISTA deberá entregar al supervisor de DISPAC S.A. E.S.P. e interventor soportes que evidencien que se realizaron las socializaciones y se cumplieron con los requisitos mencionados anteriormente.

Para realizar las socializaciones y reuniones con las comunidades, EL CONTRATISTA deberá tener en cuenta las recomendaciones establecidas en el contrato interadministrativo **FAZNI GGC 1853 DE 2025**.

Adicional a lo anterior, el contratista seleccionado deberá cumplir con cada una de las obligaciones señaladas en **contrato interadministrativo FAZNI GGC 1853 DE 2025.**

D. EQUIPO MÍNIMO

El Contratista posterior a la Firma del Acta de Inicio deberá entregar en forma completa, correcta y legible dentro de los 10 días hábiles, para revisión y aprobación del Interventor las hojas vidas y sus soportes**,** de acuerdo con los requisitos y condiciones señalados en el presente Anexo técnico así:

a. **Director de Proyecto**: Un (1) ingeniero electricista o electrónico, con experiencia general no inferior a (8) años y experiencia especifica en por lo menos tres (3) años en dirección de proyectos fotovoltaicos en ZNI; especialista en administración y/o Gerencia de Proyectos y/o Gerencia de construcciones y/o gestión de proyectos (Tiempo parcial mínimo 50% o más si se requiere).
b. **Ingeniero Residente**: Un (1) ingeniero eléctrico o electricista o electromecánico, de campo, para levantamiento de información y dirección de obras de construcción. Por lo menos con cinco (5) años de experiencia general y dos (2) años de experiencia específica en ejecución de proyectos de soluciones fotovoltaicas en ZNI (Tiempo completo 100%).
c. **Supervisores en terreno**: Un (1) tecnólogo o técnico electricista con mínimo cinco (5) años de experiencia general en el desarrollo de proyectos eléctricos con curso de trabajo seguro en alturas y por lo menos un (1) año de experiencia especifica en ejecución de proyectos de soluciones fotovoltaicas en ZNI (Tiempo completo 100%).
d. **Coordinador HSEQ:** Un (1) profesional o especialista en salud ocupacional con curso de Coordinador de Alturas Vigente, para la coordinación HSEQ con experiencia mínima de dos (2) años en funciones administrativas y operativas de salud ocupacional y experiencia especifica en ejecución de

proyectos de soluciones fotovoltaicas en ZNI. Este profesional debe garantizar la implementación y mantenimiento del sistema integral de gestión verificando que se cumplan los procedimientos, que todas las actividades se desarrollen en condiciones adecuadas de salud, seguridad e higiene, de manera que se prevengan accidentes de trabajo y la aparición de enfermedades profesionales, cuidando además el medio ambiente. Deberá permanecer en el sitio de ejecución de las obras. (Tiempo completo 100%)

e. **Profesional social**: Un (1) profesional en el área de la psicología o de humanidades y/o comunicación social y/o trabajadora social con experiencia certificada de al menos dos (2) años en socialización de proyectos con comunidades. (Tiempo completo 100%).
f. **Ingeniero ambiental**: Un (1) profesional en ingeniería ambiental o forestal con mínimo cinco (5) años de experiencia general y en ejecución de proyectos como residente ambiental. (Tiempo parcial mínimo 30% o más si se requiere).
g. **Un ingeniero civil** con experiencia general de más de cinco (5) años en la ejecución de proyectos de obra civiles (Tiempo parcial mínimo 100% durante la etapa de obra civil)

NOTA: Este personal mínimo deberá permanecer en el sitio de ejecución de los trabajos con la dedicación indicada anteriormente y durante el tiempo aquí señalado como mínimo, será responsabilidad del supervisor y el interventor del contrato verificar el cumplimiento de este requisito.

El Interventor revisará los documentos presentados por el contratista en un término no mayor a 3 días hábiles, en caso de que el Interventor realice requerimientos al contratista con relación a la documentación entregada, el contratista tendrá el termino de 3 días hábiles para atenderlo, la no atención a dicho requerimiento es causal de incumplimiento del contrato.

Para la presentación de la oferta, el proponente deberá diligenciar el **Formato "Cumplimiento de equipo de trabajo exigido"**

E. CANTIDADES

Las cantidades son las señaladas en el **Formato "Cuadro de cantidades y precios".** Estas cantidades son aproximadas y podrán aumentar o disminuir, sin que ello implique modificación de los valores unitarios de la propuesta o compensación alguna a EL CONTRATISTA, ni podrá sobrepasar la asignación presupuestal realizada por EL MME. DISPAC S.A. E.S.P. no recibirá materiales sobrantes provenientes del suministro del contrato.

Las cantidades son de guía para presentar propuestas, las definitivas son las que se definirán en el replanteo y solo se pagarán las ejecutadas a los precios pactados en el contrato, solo se reconocerán precios unitarios y las cantidades que se encuentren reconocidas previamente a su ejecución dentro del contrato o un OTROSI suscrito por el representante legal de DISPAC S.A. E.S.P., el interventor o supervisor NO TIENEN LA CAPACIDAD DE VARIAR LOS PRECIOS UNITARIOS, o fijar el valor a un nuevo ítem de obra no contemplado en el contrato, ni aumentar el valor total del contrato, ni afectar el presupuesto. De todas formas, las unidades constructivas nuevas y cantidades que resulten después del replanteo deben ser aprobadas por la interventoría y deben tener equivalencia con las unidades cotizadas definidas en los diseños iniciales; sin embargo, el valor resultante de las obras, jamás podrá tener como resultado un valor mayor al ofertado en la propuesta ni sobrepasar el presupuesto asignado. El presupuesto oficial es el límite disponible con que cuenta DISPAC S.A. E.S.P. para la ejecución de las obras, de forma que las variaciones hacia arriba o hacia abajo, se compensen, pero no podrán superan el valor total ofertado en la propuesta.

La única persona con competencia para ordenar, formalizar la contratación de obras adicionales, otrosí, o acordar el valor de un nuevo ítem de obra no previsto en el contrato, o cualquier aspecto que altere el contenido del contrato, sea este económico o no, es el ordenador del gasto de DISPAC S.A. E.S.P. previo el trámite ante el MME y la Junta Directiva de DISPAC S.A. E.S.P., ninguna otra persona tiene la competencia, ni siquiera el interventor.

Todo aquello que se construya antes de modificar su valor unitario se pagará por DISPAC S.A. E.S.P. al valor vigente en la oferta al momento de su formulación.

Así las cosas, los diseños suministrados al inicio del proceso precontractual son solo un punto de partida que sirve de guía a los oferentes, por lo que es el CONTRATISTA quien debe realizar los propios y en ellos sustentar su oferta, siendo él el único responsable de la propuesta.
DISPAC S.A. E.S.P. no tiene la obligación de reconocer mayores costos de obra que se ejecuten sin que previamente las partes lo hubiesen acordado y formalizado en un otrosí previo cumplimiento del proceso ante el MME y la Junta Directiva de DISPAC S.A. E.S.P.

F. SEÑALIZACIÓN EN LA ZONA DE LAS OBRAS Y VALLAS DE INFORMACIÓN.

Son de cargo del PROPONENTE favorecido todos los costos requeridos para colocar y mantener la señalización de las obras y las vallas informativas.

G. INTERVENTORÍA DE LOS TRABAJOS

DISPAC S.A. E.S.P ejercerá el control y vigilancia de la ejecución de los trabajos a través de un Interventor Externo contratado mediante el proceso de contratación y

un supervisor designado por **DISPAC S.A. E.S.P** quienes tendrán como función verificar el cumplimiento de las obligaciones del CONTRATISTA y el INTERVENTOR.

El Interventor ejercerá, en nombre de la **DISPAC S.A. E.S.P**, supervisión y control integral sobre el proyecto, para lo cual podrá, en cualquier momento, exigir al CONTRATISTA la información que considere necesaria, así como la adopción de medidas para mantener, durante el desarrollo y ejecución del contrato, las condiciones técnicas, económicas y financieras existentes al momento de la celebración del contrato.

El Interventor no permitirá que el Contratista inicie las obras sin los respectivos permisos, autorizaciones y concesiones para el uso y aprovechamiento de los recursos naturales. Igualmente, velará porque se cumpla con lo establecido en la normatividad Ambiental.

El Interventor está facultado para revisar todos los documentos del contrato, cuando, por razones técnicas, económicas, ambientales, jurídicas o de otra índole, el CONTRATISTA solicite cambios o modificaciones.

Así mismo, el Interventor está autorizado para ordenarle al CONTRATISTA la corrección, en el menor tiempo posible, de los desajustes que pudieren presentarse, y determinar los mecanismos y procedimientos pertinentes para prever o solucionar rápida y eficazmente las diferencias que llegaren a surgir durante la ejecución del contrato.

El CONTRATISTA deberá acatar las órdenes que le imparta por escrito la INTERVENTORÍA; no obstante, si no estuviese de acuerdo con las mismas así deberá manifestarlo por escrito al Interventor, antes de proceder a ejecutarlas; en caso contrario, responderá solidariamente con el Interventor si del cumplimiento de dichas órdenes se derivaran perjuicios para la Entidad.

En caso de que la Entidad, por las características técnicas del proyecto y las condiciones ambientales de la zona, requiera de la contratación de una INTERVENTORÍA ambiental especializada, el CONTRATISTA deberá interactuar con ésta, en los mismos términos antes descritos.

El Interventor tendrá bajo su custodia el Libro de INTERVENTORÍA, en el cual se anotarán diariamente los hechos y sucesos relacionados con el desarrollo de la obra, así como las observaciones o sugerencias que haga la INTERVENTORÍA, además, se dejará constancia de todos los pormenores que puedan suceder en el frente de trabajo, tales como: estado del tiempo, personal laborando, estado del equipo, avance de la obra, avance de las medidas de manejo ambiental, acciones sociales, suministro de materiales, accidentes de trabajo, etc. Cada anotación diaria deberá fecharse y suscribirse por los ingenieros residentes del CONTRATISTA y del Interventor.

La persona responsable de llevar al día este diario será el ingeniero residente del Interventor, quien estará en la obligación de presentarlo a los representantes de la Entidad que visiten la obra.

La Entidad ejercerá el control y vigilancia a través de la INTERVENTORÍA, adelantando el seguimiento al cumplimiento de las obligaciones del contratista en relación con el personal reincorporado, y presentará informes mensuales.

H. ACTAS DE OBRA

Es el documento en el que el CONTRATISTA y el Interventor dejarán sentadas las cantidades de obra realmente ejecutadas durante cada mes.

Los ingenieros residentes del CONTRATISTA y de la INTERVENTORÍA deberán elaborar el acta dentro de los cinco (5) días calendario del mes siguiente al de ejecución de las obras. El valor básico del acta será la suma de los productos que resulten de multiplicar las cantidades de obra realmente ejecutada por los precios unitarios estipulados en el Formato "**Cuadro de precios y cantidades**" de la propuesta del CONTRATISTA.

Las actas de obra tendrán carácter provisional en lo que se refiere a la calidad de la obra, a las cantidades de obra y obras parciales. El Interventor podrá, en actas posteriores, hacer correcciones o modificaciones a cualquiera de las actas anteriores aprobadas por él, y deberá indicar el valor correspondiente a la parte o partes de los trabajos que no se hayan ejecutado a su entera satisfacción a efecto de que la Entidad se abstenga de pagarlos al CONTRATISTA o realice los descuentos correspondientes, hasta que el Interventor dé el visto bueno. Ninguna constancia de parte del Interventor que no sea la de recibo definitivo de la totalidad, o de parte de las obras, podrá considerarse como constitutiva de aprobación de algún trabajo u obra.

Ni el interventor, ni el supervisor tienen competencia para autorizar o decidir aumentar cantidades de obra adicionales a las contratadas, o establecer nuevos ítems de obra y asignar su valor, ni variar el valor de los precios ofertados, ni las cantidades cotizadas; por lo que no tienen competencia para tomar decisiones que afecten el valor del contrato, el único con competencia para ello es el Gerente General de DISPAC S.A. E.S.P. previa suscripción del Otrosi correspondiente, y la participación de las autorizaciones previas corporativas de DISPAC S.A. E.S.P., como lo es el caso de su Junta Directiva, y la autorización con suministro de recursos por parte del MME.

Las manifestaciones del supervisor y el interventor en tal sentido no pueden tenerse como autorizaciones que puedan variar lo ya explicado en el párrafo anterior, ya que son simple apoyos técnicos que ellos realizan al Gerente de DISPAC S.A. E.S.P. para que éste tome la decisión correspondiente con la suscripción de un Otrosi, previa las aprobaciones de la Junta Directiva de DISPAC S.A. E.S.P. y la entrega de recursos adicionales por parte del MME y autorización correspondiente.

I. PRUEBAS E INSPECCIONES PARA LA ENTREGA DE OBRAS

Semanalmente deberán celebrarse reuniones con participación de SUPERVISOR, director de la obra, el Ingeniero residente de la obra, el director de la INTERVENTORÍA, el ingeniero residente de la INTERVENTORÍA y el interventor y supervisor del contrato de la Entidad, con el fin de analizar los diferentes aspectos técnicos y administrativos relacionados con el proyecto, sin perjuicio de que

participen otros funcionarios de las diferentes áreas de la Entidad. De cada una de estas reuniones se levantará un acta, la cual será mantenida en custodia por el interventor y supervisor del contrato.