



Fondo de Energías No Convencionales y Gestión Eficiente de la Energía – FENOGÉ

Anexo 01 – Especificaciones técnicas mínimas

SIP-001-2026 – Vehículos eficientes: Movilidad limpia y sostenible.

Objeto:

Contratar la sustitución de vehículos eléctricos de carga y/o turismo y la construcción e instalación de la(s) estación(es) de carga alimentada(s) mediante SSFV, en los municipios de Valledupar (Cesar), Santa Ana (Magdalena), Sogamoso (Boyacá), Puerto Tejada (Cauca) y San Juan Nepomuceno (Bolívar).

Marzo de 2026

Bogotá D.C.



1.	DISEÑO DE SOLUCIÓN DE MOVILIDAD SOSTENIBLE	3
2.	NORMAS Y CÓDIGOS APLICABLES	6
3.	CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LAS OBRAS	7
3.1.	Condiciones generales	7
3.2.	Condiciones de servicio	7
3.3.	Características	8
4.	PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO Y NORMAL OPERACIÓN DE LOS SSFV.	13
5.	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS EQUIPOS	14
5.1.	Descripción General	14
5.2.	Estructura soporte	16
6.	OBLIGACIONES DEL CONTRATISTA IMPLEMENTADOR EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO	16
7.	OBLIGACIONES DEL CONTRATISTA EN CUANTO A VEHÍCULOS Y TRANSPORTE	18
8.	OBLIGACIONES DEL EVENTUAL CONTRATISTA EN CUANTO AL ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD	20
9.	COMISIONAMIENTO	20
9.1.	Pruebas para SSFV	20
9.2.	Pruebas para batería de Litio.	22
9.3.	Pruebas para instalaciones eléctricas internas.	22
10.	OBLIGACIONES DEL CONTRATISTA EN CUANTO A ADMINISTRACIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	22
10.1.	Administración.....	23
10.2.	Operación	23
10.3.	Mantenimiento preventivo y predictivo.....	23
10.4.	Mantenimiento correctivo por garantía	24
10.5.	Monitoreo y Análisis de Datos	24
10.6.	Seguridad y Cumplimiento Ambiental	25
10.7.	Gestión de Repuestos y logística.....	26
10.8.	Capacitación y Gestión del Personal	26
10.9.	Pruebas requeridas.....	26
11.	RECONOCIMIENTO ÍTEMS NO PREVISTOS U OBRAS COMPLEMENTARIAS	27

1. DISEÑO DE SOLUCIÓN DE MOVILIDAD SOSTENIBLE

La solución de movilidad sostenible planteada consiste en un motocarro eléctrico y en conjunto con las estaciones de recarga, a continuación, se presentan las características de ambos:

Vehículos eléctricos:

Tabla 1. Vehículos eléctricos y sus características técnicas

Vehículo turístico	
	Necesidad Uso: Turismo Tipo Chasis: Con asientos y carpado. Autonomía: 50 a 55 km por carga completa de la batería bajo condiciones reales de operación, entendidas como: • Carga útil no inferior al ochenta por ciento (80 %) de la capacidad nominal del vehículo (300 Kg), es decir 240 Kg. • Velocidad promedio entre 20 km/h y 25 km/h. • Recorrido con detenciones y arranques frecuentes. • Temperatura ambiente hasta 35 °C. • Superficie de circulación mixta (pavimentada y/o destapada) con pendientes leves (hasta 2 %). • Incluye batería de acuerdo con especificación técnica.
	Pasajeros: 4 Tipo de dirección: Mecánica – Manubrio Tipo de frenos: disco/tambor Desempeño adecuado en superficies destapadas
	Características técnicas de referencia Velocidad máxima: 35 km/h Tipo de batería LiFe PO4 removible del vehículo Capacidad de batería: 6,7 kWh – 105 Ah– 64 V Ciclo de vida de batería: • 1C @ DOD 100% ≥ 3,500 ciclos • 0,2 C @ DOD 100% ≥ 6.000 ciclos Tipo de protección de baterías: IP64 Capacidad del motor eléctrico: 64V – 28,1 A – 1.800 W (2,3 HP) Capacidad de carga: 300 kg

Vehículo de carga	
	Necesidad Uso: Transporte de carga Tipo Chasis: Platón abierto con sistema de carpado removible. Autonomía: 50 a 55 km por carga completa de la batería bajo condiciones reales de operación, entendidas como: • Carga útil no inferior al ochenta por ciento (80 %) de la capacidad nominal del vehículo (770 Kg), es decir 616 Kg. • Velocidad promedio entre 20 km/h y 25 km/h. • Recorrido con detenciones y arranques frecuentes. • Temperatura ambiente hasta 35 °C. • Superficie de circulación mixta (pavimentada y/o destapada) con pendientes suaves (hasta 2 %). • Incluye batería de acuerdo con especificación técnica. Capacidad máxima de carga: 770 kg Tipo de dirección: Mecánica – Manubrio Tipo de frenos: disco/tambor Desempeño adecuado en superficies destapadas Sistema de aseguramiento de carga: puntos de anclaje fijos, resistentes y distribuidos estratégicamente en el platón.
	Características técnicas de referencia Configuración del platón: Láminas laterales con altura referencial entre 35 cm y 45 cm. Velocidad máxima: 35 km/h Tipo de batería LiFe PO4 removible del vehículo Capacidad de batería: 7,6 kWh – 105 Ah – 73 V Ciclo de vida de batería: • 1C @ DOD 100% ≥ 3,500 ciclos • 0,2 C @ DOD 100% ≥ 6.000 ciclos Tipo de protección de baterías: IP64 Capacidad del motor eléctrico: 72V – 30,5 A – 2.200W (2,9 HP)

Nota 1: Las imágenes de la tabla son de referencia con base en los resultados del piloto de EcoMovilidad (IC-002-2023)

Nota 2: Las características técnicas aquí propuestas corresponden a recomendaciones constructivas de los vehículos, no obstante, estas podrán variar siempre que la propuesta del oferente cumpla a cabalidad con la necesidad descrita previamente. En cualquier caso, el oferente deberá allegar, junto con la cotización, el detalle de las especificaciones técnicas del vehículo propuesto (ficha técnica).

Infraestructura de carga de vehículos:

De igual manera, se propone un sistema de carga del vehículo con las siguientes características:

Tabla 2. Infraestructura de carga

Sistema de energización	Cargador	Batería adicional de respaldo
		
Infraestructura de carga para vehículo turístico		
Tipo: Sistema solar fotovoltaico Estructura: Cubierta. Inversor Tipo de medidor: bidireccional, para entrega de excedentes a la red. Capacidad mínima: 1,5 kWp por cada 2 vehículos sustituidos. Incluye sistema de monitoreo de indicadores de generación de energía, con conexión a internet para su seguimiento durante el periodo de AOM por parte del contratista. Nota: se debe tener en cuenta que el costo del plan de internet estará a cargo del Ente Territorial.	Tipo de cargador: Portátil estándar Capacidad del cargador: 110 V o 220 V Tiempo de carga: 4 a 5 horas Debe incluir el gabinete de las baterías. Incluye un mini Split con capacidad suficiente para garantizar una temperatura de operación de 22 °C en el cuarto de recarga de baterías.	Necesidad Tipo de protección de baterías: IP64 Deberá incluir una batería de respaldo removible del vehículo para que quede cargando en la estación mientras el vehículo está en funcionamiento con la otra batería. Características técnicas de referencia Tipo: Life PO4 removible del vehículo Capacidad de batería: 6,7 kWh – 105 Ah– 64 V Ciclo de vida de batería: 1C @ DOD 100% ≥ 3,500 ciclos 0,2 C @ DOD 100% ≥ 6.000 ciclos
Infraestructura de carga para vehículo de carga		
Tipo: Sistema solar fotovoltaico Tipo de medidor: bidireccional, para entrega de excedentes a la red. Capacidad mínima: 1,8 kWp por cada 2 vehículos sustituidos. Incluye sistema de monitoreo de indicadores de generación de energía, con conexión a internet para su seguimiento durante el periodo de AOM por parte del contratista. Nota: se debe tener en cuenta que el costo del plan de internet estará a cargo del ente territorial.	Tipo: Portátil estándar Capacidad: 110 V o 220 V Tiempo de carga: 5 a 6 horas Incluye un mini Split con capacidad suficiente para garantizar una temperatura de operación de 22 °C en el cuarto de recarga de baterías.	Necesidad Tipo de protección de baterías: IP64 Deberá incluir una batería de respaldo removible del vehículo para que quede cargando en la estación mientras el vehículo está en funcionamiento con la otra batería. Características técnicas de referencia Tipo: Life PO4 removible del vehículo Capacidad de batería: 7,6 kWh

		– 105 Ah – 73 V Ciclo de vida de batería: • 1C@DOD100% ≥ 3,500 ciclos 0,2 C@DOD100% ≥ 6.000 ciclos
--	--	---

Nota: Las imágenes de la tabla son de referencia con base en los resultados del piloto de EcoMovilidad (IC-002-2023).

En el estudio de factibilidad que se desarrollará por parte del implementador, se deberá validar que la solución propuesta sea la óptima para las condiciones particulares de las ubicaciones a beneficiar. En dado caso, se podrán proponer alternativas que se consideren de movilidad de cero o bajas emisiones.

2. NORMAS Y CÓDIGOS APLICABLES

Las características técnicas mínimas de la infraestructura eléctrica cumplen con los requisitos técnicos establecidos en:

- Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE, en su versión vigente y aplicable.
- Resolución 5018 de 2029 lineamientos en seguridad y salud en el trabajo en los procesos de generación de energía.
- Código Eléctrico Colombiano NTC 2050 última actualización y/o NEC.
- Norma Técnica Colombiana NTC 4552. Protección contra descargas eléctricas atmosféricas
- Norma Sismo Resistente NSR 10.
- Decreto 2820 del 2010 *“Por el cual se reglamenta el Título VIII de la Ley 99 de 1993 sobre licencias ambientales”*.
- Ley 1228 de julio 2008. *“Por la cual se determinan las franjas mínimas de retiro obligatorio o áreas de exclusión, para las carreteras del sistema vial nacional, (...)”*.

Además, toda la reglamentación descrita en las resoluciones de la Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG), normas y/o lineamientos de los Operadores de Redes de Distribución Local, el Consejo Nacional de Operación (CNO), lineamientos y normatividad vigente ambientales, de seguridad y salud en el trabajo (SST) y de carácter legal a que haya lugar, considerando en todo caso, las modificaciones vigentes a estas publicaciones en la fecha de realización de los diseños e instalación de las soluciones o sistemas. La adopción de Estándares Específicos Internacionales para equipos o instalaciones cuando no existan estos en el país, en ningún caso podrá incumplir lo señalado en los reglamentos técnicos que expida el Ministerio de Minas y Energía.

De forma general, todos los equipos y materiales a suministrar deben cumplir con las normas aplicables y códigos publicados por las instituciones que se relacionan a continuación según aplique y según detalle relacionado en los subcapítulos de cada componente que integra la solución:

- NTC - Norma Técnica Colombiana.
- NEC - National Electrical Code.
- IEC - International Electrotechnical Commission.
- ANSI – American National Standards Institute.
- RETIE - Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas.
- RITEL - Reglamento de redes internas de comunicación.
- IEEE - The Institute of Electrical and Electronics Engineers.
- UL - Underwriters Laboratories.
- NFPA – National Fire Protection Association.
- IFC – International Fire Code.

En cuanto al cumplimiento de la Normatividad Nacional sobre obligaciones laborales a cargo del implementador:

- Cumplimiento del Sistema de Gestión en Seguridad y Salud en el trabajo.
- Normas en trabajo en alturas
- Normas en trabajo en espacios confinados (si aplica)
- Normas de Disposición Final de RCD
- Norma en disposición final de Residuos peligrosos y no peligrosos
- Normas en transportes de químicos (Si aplica)
- Normas de transporte de Vehículos pesados (si aplica)
- Normas en PESV (si aplica)
- Normas en Construcción de vías (si aplica)
- Norma en PMT (si aplica)

3. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LAS OBRAS

3.1. Condiciones generales

Los equipos, componentes y materiales, incluidos en el suministro e instalación, serán nuevos, de primera calidad, considerando materiales adecuados para zonas de alta salinidad, alta humedad, radiación solar continua, de contar con certificado de producto RETIE, según aplique y adecuados para dar cumplimiento y/o superar los requerimientos especificados y deberán corresponder a diseños normales del fabricante, con los cuales se tenga experiencia completamente satisfactoria, en usos y condiciones similares a las especificadas en este documento. Este requerimiento incluye el cumplimiento de los valores y características operacionales especificadas, disponibilidad, confiabilidad, calidad de los materiales, durabilidad del equipo en general, facilidades para mantenimiento, reparación, sustitución, etc.

En el suministro e instalación no deberán omitirse partes o componentes requeridos, excepto los que sean específicamente señalados en estas especificaciones y/o en las especificaciones técnicas de los equipos.

Los equipos y componentes, en general, serán seleccionados para una operación continua, prolongada y en condiciones climáticas propias de la zona y de manera segura, teniendo especial consideración en las facilidades para su operación, inspección, limpieza, mantenimiento, reparación y sustitución, de acuerdo con las condiciones de altitud, climáticas y ambientales del lugar de instalación, las características particulares del sistema eléctrico para el cual prestarán servicio, la seguridad de las personas y la integridad física de los equipos e instalaciones.

Los diferentes trabajos serán coordinados por el personal profesional e idóneo de manera que las actividades se realicen con calidad de la forma más rápida, segura y eficiente posible.

El dimensionamiento de las cantidades de los recursos de mano de obra, maquinaria y equipos de cada obra se hará de tal forma que se lleve a cabo el cumplimiento de los tiempos establecidos en el Plan de Trabajo Detallado entregado por el implementador y los ajustes necesarios que se hagan sobre éste.

3.2. Condiciones de servicio

Condiciones de Operación: Los sistemas serán diseñados y validados para operar sin limitaciones, a plena capacidad, en las condiciones ambientales y climáticas, de altitud y humedad relativa existente en el lugar de instalación y en concordancia con las características del sistema eléctrico indicadas en el presente documento, y otros requerimientos particulares establecidos en las especificaciones técnicas de los equipos.

Suministro de materiales: Es el proceso de la compra de los materiales necesarios y que estén disponibles en los sitios del proyecto, asegurando la gestión eficiente de los recursos requeridos en el SSFV con almacenamiento. Esto incluye la gestión de inventarios y su almacenamiento adecuado.

Transporte de materiales: Consiste en el movimiento físico de los materiales desde un lugar de la compra o suministro hasta

los sitios del proyecto. Esto puede incluir el transporte desde el proveedor o fabricante hasta el sitio del proyecto se seleccionará el transporte adecuado (carretera, ferrocarril, marítimo y/o aéreo, entre otros) y gestionará la logística de carga y descarga.

Diseños de instalaciones eléctricas: Los sistemas serán entregados con sus respectivos diseños, memorias de cálculo, cuadros de carga y diagramas unifilares. La selección de protecciones coincidirá con los resultados de los cuadros de cargas, descritas en las memorias de cálculo y cumpliendo la normativa, las memorias de cálculo deberán tener en cuenta la tipología y cumplir con el dimensionamiento requerido para la carga de los vehículos eléctricos.

Dicho dimensionamiento cumplirá con las normativas eléctricas vigentes descritas en el numeral 2 del presente documento, por otra parte, se tendrá en cuenta los cálculos obtenidos de los cuadros de carga para la selección de protecciones (Diferencial y Breaker), la respectiva puesta a tierra y calibre de cableado eléctrico.

3.3. Características

Galvanizado: Para los elementos galvanizados, el Contratista implementador deberá suministrar el informe de pruebas del galvanizado que serán empleados cuando así se solicite de acuerdo con la norma ISO 1459: *"Metallic coatings protections against corrosion by hot dip galvanizing-Guiding principles"*, o equivalente y para el nivel de corrosividad del sitio, siendo 25 años en condiciones C4 el mínimo aceptable.

Protección de superficies: Todos los equipos y materiales de uso exterior e interior serán diseñados e instalados de modo tal que no se produzca acumulación de agua en ninguna de sus partes y/o degradación por oxidación, por humedad o salinidad. No se permitirá el uso de fundición de acero en piezas de equipos que se encuentren bajo tensión, o que estén sometidas a impactos. Especial precaución se deberá tomar en la selección y/o protección de los componentes, para prevenir fenómenos de corrosión. Todas las manillas, manivelas, botones u otro tipo de dispositivo similares estarán provistos de una protección adecuada al ambiente en que se encuentren.

Marcas y placas de identificación de equipos: Todas las placas de identificación de uso exterior serán de material resistente a la corrosión y de color permanente con el objeto de reducir considerablemente la degradación por la exposición a la radiación solar.

Los equipos y/o dispositivos que formen parte del SSFV deberán ser identificados con una placa permanente, grabada en forma indeleble, con el nombre y número de serial asignado por el fabricante, escrita en número o código de barras, en caso de que no se cuente con ello, se deberá dar una codificación. El material de las placas de identificación, como así mismo su contenido, será sometido a la aprobación de la interventoría y/o supervisión. Dichas placas deberán ser fijadas por medio de remaches o pegamento adecuado a las condiciones medioambientales.

Adicionalmente, se proveerán otras placas de identificación, en el interior y/o la parte frontal de los gabinetes, para identificar dispositivos, funciones, posiciones, cargas servidas, clase de protección IP e IK, etc., de acuerdo con los requerimientos de la interventoría y/o supervisión y los planos correspondientes.

Cada equipo y/o componente dispondrá de una placa de características del equipo, la que será de acero inoxidable, e incluirá por lo menos la siguiente información:

Si es de tipo eléctrico:

- Marca, tipo, modelo, N.º de serie y año de fabricación.
- Tensión máxima.
- Corriente máxima.
- Tensión de operación.
- Corriente de operación.

- Clase de tensión de aislamiento.
- Frecuencia de operación.
- Capacidad nominal (A, kVA, etc., según corresponda).
- Manual y/o catálogo de servicio.
- Otros datos según sea pertinente.

Si es de tipo mecánico:

- Marca, tipo, modelo, N.º de serie y año de fabricación.
- Manual y/o catálogo de servicio.
- Otros datos según sea pertinente.

El alambrado o cableado interno de los equipos y componentes, así como los cables de interconexión, deberán identificarse en ambos extremos, indicando el punto de conexión en la bornera o terminal del equipo o componente y el nombre del dispositivo y número de borne del extremo opuesto del conductor.

La señalización de seguridad debe incluir placas indicativas de Riesgo Eléctrico las cuales deben tener una flecha negra en forma de rayo sobre fondo amarillo y todas las advertencias de peligro deben estar en letras negras, de conformidad con el artículo 1.3.3. Señalización de seguridad del RETIE o aquel que resulte aplicable para el momento de ejecución del proyecto.

Módulos fotovoltaicos: Su ubicación, orientación e inclinación se deberá realizar de acuerdo con el diseño aprobado por la supervisión y/o interventoría del contrato. En cualquier caso, se debe minimizar que el arreglo de módulos fotovoltaicos reciba sombras que afecten su funcionamiento.

- El panel solar se instalará y almacenará de conformidad con las normas nacionales, internacionales y los requisitos del fabricante.
- Todos los módulos deberán tener su respectivo número de serie de identificación único, (según norma IEC 61215), y se debe identificar el nombre o logotipo del fabricante.
- Los módulos deben resistir condiciones meteorológicas adversas (resistente a altas cargas mecánicas correspondientes a vientos huracanados, impacto de granizo y atmosfera corrosiva con alta salinidad y humedad IEC61701).
- Los módulos solares estarán certificados de acuerdo con las exigencias nacionales del emplazamiento e internacionales vigentes; deben haber superado, como mínima, satisfactoriamente los ensayos y certificados que se incluyen en las siguientes certificaciones y las indicadas en el apartado de normas del presente documento:
 - IEC 61730 (cualificación de la seguridad de los módulos fotovoltaicos (FV). Parte 1: Requisitos de construcción. Parte 2: Requisitos para ensayos).
 - IEC 61701 (Ensayo de corrosión por niebla salina de módulos fotovoltaicos) IEC 60068 (Ensayos ambientales. Parte 2: Ensayos. Ensayo L: Polvo y arena).
- La instalación de los módulos se llevará a cabo de acuerdo con el manual de instalación de fabricantes con el objetivo de conservar la garantía.
- Los módulos solares deberán tener la potencia definida en el diseño de cada sistema aprobado por la supervisión y/o interventoría del contrato.
- La garantía de producción de energía a 12 años mínima al 90 % y mínima al 80 % a 25 años.
- La eficiencia mínima del 20 %.
- Temperatura de operación -40°C - +85°C.
- Normatividad de mínimo cumplimiento: Certificado de conformidad de producto RETIE, IEC 61215, IEC61701, IEC 61730-1, IEC 61730-2 y UL 1703.

Inversores para SSFV: Los inversores se deberán ubicar en un lugar adecuado, siguiendo las recomendaciones del fabricante, asegurándolo de tal forma que no se generen vibraciones mecánicas durante su operación. Los inversores estarán certificados según las exigencias nacionales del emplazamiento e internacionales vigentes; deben haber superado satisfactoriamente, como mínimo, las de ensayos y certificados que se incluyen en el siguiente listado, al igual que las indicadas en el apartado de normas del presente documento:

- IEC 62109-1 y 62109-2 (Seguridad de los convertidores de potencia utilizados en sistemas de potencia fotovoltaicos).
- UL 1741 (Requisitos de seguridad para garantizar que los inversores funcionen de manera segura y confiable cuando se conectan a la red eléctrica).
- IEC 62103 (Equipos electrónicos para emplear en instalaciones de potencia).
- IEC 62116 (inversores fotovoltaicos conectados a la red de las compañías eléctricas. Procedimiento de ensayo para las medidas de prevención de formación de islas en la red).
- IEC 61683 (Sistemas fotovoltaicos. Acondicionadores de potencia. Procedimiento para la medida del rendimiento) Marcado CE o similar para Latinoamérica.
- Certificado de conformidad de producto RETIE.

Estructura soporte para SSFV en cubierta: Durante las actividades de factibilidad el Contratista deberá determinar la ubicación óptima de las estructuras que soportarán los módulos solares fotovoltaicos sobre cubierta, dependiendo de las condiciones específicas de cada sitio propuesto, de las características estructurales de la edificación y de las condiciones del diseño del SSFV. La estructura deberá contar con las dimensiones y características adecuadas según el peso de los módulos y los esfuerzos dinámicos del viento que va a soportar, garantizando la estabilidad y seguridad del sistema. Se debe considerar la orientación e inclinación que optimice la radiación recibida y que se garantice una adecuada disipación del calor producto de la radiación solar.

Material: Acero galvanizado en caliente o aluminio para las estructuras de soporte, vigas, rieles, celosías, pernos, tuercas y arandelas, así como los elementos de anclaje necesarios para su correcta fijación a la cubierta, garantizando la estabilidad del sistema y la compatibilidad con el tipo de cubierta existente.

Normativa: La estructura que soporta los módulos solares debe dar cumplimiento a la norma NSR 10 y/o NTC 5832 (para estructuras de acero).

Se aceptará acero galvanizado en caliente con un espesor mínimo que asegure la vida útil garantizada de la estructura y cumplirá la norma ISO 1461:2009.

Se deben instalar las estructuras de tal forma que determinen la orientación e inclinación idónea para la maximización de la producción energética de los módulos solares, teniendo en cuenta una óptima relación beneficio costo y las condiciones de limpieza de los paneles. El sistema de montaje soportará los impactos estáticos y ambientales del emplazamiento durante los 25 años de vida útil del proyecto. No está permitido realizar huecos o taladrar los paneles. El montaje de estructuras se debe realizar de tal forma que facilite el montaje y desmontaje de paneles para facilidad de futuros mantenimientos.

El contratista debe suministrar la memoria de cálculo que soporte claramente la escogencia del sistema de fijación y anclaje de la estructura sobre cubierta. Esta deberá tener un análisis claro de las cargas, verificación de la capacidad estructural de la cubierta, referencia de la normatividad usada y conclusiones.

El tipo de anclaje debe ser acorde a los diseños descritos en este documento en las especificaciones técnicas y deberá garantizar la estabilidad del sistema y la integridad de la cubierta. Si los cables son conducidos por las correas o elementos de la estructura, se deberá instalar protección en los filos mediante cubre filos o borde pasacables en material hule, polietileno o similar que garantice su permanencia y fijación durante la vida útil del sistema.



Se recomienda no tener uniones bimetálicas por razones de la corrosión galvánica asociada; en el caso de tener que utilizar dentro de una misma estructura acero y aluminio se preverá una separación galvánica tanto entre correas de diferentes materiales, como entre correas y módulos. Se debe incluir la cantidad suficientes de puntos de apoyo requeridos para evitar la flecha o pandeo de la estructura durante su vida útil.

Por recomendación general, para el uso de accesorios, tornillería y demás en las estructuras metálicas se debe asegurar que los diferentes materiales en combinaciones con la estructura no presenten par galvánico. Este tipo de corrosión es especialmente relevante cuando se plantean uniones de acero inoxidable con acero al carbono o aceros de baja aleación. Es importante seleccionar los materiales de soldadura de modo que sean al menos tan nobles como el material base. En ambientes corrosivos en los que pudiera estar presente el agua, tales como ambientes industriales pesados, atmósferas marinas, y donde pudiera existir inmersión en agua salobre o marina, deben evitarse las uniones de aceros inoxidables auténticos mediante tornillos martensíticos y ferríticos.

Sistema de puesta a tierra: El sistema de puesta a tierra deberá instalarse de acuerdo con las especificaciones técnicas del RETIE y NTC2050. Las estructuras y los marcos metálicos de los módulos estarán conectados a una toma de tierra, que será la misma que la del resto de la instalación.

Se realizará la debida puesta a tierra del gabinete de protecciones, del inversor, de la estructura soporte de los módulos fotovoltaicos, módulos de almacenamiento del cuarto de baterías, protecciones barraje y DPS; todos unidos a una misma pica a tierra para guardar la equipotencialidad de la instalación.

El proyecto deberá contar con todos los elementos de protección necesarios y requeridos por la normativa. En especial, pero sin limitarse a, protecciones eléctricas contra descargas atmosféricas y las respectivas barreras, y señalización que impidan el contacto directo con elementos energizados.

Comunicaciones: El SSFV debe contar con equipos de comunicaciones y monitoreo con gestión de conexión a redes de comunicación alámbricas o inalámbricas. Lo que permita la monitorización continua del funcionamiento de los diferentes equipos, así como el control remoto de los mismos y la regulación de la producción.

La arquitectura de comunicaciones definida para el SSFV en cubierta establece la recopilación de datos de generación de los inversores a través de un datalogger (registrador de datos) y un Smart Logger que monitorea y administra sistemas fotovoltaicos. El sistema debe permitir la comunicación con redes externas a la locación del SSFV a través de protocolos estándar Modbus TCP/IP, IEC 60870-5-104 o IEC 61850, con el fin de enviar la información a software de terceros. Por lo anterior; el contratista deberá suministrar, instalar, realizar las pruebas y la puesta en marcha del sistema de monitoreo del SSFV.

Instalación redes eléctricas internas (Instalación Eléctrica): La instalación eléctrica debe hacerse conforme la normativa nacional aplicable (RETIE, NTC 2050), la sección 690 del National Electrical Code - NEC, y siguiendo las recomendaciones de los fabricantes de los equipos a instalar. El diseño e instalación debe ser realizada por profesionales competentes, quien deben declarar el Cumplimiento del RETIE (Numeral 20.25). Por otra parte, el diseño de la red eléctrica deberá contar con cuadro de carga, memorias de cálculo y diagramas unifilares, la totalidad del material eléctrico a instalar debe contar con Certificación de Producto de conformidad con RETIE emitida por un organismo acreditado.

Con el fin de apreciar el alcance de los trabajos a ejecutar, es necesario que el Contratista evalúe durante la visita al sitio de las obras todos los aspectos relacionados con dichos trabajos.

Las especificaciones técnicas del Estudio de Análisis Coordinación de Protecciones (EACP) deberán atender lo dispuesto por la regulación, teniendo en cuenta todos los parámetros de selectividad requeridos y en general todo el marco regulatorio que le sea aplicable al proyecto.

Adicionalmente al EACP, deberán tenerse en cuenta para el diseño, sin limitarse a ello, los siguientes estudios:

- Estabilidad transitoria.
- Cortocircuito.
- Arco eléctrico.
- Flujo de potencia.
- Coordinación de aislamiento.
- Estudio de apantallamiento.
- Otros requeridos para el correcto funcionamiento de la planta.

Los cables de potencia y de comunicaciones deberán ir por ductos separados y tener adicionalmente cajas de inspección dedicadas para cada fin. La solución propuesta e implementada deberá garantizar que la red opere de manera segura y confiable sin generar alteraciones superiores a las permitidas por la regulación. Todos los equipos eléctricos deberán estar dimensionados para soportar la corriente máxima de corto circuito especificada para el proyecto.

El Contratista estará a cargo de gestionar los permisos propios de construcción del proyecto, incluyendo, sin limitarse, a la licencia de construcción según la naturaleza constructiva del proyecto, los permisos para el funcionamiento constante durante la ejecución del proyecto (disposición de residuos, obtención de materiales en canteras permitidas, trámite de servicios públicos temporales como: energía y agua para la construcción del proyecto a su cargo, etc).

Medidores: Con el fin de realizar un correcto monitoreo de las variables e indicadores del proyecto, se deben instalar medidores bidireccionales en el punto frontera entre el inmueble donde se va a realizar la medición y la red de energía eléctrica. Los medidores para instalar deberán cumplir todos los requisitos técnicos exigidos por el operador de red.

Almacenamiento: Las baterías de litio hierro fosfato (LiFePO₄ para vehículos eléctricos), reconocidas por su alta confiabilidad y seguridad operativa, se encuentran disponibles en diferentes capacidades de almacenamiento. Para la presente iniciativa se contemplan baterías que ofrecen un adecuado desempeño técnico, correspondientes a módulos con tensión nominal de 48 VDC y capacidades de corriente de hasta 105 Ah. La consideración de alternativas con menores capacidades de corriente podría implicar un incremento en los costos de este componente y, en consecuencia, en el costo total del sistema.

El suministro e instalación de las baterías deberá realizarse de conformidad con los lineamientos técnicos de producto y los requisitos de protección establecidos en la Norma Técnica Colombiana NTC 2050 y en el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE), en su versión vigente (2024), específicamente lo dispuesto en el Artículo 3.17.3 – Baterías o sistemas de acumulación de energía eléctrica. Asimismo, deberá considerarse lo establecido en las secciones 1206 y 1207 del International Fire Code (IFC) 2021, de acuerdo con la tecnología de acumulación solicitada (LiFePO₄) y la capacidad de almacenamiento definida en el diseño de los vehículos eléctricos.

Normatividad de mínimo cumplimiento:

- IEC 61427-1/-2.
- UL 9540.
- IEC 62619.
- IEC 62933.
- NFPA 855.
- Sección 1206 y 1207 del IFC 2021.
- Certificado de conformidad de producto RETIE

Obras civiles: El contratista está obligado a utilizar el personal profesional y técnico calificado y/o certificado para coordinar y desarrollar las labores y actividades específicas; los equipos, herramientas, materiales y demás elementos también deberán contar con su respectiva certificación, por lo tanto, deberán estar en buenas condiciones de operatividad, uso y manejo.



El Contratista llevará a cabo las obras civiles necesarias, haciéndose conocedor de las características específicas del sitio y cumpliendo con la normativa local, nacional e internacional:

- Instalaciones temporales necesarias para construir el proyecto, incluyendo, pero sin limitarse a ello, almacenamiento, campamento, punto de atención, entre otras.

Acondicionamiento de espacio para caja de control, almacenamiento y protecciones eléctricas del SSFV: El contratista deberá realizar los estudios pertinentes para el diseño y presupuesto para la adecuación de un espacio en la edificación, con previa aprobación de la supervisión y/o interventoría de un espacio para gabinetes en la edificación que cumpla con las dimensiones y requerimientos técnicos necesarios para proteger los diferentes componentes de control, almacenamiento, seguimiento y monitoreo para la buena operación del SSFV instalado. La adecuación en la edificación debe cumplir con las normas de diseño y construcción sismorresistente NSR-10.

Los diferentes trabajos serán coordinados por el personal profesional e idóneo de manera que las actividades se realicen con calidad de la forma más rápida, segura y eficiente posible. El dimensionamiento de las cantidades de los recursos de mano de obra, maquinaria y equipos de cada obra se hará de tal forma que sea posible el cumplimiento de los tiempos establecidos en el Plan de Trabajo Detallado y los ajustes necesarios que se hagan sobre éste.

Para el diseño y adecuación del área de la edificación para los gabinetes se deberá de tener en cuenta la óptima ubicación de ésta, revisando en todo caso si lo hay, la posibilidad de inundación del interior de la edificación, en este caso se deberá considerar evitar colocar en una ubicación donde pueda presentarse estas situaciones.

Precauciones contra incendio: La fabricación de los aparatos, su disposición, conexiones y cableado interno debe ser de tal manera que los riesgos de incendio y por consiguiente los daños en las instalaciones, sean mínimos. El Contratista será responsable de sellar en forma adecuada todos los orificios en el equipo que suministra, a través de los cuales pasen cables y de protegerlos contra daños mecánicos o incendio en los lugares donde queden expuestos. Para las baterías a instalarse se deberá tener en cuenta las disposiciones del International Fire Code – IFC 2021 en su sección 1206 y 1207 así como lo recomendado en la NFPA 855 y NFPA 70. Se recomienda tener cerca del almacenamiento de baterías, dos extintores tipo CO2 Satélite de 150 lbs cada uno, de color rojo.

Todo el sistema debe contar con etiquetado y señalización de seguridad en el SSFV (según normas RETIE, NTC 2050 y NFPA 70E). Se deben implementar salidas y señalización de emergencia. Toda la señalización debe estar en idioma español.

Adicionalmente, en cuanto a los riesgos eléctricos, es necesario dar cumplimiento estricto a lo dispuesto en el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE en su TÍTULO 5 – REQUISITOS TÉCNICOS PRINCIPALES o aquel que resulte aplicable, dispone cuales son de aplicación y cumplimiento obligatorio en todos los niveles de tensión y en todos los procesos y deben ser cumplidos según la situación particular en los sistemas e instalaciones eléctricas.

4. PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO Y NORMAL OPERACIÓN DE LOS SSFV.

Las siguientes son las pruebas mínimas para realizar a los SSFV, sin limitarse exclusivamente a ellas:

- a. Inspección visual de sombras para confirmar que el proyecto no presenta novedades desde su instalación, debido a construcciones nuevas y/o aumento de vegetación cercana a los módulos solares.
- b. Pruebas de tensión y corriente DC (inversor en funcionamiento).
- c. Pruebas de tensión DC (Inversor desconectado) (Nota: Las pruebas se harán por cada uno de los string y de cada equipo inversor).
- d. Pruebas de tensión y corriente AC (contemplar todas las fases, al igual que medición con neutro y tierra)
- e. Ensayos de curvas IV.
- f. Se requiere limpieza de todos los componentes, que permitan un buen funcionamiento de cada uno de los

- elementos.
- g. Los módulos solares deben de limpiarse de acuerdo con las características y recomendaciones del fabricante.
 - h. Realizar prueba de tensión de circuito abierto de los paneles solares fotovoltaicos en su cadena de strings, además de la prueba de curva del sistema.
 - i. Revisión de estado y funcionamiento de gabinetes, cajas eléctricas, protecciones DC y AC, conectores DC, terminales AC, acometidas eléctricas DC y AC, estructura de soporte inversores, encerramientos físicos (a inversores, tableros eléctricos, transformadores). Se harán los reemplazos necesarios que se determinen necesarios posterior a la revisión de estado y funcionamiento.
 - j. Revisar la identificación de equipos, tableros y componentes del sistema solar, incluyendo las marquillas y/o etiquetas de los cables DC y AC, acometidas eléctricas (tubería, corazas, bandejas, entre otros), al igual que los avisos de riesgo eléctrico y demarcaciones.
 - k. Realizar termografías en punto de inyección, inversores, conexiones en bornes, protecciones en tableros eléctricos y módulos solares.
 - l. Pruebas de reconexión automática según acuerdo CNO (si aplica).
 - m. Pruebas de continuidad y equipotencialidad de los sistemas de puesta a tierra y pruebas de continuidad para conductores en general.
 - n. Inspección de polaridad de los cableados utilizados en los sistemas.
 - o. Pruebas de funcionamiento en la sección de control, como los interruptores de relé, disyuntores, en caso de aplicar.
 - p. Prueba de resistencia de aislamiento para garantizar la seguridad eléctrica.
 - q. Inspección termográfica para verificar la generación de calor de los módulos solares fotovoltaicos.

5. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS EQUIPOS

5.1. Descripción General

Los equipos por suministrar para el proyecto deberán cumplir como mínimo con:

1. Certificación de producto expedida por organismos acreditados. Si la certificación es expedida en Colombia deberá ser bajo RETIE, pero si la certificación es expedida en el extranjero deberá ser bajo una norma técnica equivalente al RETIE tal como IEC 61215.
2. La selección de los equipos a utilizar en cada una de las soluciones deberá estar debidamente soportada en el diseño.
3. Las especificaciones técnicas mínimas de los equipos a suministrar se deberán soportar mediante fichas técnicas emitidas por el fabricante y acompañado del respectivo manual de operación.

A continuación, se presentan las especificaciones técnicas mínimas de los equipos que compongan los SSFV objeto de implementación.

Tabla 3. Especificaciones técnicas mínimas SSFV

EQUIPOS	SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO - SSFV
Módulos Solares	Los módulos deben contar con excelente rendimiento en condiciones con poca radiación solar, 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. Silicio Monocristalino o CdTe. Potencia máxima: 600 Wp. Tolerancia positiva: La tolerancia de potencia indica la variación permitida en la potencia nominal del panel. Busca paneles con una baja tolerancia (por ejemplo, +/- 3 %) para garantizar un rendimiento más consistente. - Garantía de fabricante de al menos 10 años y garantía de rendimiento mínima del 90 % y mínima del 80 % a 25 años.

	- Eficiencia mínima del 20 %. - Temperatura de operación -40°C - +85°C. - Tensión máxima del sistema (IEC) (V): 1500. - Valor máximo de fusible (A): > 25. - Conector: MC4. - Certificaciones: • IEC 61215, IEC 61730, IEC 61701, IEC 62716. • ISO 9001: 2015. • ISO 14001: 2015. • ISO 45001: 2018. • TS62941, UL 61730. - Conformidad de producto RETIE.
Inversor	- Tipo: On-Grid. - Rango de Potencia total AC nominal de salida (VA): según diseño. - Tensión nominal de salida / Intervalo (V): según diseño. - Frecuencia nominal / Intervalo (Hz): 60 / (55-65). - Cantidad mínima MPPT: 2. - Eficiencia ≥ 96 %. - Distorsión armónica total (THD): <3 %. - Factor de potencia $\geq 0,99$. - Rango temperatura ambiente (°C): -40°C a +65°C. - El inversor debe ofrecer opciones de monitoreo remoto incluir su respectivo módulo de comunicación para poder efectuar el monitoreo. El inversor debería contar con interfaces de comunicación estándar como RS485, Ethernet o WiFi para facilitar la integración con sistemas de monitoreo y control. - Garantía mínima de 5 años, con garantía extendida a 10 años. - Grado de protección IP en función de la ubicación de los inversores (Outdoor (min IP 54) / Indoor (min IP 20) o su equivalente NEMA. - La relación de potencias DC/AC deberá ser mayor a 0,8 y cercano 1,25. - Acceso a repuestos y soporte técnico en Colombia.
Dispositivo de comunicación y monitoreo	Tipo de comunicación: Wireless networking, 802.11b/g/n. Deberá contar con una aplicación de monitoreo para usuario Smart Logger. Temperatura operación: -20°C a 55°C. Calificación ambiental: Interior –IP20. Tensión de entrada / frecuencia: 100 a 240 Vac / 50 o 60 Hz. Estado en tiempo real y alarma del inversor. Actualización de firmware localmente. Certificaciones: - IEC 60950, IEC 61000-6.
Medidores Bidireccionales	• Tipo de medida: Directa o semidirecta, 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 • Comunicación Remota GPRS/GSM, Wi-Fi, Ethernet, LoRa • Protocolos DLMS/COSEM, IEC62056-21, MODBUS • Medición de energía en dos direcciones, mediciones por fase.
Puesta a tierra	Varilla de cobre de 5/8"x2,4 metros, cable de cobre desnudo N0. 4 AWG, soldadura exotérmica, suelo artificial y caja de inspección.

5.2. Estructura soporte

La estructura es una estructura de soporte deberá contar con la correcta de cimentación y materiales que sigan la normativa descrita a continuación:

1. NSR-10 Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente.
2. ASCE 7-22 Minimum Design Loads and Associated Criteria for Buildings.
3. AIS 180-13 Recomendaciones para requisitos sísmicos de estructuras diferentes de edificaciones.
4. AISC 360-22 Specification for Structural Steel Buildings.
5. ACI 318-19 Building Code Requirements for Concrete and Commentary
6. ASCE 48-19 Design of Steel Transmission Pole Structures.

La estructura soporte de los módulos serán en acero galvanizado o aluminio que cumpla el calibre adecuado siendo resistentes a la exposición al agua, condiciones de humedad, vientos, salinidad y sol todo el tiempo. Para el caso de los elementos que serán sometidos a proceso de galvanizado, este deberá ser realizado en caliente y la limpieza de estos y deberá contar con el certificado y/o informe de conformidad del proceso de galvanizado en caliente, donde se evidencie el cumplimiento del espesor de la barrera galvánica. Para el método de sujeción, los módulos solares no deberán ser perforados, sujetados directamente en la cara frontal del panel o tener partes que incidan en sombras sobre los mismos.

6. OBLIGACIONES DEL CONTRATISTA IMPLEMENTADOR EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

El eventual CONTRATISTA es el único responsable por el cumplimiento de los requisitos y obligaciones en Seguridad y Salud en el Trabajo – SST que adquiere con ocasión de las obras a ejecutar. Los requisitos y responsabilidades aquí contenidas deben ser extendidas a sus subcontratistas, por lo cual, cualquier subcontrato debe incluir y cumplir los mismos requisitos del eventual CONTRATO principal en materia SST, sin lugar a excepción. El eventual CONTRATISTA es el responsable exclusivo por cualquier incumplimiento SST en relación con sus trabajadores, comunidades vecinas, autoridades gubernamentales, sus subcontratistas y el medio ambiente.

El eventual CONTRATISTA se obliga a desarrollar y asegurar para la ejecución de las obras, un plan de Seguridad y Salud en el Trabajo, el cual será entregado para aprobación, como mínimo una semana antes de dar inicio a actividades de ejecución del CONTRATO. El eventual CONTRATISTA no podrá iniciar dichas labores operativas hasta que su Plan SST supere la evaluación de su Planeación en un 100 %. De la misma forma, toda mejora/modificación que requiera ser realizada a dicho Plan durante la ejecución del objeto del eventual CONTRATO, debe ser presentada a la SUPERVISIÓN Y/O INTERVENTORÍA para revisión y aceptación.

El eventual CONTRATISTA se compromete a cumplir todas las obligaciones legales, estatutarias, reglamentarias y convencionales de ser el caso, que se deriven de su carácter de empleador y responsabilidades que impone la ley frente a sus trabajadores como son:

- Pagar cumplidamente los salarios, las horas extras (Resolución emitida por el Ministerio de trabajo Vigente), recargos por trabajo nocturno, dominicales y festivos, prestaciones sociales, descansos remunerados, indemnizaciones y demás conceptos de carácter laboral, de conformidad con la legislación vigente.



- Afiliar a todos sus trabajadores al sistema de seguridad social establecido en la legislación vigente en Colombia, así como pagar los aportes de este en Salud, Pensiones y Riesgos laborales.
- Pagar todas las prestaciones legales y extralegales que la empresa colaboradora tenga pactadas con sus empleados en los términos y plazos exigidos por la ley.
- Afiliar a los trabajadores a una Caja de Compensación Familiar y hacer todos los aportes parafiscales señalados y exigidos por la Ley: SENA, ICBF, CAJAS DE COMPENSACIÓN.
- Practicar los exámenes médicos de ingreso, periódicos de post incapacidad y egreso de cada Trabajador.
- Al finalizar el proyecto El CONTRATISTA deberá demostrar Paz y Salvo de liquidación de cada uno de los colaboradores y adicionalmente certificado de AUTODECLARACIÓN FIRMADA POR REVISOR FISCAL DEL CUMPLIMIENTO DE OBLIGACIONES JURÍDICO – LABORALES detallando:
 - Que la empresa CONTRATISTA ha dado cumplimiento al pago de salarios y ha cancelado las obligaciones frente al Sistema General de Seguridad Social (AFP, EPS, ARL), y parafiscales de manera oportuna, de acuerdo con lo establecido en el Decreto 1670 del 14 de mayo de 2007; del personal que estuvo en el proyecto del cual es motivo el CONTRATO con fecha de inicio y final de operación.
 - Que la empresa CONTRATISTA ha realizado los pagos correspondientes e informes acerca de las presentaciones sociales causadas y pagadas en el inicio, proceso y finalización del proyecto: prima de servicios, calzado y vestido de labor, auxilio de cesantías e intereses de cesantías.
- El eventual CONTRATISTA debe certificar que cuenta con el permiso del ministerio de la protección social para laborar horas suplementarias bajo resolución. Si es el caso y realizan horas extras.
- El eventual CONTRATISTA tendrá en obra un DOSSIER (Carpeta) en físico y Magnético con la siguiente documentación:
 - Certificado de Cumplimiento del SG-SST por parte de la ARL donde consigne el Porcentaje de cumplimiento
 - Política en Seguridad y Salud en el Trabajo Firmada y Actualizada por Representante Legal
 - Reglamento Interno de Trabajo Firmada y Actualizada por Representante Legal
 - Reglamento de Higiene y Seguridad Industrial Firmada y Actualizada por Representante Legal
 - Hojas de vida de sus trabajadores con todos los soportes y competencias
 - Afiliaciones y pagos de seguridad a la fecha
 - Exámenes médicos ocupacionales vigentes según actividad.
 - Cursos vigentes de espacios confinados y/o alturas verificables en plataforma del Ministerio de trabajo (Si Aplica)
 - Formatos Inspecciones realizadas tanto al personal, áreas de trabajo, herramientas y equipos, químicos, Sistemas de acceso y vehículos
 - Hojas de vida de la Herramientas, equipos, sistemas de acceso y maquinaria, fichas técnicas, de mantenimiento general y mantenimiento de los equipos y maquinaria. (Si aplica el de maquinaria)
 - En el caso de Equipos de Protección Contra caídas, líneas de vida, Sistemas de Acceso y demás que se utilice como Elementos de Protección Individual – EPI en trabajos en alturas, deben venir certificados con Hojas de vida, fichas técnicas y Programa de Inspección y Manteniendo acorde a lo dispuesto según Resolución 4272 de 2021.
 - Hojas de seguridad MSDS de productos químicos a utilizar (Si Aplica)
 - Certificados de Mantenimiento de herramientas eléctricas o maquinaria
 - Cronograma de mantenimiento
 - Indicadores de Gestión Según resolución 0312 de 2019
 - Brigada de emergencia
 - Plan de emergencia aterrizado a la labor a realizar firmado por un profesional y si realizan Trabajos en alturas Persona entrenada en rescate vertical
 - Documentación de Persona Competente en la actividad correspondiente como Coordinador de Trabajo en Alturas
 - Durante el desarrollo del CONTRATO, el eventual CONTRATISTA debe mantener aseado y ordenado los sitios de trabajo. Una vez terminados los trabajos, El eventual CONTRATISTA debe recoger todos los materiales sobrantes y desechos, transportarlos y depositarlos en los sitios que apruebe la SUPERVISIÓN Y/O INTERVENTORÍA para tal

fin. El eventual CONTRATISTA debe reparar los daños que hayan podido dejar los vehículos y equipos que utilice durante la realización de los trabajos.

7. OBLIGACIONES DEL CONTRATISTA EN CUANTO A VEHÍCULOS Y TRANSPORTE

El eventual CONTRATISTA debe guardar máxima diligencia para no causar daño en las vías públicas y privadas que utilice, está obligado a cumplir las disposiciones del Ministerio de Transporte y a obtener las autorizaciones que apliquen según el caso, durante la utilización de tales vías.

El transporte de todo el personal vinculado con la ejecución para el desarrollo de este CONTRATO debe ser realizado por el eventual CONTRATISTA bajo su entera responsabilidad. La documentación que exijan como cumplimiento las normativas y regulaciones del Ministerio de Transporte para transportes terrestres o fluviales debe permanecer en el sitio del trabajo. El transporte de personal en los platones o carrocerías de los vehículos automotores no esté permitido. Para el caso de lanchas o botes la capacidad de personas transportadas no podrá exceder la indicada por el tamaño de la misma. El eventual CONTRATISTA debe asegurar y garantizar la prestación del servicio de transporte al personal para su desplazamiento a cada frente de trabajo.

Es responsabilidad del eventual CONTRATISTA dimensionar la cantidad de vehículos requeridos para garantizar la movilización de todo su personal a las áreas de trabajo, de modo que se evite la pérdida de tiempo y se asegure la atención oportuna de los eventos, el cumplimiento de la estrategia y de las normas internas y nacionales en materia de transporte de personal, herramientas y equipos.

El costo asociado al transporte de equipos, materiales y herramientas será por cuenta del eventual CONTRATISTA y, por tanto, éste debe tenerlo en cuenta en la estructuración de su ofrecimiento económico, considerando el más apropiado ya sea transporte terrestre, fluvial, marítimo, aéreo, caminos, entre otros. El CONTRATISTA debe tramitar ante las autoridades competentes, los permisos que requiera para el transporte del material y equipos a instalar en el proyecto. El eventual CONTRATISTA debe transportar los equipos y materiales mediante procedimientos técnicos adecuados, con equipos de capacidad adecuada y en buen estado, son responsabilidad del eventual CONTRATISTA todos los daños que se ocasionen durante el cargue, transporte, y descargue, en vías terrestres, fluviales, marítimas, aéreas, caminos, obras civiles incluyendo las de arte menor.

El eventual CONTRATISTA al inicio del CONTRATO debe informar a la SUPERVISIÓN Y/O INTERVENTORÍA, todos los vehículos a utilizar indicando las características de cada uno como es: placa, modelo, tipo de vehículo, tarjeta de propiedad (número y a nombre de), tarjeta de operación (número y a nombre de) en el caso de los vehículos con conductor, pólizas (número y vigencia), tarjeta de seguro obligatorio automotor SCCT (número y vigencia), etc.

Al inicio del CONTRATO y durante su ejecución, deben permanecer vigentes todos los documentos exigidos por las autoridades de Circulación y Tránsito para vehículos particulares. Dichos documentos serán:

- Copia de la Tarjeta de propiedad del vehículo autenticada y plastificada.
- Tarjeta de seguro obligatorio Automotor SCCT.
- Certificado de la Revisión técnico mecánica emitida por el CDA autorizado (Para los vehículos que correspondan Y cuando sea requerido).
- Póliza de seguro todo riesgo extracontractual y contractual.
- Certificado de paz y salvo (sin pendientes) emitido por la entidad de tránsito donde está matriculado el vehículo.
- Certificado de emisión de gases.
- Todos los que sean exigidos por las autoridades respectivas.
- Se exigirá a quien conduce vehículos dentro y fuera del parque solar, en transporte de personal y carga, el contar con licencia de conducción vigente, y curso de manejo defensivo vigente.
- Hoja de vida del vehículo.
- Concepto de aptitud medica del conductor que incluye examen psicofísico.



- Planilla de seguridad (ARL, EPS).

Para operación de maquinaria pesada deben presentar los siguientes requisitos:

- Tarjeta de registro de maquinaria.
- Declaración de importación.
- Instalación de GPS.
- Póliza de responsabilidad civil.
- Registro de mantenimiento (está prohibido realizar cualquier tipo de mantenimiento o abastecimiento dentro del parque solar).
- Manifiesto de carga.
- Certificado de inspección (prueba de carga).
- Certificado vigente de operador de maquinaria pesada.
- En caso de ser una cama baja debe tener la licencia de tránsito de la cama baja.
- SOAT
- Revisión técnico-mecánica.
- Licencia de conducción del conductor.

Si se requiere usar vehículos tales como grúas, estos deberán ser conectados a tierra mientras estén estacionados dentro de las zonas de la obra, a fin de evitar diferencias de potencial de pongan en riesgo a sus operarios o a otras personas que se encuentren laborando junto a estos equipos.

Operación de camión grúa:

- Certificación de la grúa (inspección de la grúa, prueba de carga).
- Certificación de las eslingas, cadenas, grilletes, diferenciales, equipos de elevación.
- Tabla de carga de equipo.
- Licencia de tránsito.
- SOAT.
- Revisión técnico-mecánica.
- Pólizas de responsabilidad civil, contractual y extracontractual.
- Certificado de aparejador.
- Certificado de operador de grúa.
- Licencia de conducción.

El contratista deberá llevar una planilla la cual deberá ser aprobada por el supervisor y/o la interventoría, con la finalidad de llevar un reporte de huella de carbono generado por los vehículos en el desarrollo del proyecto. Se deben definir las acciones que empleará el contratista a ser implementadas y que permitirán reducir el impacto que se está generando al ambiente.

Todos los documentos serán revisados previamente al inicio y durante la prestación del servicio por parte de la eventual supervisión y/o interventoría del contrato y determinara la conformidad de los mismos.

Los costos por operación y mantenimiento como combustibles, peajes y reparaciones de todos los vehículos y equipos de transporte son por cuenta y costo exclusivo del eventual contratista.

El eventual contratista es responsable de implementar el PESV, que es una herramienta de vital importancia para el transporte seguro de equipos y mercancía peligrosas, el cual deberá adelantar un análisis de riesgo en los hábitos, el entorno y las actividades que realiza. Se debe presentar a la interventoría y/o supervisión del contrato y garantizar su cumplimiento. Los conductores de vehículos dentro del parque solar deberán verificar que la altura total del vehículo (incluyendo accesorios) permita circular de manera segura, evitando colisiones con equipos, personal o estructura.

Se debe presentar para revisión de la eventual supervisión y/o interventoría los indicadores del PESV, plan de preparación y respuesta ante emergencia viales, políticas asociadas al PESV y divulgada a los conductores y operadores del proyecto.

El eventual contratista debe asegurar que todo vehículo que ingrese al parque solar respete los límites de velocidad. Los vehículos que presten servicio con el eventual contratista deberán contar con cámara y sensores de reversa.

El eventual contratista debe presentar un plan vial y de movilización identificando los peligros y riesgo, inspección de líneas eléctricas, telefónicas, gas, entre otras. Verificando el estado o las condiciones de la ruta posibles volcamientos, obstrucciones riesgosas y medidas de aseguramiento.

Sera responsabilidad del eventual contratista evaluar la estabilidad estructural de las vías por donde transiten con las cargas, permitiendo el paso vehicular y el transporte de equipos de manera segura sin ocasionar daños de conductos.

En caso de tener maquinas, vehículos al mismo tiempo dentro del parque solar el eventual contratista debe contar con un controlador vial/señaleros/paleteros. El cual debe presentar registro de capacitación, estar con sus elementos de protección y tener equipo de comunicación con los conductores. Todo vehículo debe contar con un programa de mantenimiento preventivo y correctivo con sus debidos soportes.

8. OBLIGACIONES DEL EVENTUAL CONTRATISTA EN CUANTO AL ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD

- Asegurar los recursos de mano de obra que se requieran para atender la implementación del proyecto.
- Asegurar la conformidad de producto con el RETIE, para todos los materiales utilizados en los sistemas fotovoltaicos e instalaciones eléctricas del proyecto.
- Garantizar la conformidad de las instalaciones eléctricas con el RETIE.
- Generar alternativas viables de mejora durante la implementación del proyecto.
- Establecer los procedimientos de trabajo para la ejecución segura de los mismos.
- Efectuar levantamiento previo en campo de toda la información técnica, administrativa, ambiental, seguridad y salud en el trabajo y social, necesarias para la realización de las actividades de implementación del proyecto.
- Efectuar informes y justificar cambios con respecto a los preliminares de factibilidades entregadas, especificaciones técnicas de construcción y presupuestos de obra del proyecto.
- Organizar toda la documentación necesaria para la ejecución de las actividades de implementación del proyecto.
- Velar por el buen desempeño del equipo de ejecución del proyecto, con el cumplimiento y cierre al 100% de las obras contratadas.

9. COMISIONAMIENTO

Para el comisionamiento del SSFV y las instalaciones eléctricas internas, se deben considerar las siguientes pruebas sin limitarse exclusivamente a estas:

9.1. Pruebas para SSFV

a. Inspección Visual Previa

- Verificar la correcta instalación de los paneles solares, soportes, estructuras y todos los equipos que hacen parte de los SSFV.
- Revisar la integridad de los paneles solares, cables, conectores, canalizaciones y todos los elementos que hacen parte de los SSFV.
- Asegurar que no haya sombreados u obstrucciones que afecten la eficiencia del sistema.
- Verificar la fijación de los módulos para cumplir con los cálculos de cimentación.

b. Prueba de Continuidad y Aislamiento

- Continuidad: Asegurar que no haya interrupciones en los circuitos eléctricos.
- Prueba de aislamiento: Medir la resistencia de aislamiento de los cables de corriente continua (DC) y corriente alterna (AC) para asegurar la seguridad del sistema.

c. Prueba de Polaridad

- Comprobar la correcta polaridad de los módulos fotovoltaicos y conexiones entre ellos, evitando errores en la instalación.

d. Prueba de Impedancia a Tierra

- Medir la resistencia a tierra para asegurar que el sistema está correctamente aterrizado, lo cual es esencial para la seguridad y el funcionamiento del sistema.

e. Pruebas de Cortocircuito y Open Circuit Voltage (Voc)

- Voc (Tensión de circuito abierto): Medir la tensión de cada string de paneles solares para confirmar que coincide con las especificaciones del fabricante.
- Isc (Corriente de cortocircuito): Asegurarse de que los valores de corriente de cortocircuito estén dentro de los rangos previstos.

f. Prueba de Rendimiento bajo Condiciones de Irradiancia Real

- Medir el rendimiento de los módulos y comparar los resultados con las curvas de rendimiento del fabricante bajo las condiciones reales de irradiancia solar.

g. Prueba de Inversores

- Comprobar el arranque y funcionamiento de los inversores.
- Verificar la conversión adecuada de la energía de DC a AC.
- Realizar pruebas de la eficiencia del inversor y que se mantengan dentro de los límites especificados por el fabricante.

h. Pruebas de Sistemas de Protección y Seguridad

- Verificar el funcionamiento correcto de los sistemas de desconexión en caso de sobrecargas, fallas eléctricas o eventos de desconexión del sistema.
- Probar las protecciones diferenciales y termomagnéticas de los inversores.

i. Prueba de Sincronización y Conexión a la Red

- Comprobar que el SSFV se sincroniza correctamente con la red eléctrica y no genera inestabilidad.

j. Pruebas de Monitorización y Comunicación

- Verificar el correcto funcionamiento del sistema de monitorización.
- Asegurarse de que los inversores y demás componentes se comuniquen adecuadamente con los sistemas de monitorización.

k. Prueba de Potencia AC Generada

- Medir la potencia en AC generada por el sistema y compararla con la estimación de diseño para asegurar que el sistema cumple con los parámetros de generación esperados.

l. Elaboración de Reportes

- Generar un informe completo de todas las pruebas realizadas, incluyendo resultados, observaciones y acciones correctivas necesarias.

9.2. Pruebas para batería de Litio.

- Verificación de la conexiones y torque de conformidad estricta a especificaciones de cada equipo. El torquímetro a usar para esta labor debe tener su certificado de calibración vigente.
- Medición de la tensión DC de cada módulo, para esta prueba se deberá tener en cuenta las indicaciones del manual de fabricante de baterías con relación a los valores de tensión nominales, altos y bajos. Si se obtiene una tensión significativamente baja puede indicar un problema como una sobre descarga, un desequilibrio de la celda o un cortocircuito interno, y las lecturas de tensión inusualmente altas pueden indicar sobrecarga o fuga térmica dentro de la batería. En el caso de presentarse valores anormales se deberá realizar el debido reemplazo del módulo de batería defectuoso. El equipo a usar para esta labor debe tener su certificado de calibración vigente.
- Pruebas de carga y descarga para verificación de rendimiento inicial.
- Pruebas termográficas en bornes y en general durante el ciclo de carga y durante el ciclo de descarga, se deberá comparar sistemáticamente las variaciones de temperatura en diferentes partes del módulo de baterías (bornes, conexiones, cuerpo de cada celda, entre otros). Tener en cuenta las indicaciones del manual de fabricante para este tipo de prueba.
- Verificación de parámetros de protección de sobrecarga y sobredescarga.
- Pruebas de temperatura ambiente durante carga y descarga.
- Pruebas de aislamiento / resistencia eléctrica, para esta prueba se deberá tener en cuenta las indicaciones del manual de fabricante de baterías donde se relacionen los valores convencionales de resistencia. Las lecturas de resistencia altas pueden indicar daños internos o aumento de impedancia debido al envejecimiento o la contaminación de la batería y las lecturas de resistencia baja pueden indicar un cortocircuito. En el caso de presentarse valores anormales se deberá realizar el debido reemplazo del módulo de batería defectuoso. El equipo a usar para esta labor debe tener su certificado de calibración vigente.

9.3. Pruebas para instalaciones eléctricas internas.

- Para las pruebas de funcionamiento del sistema deberán se deberán realizar pruebas descritas a continuación ajustando a la norma La Norma UNE 20460-6-61 con esta referencia, los datos deben ser entregados en un documento sobre el comportamiento de los sistemas.
- Medida de continuidad y resistencia de las protecciones.
- Medida de la resistencia de la puesta a tierra.
- Medida de rigidez dieléctrica.
- Medida de la iluminación de los equipos de alumbrado.
- Medida de corrientes de fuga.
- Medida de continuidad de las conexiones del sistema.
- Si los sistemas cuentan con la conexión al SIN o a los sistemas SSFV, realizar medición de voltajes y tierra, de tomacorrientes y salidas de alumbrado.

10. OBLIGACIONES DEL CONTRATISTA EN CUANTO A ADMINISTRACIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

Durante el componente de Administración, Operación y Mantenimiento – AOM, debe realizar durante los 6 meses las siguientes actividades, sin limitarse a ellas:

10.1. Administración

- Gestión normativa: Verificar y asegurar el cumplimiento permanente de la normatividad técnica, ambiental, de seguridad, así como de la regulación vigente asociada a la operación del SSFV y la infraestructura de carga.
- Coordinación de licencias, registros y permisos: Gestionar, cuando aplique, la obtención, actualización o renovación de los permisos, autorizaciones, registros y certificaciones requeridas para la operación de las estaciones de carga y el SSFV durante el periodo de AOM.
- Control y gestión documental: Administrar, actualizar y custodiar la documentación técnica y administrativa, incluyendo manuales de operación y mantenimiento, fichas técnicas, pólizas, registros de mantenimiento, reportes de operación, bitácoras de las estaciones de carga y reportes de generación y consumo energético.
- Gestión de Seguros: Verificar y asegurar, cuando aplique, la vigencia y cobertura de las pólizas de seguro asociadas a la estación de carga y el SSFV, frente a riesgos como accidentes, daños, incendios, desastres naturales, robos o actos vandálicos, garantizando la adecuada protección de los activos durante el periodo de AOM.

10.2. Operación

- Monitorización en Tiempo Real: Realizar la supervisión continua del desempeño del SSFV y de la infraestructura de carga, con el fin de identificar oportunamente fallas, disminuciones de rendimiento, eventos anómalos o indisponibilidades del sistema.
- Optimización de Rendimiento: Implementar acciones y ajustes operativos que permitan maximizar la generación y el aprovechamiento de la energía, considerando las condiciones climáticas, de radiación solar, patrones de uso de los vehículos eléctricos y requerimientos de carga.
- Gestión de la Energía Producida: Controlar y registrar la energía generada, consumida y, cuando aplique, entregada a la red, asegurando una operación eficiente y acorde con la regulación vigente.
- Control de Consumos Propios: Administrar y hacer seguimiento al consumo eléctrico de los equipos asociados al SSFV, tales como inversores, controladores, sistemas de monitoreo y aire acondicionado del cuarto de recarga de baterías, garantizando su operación eficiente.
- Control de Desempeño: Evaluar periódicamente el rendimiento real del SSFV y la estación de carga frente a los valores proyectados, identificando desviaciones, causas técnicas u operativas y definiendo acciones correctivas cuando sea necesario.
- Registro y reporte operativo: Consolidar y reportar la información operativa del SSFV y la estación de carga, mediante registros, bitácoras y reportes periódicos que soporten la toma de decisiones y el seguimiento por parte de la supervisión y/o interventoría.

10.3. Mantenimiento preventivo y predictivo

Este mantenimiento forma parte integral del servicio posventa de los vehículos eléctricos e incluye, como mínimo, la ejecución de las siguientes actividades de inspección y ajuste: verificación de fugas de fluidos; cambio de aceite del diferencial; revisión y ajuste del nivel de líquido de frenos; inspección de estado, montaje, presión y giro libre de llantas y rines; verificación del sistema de dirección; ajuste de guayas en general; lubricación de partes móviles; verificación de señales de torque; así como la revisión integral del sistema eléctrico, voltaje de batería, sistema de carga y limpieza de sulfatación en conectores. Dichas intervenciones se realizarán durante los primeros 4.000 Km, de acuerdo con las recomendaciones del fabricante, a todo costo y riesgo del contratista, garantizando la disponibilidad y el correcto funcionamiento del vehículo sin cargos adicionales para el contratante.

Para dar cumplimiento a lo anterior y asegurar la operatividad tanto de los vehículos como de las estaciones de carga y el SSFV asociado, las actividades de mantenimiento preventivo y predictivo comprenderá las siguientes actividades:

- Inspección Visual Regular: Revisión periódica de los paneles solares, estructuras de soporte, cableado, estaciones de carga y componentes asociados, así como de los vehículos eléctricos (chasis, carrocería, sistema de suspensión y componentes visibles), con el fin de identificar signos de daño, corrosión, suciedad o desgaste prematuro.
- Limpieza de Paneles Solares: Programación y ejecución de la limpieza de los módulos fotovoltaicos como mínimo cada cuatro (4) meses, o con mayor frecuencia según las condiciones ambientales del sitio, para evitar pérdidas de eficiencia por acumulación de polvo, suciedad o residuos.
- Mantenimiento de Inversores y Cargadores: Revisión y mantenimiento periódico de inversores, cargadores y demás equipos eléctricos del sistema de recarga, verificando su correcto funcionamiento, ventilación, protecciones eléctricas y registros de eventos o fallas.
- Inspección de Cableado y Conexiones: Verificación del estado de conductores, conectores, tableros y puntos de conexión eléctrica, tanto del SSFV como de las estaciones de carga, con el fin de prevenir fallas por mal contacto, sobrecalentamiento, desgaste o corrosión.
- Mantenimiento de baterías: Revisión periódica del estado de las baterías de los vehículos eléctricos, incluyendo conectores, parámetros de carga y descarga, limpieza de componentes y verificación de condiciones seguras de operación.
- Mantenimiento preventivo de vehículos eléctricos: Ejecución de actividades periódicas como revisión del sistema de frenos, suspensión, dirección, llantas (presión, desgaste y alineación), sistema eléctrico, luces, señalización, y chequeo general del motor eléctrico y sistemas auxiliares.
- Cambio y rotación de llantas: Programación del cambio o rotación de llantas de los vehículos eléctricos según el desgaste y las recomendaciones del fabricante, garantizando condiciones adecuadas de seguridad y eficiencia en la operación.
- Mantenimiento predictivo: Análisis de datos de operación, consumo energético, ciclos de carga y desempeño de los vehículos eléctricos y del sistema de recarga, con el fin de anticipar fallas, programar intervenciones oportunas y optimizar la vida útil de los componentes.
- Inspección de Estructuras de Soporte: Evaluación de la integridad estructural de los soportes de los paneles solares y de las estaciones de carga, verificando anclajes, fijaciones, nivelación y posibles procesos de corrosión o fatiga estructural.

10.4. Mantenimiento correctivo por garantía

- Reemplazo de Equipos o Partes Defectuosas: Sustitución de componentes dañados o con fallas irreparables, incluyendo baterías, módulos de potencia, controladores, inversores, módulos solares, seccionadores, protecciones eléctricas y demás elementos críticos del sistema, cuando haya lugar a ello por garantía de acuerdo con las garantías legales.
- Respuestas a Emergencias: Activación de protocolos de atención inmediata ante fallas críticas que afecten las estaciones de carga, con el fin de minimizar tiempos de indisponibilidad y garantizar la continuidad del servicio.
- Registro y seguimiento de fallas: Documentación de las intervenciones correctivas realizadas, incluyendo causa raíz, acciones ejecutadas y recomendaciones para prevenir recurrencias, como insumo para la gestión del AOM y la mejora continua del sistema.

10.5. Monitoreo y Análisis de Datos

Durante la operación de las estaciones de carga y el SSFV asociado, el contratista deberá realizar y reportar en informes periódicos las actividades de monitoreo y análisis de datos que permitan evaluar el desempeño integral de la iniciativa, considerando como mínimo las siguientes variables, indicadores y acciones:

Indicadores ambientales:

- Reducción de emisiones de CO2 equivalentes, indicadores ambientales del Plan de Gestión Ambiental.
- Monitoreo de los indicadores ambientales definidos en el Plan de Manejo Ambiental (PMA) o Plan de Gestión

Ambiental (PGA).

Indicadores económicos:

- Estimación del ahorro económico de los beneficiarios asociado a la reducción en costos de energía y combustible.
- Cálculo del ahorro económico para el Estado derivado de la disminución de subsidios a la energía y combustibles, cuando aplique.

Indicadores técnicos:

- Energía mensual y acumulada generada por el SSFV.
- Potencia instalada mensual y acumulada (kWp).

Indicadores sociales:

- Seguimiento a las actividades definidas en el PMA o PGA relacionadas con impactos sociales.
- Realización de evaluaciones periódicas para medir el avance de las actividades y su efecto en la comunidad, verificando el cumplimiento de los objetivos concertados con el FONDO.

Registro y gestión de información energética:

- Monitoreo continuo y registro de la energía generada y utilizada por el sistema.
- Consolidación y almacenamiento de la información operativa de los sistemas.

Análisis de Datos:

- Análisis de tendencias de rendimiento.
- Identificación temprana de posibles fallos o disminuciones en el desempeño.
- Propuesta e implementación de acciones de mejora en la operación del sistema.

Informes de Desempeño:

- Rendimiento energético, uso de los vehículos, fallos detectados, intervenciones de mantenimiento y cumplimiento de las proyecciones de generación y operación.

Verificación de garantías:

- Seguimiento y verificación del cumplimiento de las garantías de rendimiento establecidas por los fabricantes de los equipos y componentes.

Mecanismos de transmisión de datos:

- Garantizar durante todo el periodo de monitoreo la disponibilidad de un sistema de transferencia de datos para el cargue y recepción de información, mediante tecnologías como GSM, wifi, internet satelital u otros medios equivalentes, según las condiciones del sitio.

10.6. Seguridad y Cumplimiento Ambiental

- Implementación de Protocolos de Seguridad: Asegurar la correcta capacitación de los técnicos en las mejores prácticas de seguridad al trabajar en sistemas eléctricos y en altura (en el caso de sistemas elevados).

- Inspección de Sistemas de Protección Contra Sobretensiones: Verificar que los sistemas de protección contra descargas atmosféricas y sobretensiones funcionan correctamente.
- Gestión de Residuos y Sustitución de Equipos: Manejo adecuado de residuos generados en la operación y mantenimiento, incluyendo la disposición responsable de baterías y equipos retirados.
- Cumplimiento de Normas Medioambientales: Supervisión del cumplimiento de las normativas ambientales relacionadas con la operación del sistema solar.
- Todas las obras de adecuación de terreno, obras civiles complementarias, excavaciones y disposición de residuos son responsabilidad del CONTRATISTA, quien deberá aplicar las medidas preventivas y la debida diligencia para evitar accidentes y deficiencias en el proceso constructivo que sea requerido en desarrollo del proyecto. Para el efecto, el CONTRATISTA deberá garantizar el uso de equipos y elementos de protección personal por parte del personal de la obra y capacitaciones en HSEQ constantes.
- Dar cumplimiento a la normativa ambiental y social vigente, así como a las medidas y demás disposiciones del PGA o PMA.

10.7. Gestión de Repuestos y logística

- Inventario de Repuestos: Mantener un inventario de repuestos críticos, como módulos solares, fusibles, inversores, cables, entre otros, para minimizar tiempos de reparación. Lo anterior como parte también del cumplimiento de garantías de productos y servicios.
- Logística de Mantenimiento: Planificación de la logística de transporte, instalación y mantenimiento de los equipos y repuestos.

10.8. Capacitación y Gestión del Personal

- Entrenamiento del Personal Técnico: Asegurar la continua formación de los técnicos en las últimas tecnologías y mejores prácticas para el mantenimiento y operación de sistemas solares.
- Supervisión y Coordinación de Trabajos: Planificación y coordinación de las tareas de los equipos de mantenimiento, asegurando que se sigan los procedimientos establecidos.
- Evaluación del Desempeño del Personal: Monitorear y evaluar el rendimiento del personal técnico para asegurar que se cumplan los estándares de calidad y seguridad.

10.9. Pruebas requeridas

El CONTRATISTA deberá realizar cada 3 meses por el periodo de AOM las pruebas y/o verificaciones de funcionamiento para cada uno de los siguientes equipos:

- SSFV:** Se deberán realizar las pruebas y/o verificaciones exigidas en las normas IEC 62446-1, IEC 62446-2 y IEC 61724-1.
- Inversores:** Se deberán realizar al menos las siguientes pruebas y/o verificaciones, de acuerdo con lo dispuesto en las normas IEC 62109-1, 62109-2 y 62116 o equivalentes:
 - Verificación del estado general del equipo.
 - Prueba de arranque.
 - Prueba de verificación de conversión DC/AC.
 - Pruebas de medición de eficiencia.
 - Revisión de Actualización
- Tableros de baja y media tensión:** Se deberán realizar al menos las siguientes pruebas y/o verificaciones, de acuerdo con lo dispuesto en las normas NEMA ICS 18, NEMA C37.50 y/o UL 845 o IEC 61439-1 o equivalente:

- Inventario de componentes según planos y listado de partes.
- Verificación aleatoria de Conexión de Componentes según los planos.
- Pruebas funcionales de inserción y extracción de gavetas y enclavamientos mecánicos.
- Verificación de enclavamientos mecánicos y eléctricos.
- Comprobación de la secuencia de fases en todas las salidas de fuerza.
- Comprobación de los circuitos de disparo relés y protecciones térmicas.
- Verificación de la operación de los instrumentos de medida.
- Medición de resistencia de aislamiento para fase-fase y fase tierra.
- Pruebas de operación de los interruptores de Potencia.
- Pruebas de Operación de la transferencia automática (cuando aplique).
- Prueba de los calentadores de ambiente y sus controles.
- Pruebas de Señalización y Alarmas.
- Pruebas aleatorias para verificar los valores de torque de la tornillería.

d. Baterías: Se deberán realizar al menos las siguientes pruebas y/o verificaciones, de acuerdo con lo dispuestos en las normas IEC 62133:

- Verificación de conexiones.
- Medición de tensión en DC para cada módulo.
- Pruebas de carga y descarga para verificación de rendimiento.
- Pruebas termográficas.
- Pruebas de aislamiento / resistencia eléctrica.

11. RECONOCIMIENTO ÍTEMS NO PREVISTOS U OBRAS COMPLEMENTARIAS

En el evento que, durante el desarrollo del contrato, se detecte la necesidad de ejecutar ítems no previstos en los formularios de cantidades y precios u obras complementarias, se procederá de acuerdo con lo establecido a continuación:

- a. La supervisión y/o interventoría, previa solicitud del contratista, debe presentar a FENOG un informe oportuno, detallado y debidamente motivado que sustente la ejecución de los ítems no previstos u obras complementarias, el cual permitirá a FENOG determinar si tales solicitudes son procedentes o no. El informe en mención debe contener una descripción de las especificaciones técnicas que regirán la ejecución de dichos ítems u obras, la descripción de la medida y pago, una relación de los mismos con sus respectivas cantidades de obra (en el evento de obras complementarias, éstas deberán ser desagregadas a través de ítems).
- b. El contratista deberá entregar 3 cotizaciones a la supervisión y/o interventoría.
- c. La supervisión y/o interventoría deberá analizar y verificar la información y justificar cuál es la mejor cotización de los ítems no previstos, para revisión y aprobación del director(a) ejecutivo de FENOG.
- d. La supervisión y/o interventoría deberá entregar el formato de análisis de precios unitarios debidamente firmado y con los soportes.
- e. Una vez sea aprobado el valor de los ítems no previstos (APUs), se proyectará el acta de incorporación de nuevos APU, la cual deberá estar debidamente suscrita por el contratista, supervisión y/o interventoría, y el director ejecutivo.
- f. Posteriormente, el FENOG adelantará la formalización de la incorporación de estos nuevos APU mediante modificación contractual con el fin de incluir el(los) ítem(s) y adicionar el valor respectivo, procedimiento que se adelantará previo a la ejecución de actividades y/o elementos no previstos.



- g. Si FENOGUE determina llevar a cabo la ejecución de los ítems no previstos u obras complementarias y si el monto calculado del valor de los trabajos no supera el valor del CONTRATO, se procederá a la aprobación de los ítems no previstos y a la suscripción del acta de fijación de ítems no previstos o el procedimiento que defina la supervisión y/o interventoría, para lo cual se atenderán todas las condiciones establecidas en el presente documento y normas y conceptos aplicables para tal fin.
- h. En caso, donde el valor de los trabajos surgidos por la inclusión de ítems no previstos supere el valor del contrato y sea aceptado por FENOGUE, se procederá con la suscripción de la respectiva modificación para adicionar el contrato; para lo cual se atenderán todas las condiciones establecidas en el presente documento y en el Manual de Contratación de FENOGUE para tal fin.
- i. La forma de pago de los ítems no previstos u obras complementarias se registrará tal y como se estableció en el proceso de selección que originó el presente contrato.

Nota 1: FENOGUE no reconocerá suma alguna al contratista, si ha llevado a cabo la construcción de ítems no previstos u obras complementarias sin cumplir con las condiciones aquí establecidas.

Nota 2: En dado caso, la supervisión y/o interventoría no tendrá facultad para ordenar la ejecución de tales obras, sin contar con la aprobación previa de FENOGUE.