

ANEXO 01

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS MINIMAS

Las presentes son las Especificaciones Técnicas para la implementación de:

- I. Sistema de almacenamiento de energía con baterías integrado en estructuras metálicas tipo contenedor y equipos asociados.*
- II. Sistema de Coordinación de la Operación entre SSFV en red aislada.*

Agosto 2025

TABLA DE CONTENIDO

1.	GLOSARIO DE TÉRMINOS	3
2.	OBJETO	8
3.	ALCANCE	8
3.1.	Componente 1. Implementación sistema tipo BESS	8
3.2.	Componente 2. Implementación coordinación de la operación	9
4.	ZONA GEOGRÁFICA DEL PROYECTO	9
5.	NORMAS Y CÓDIGOS APLICABLES	10
6.	CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA IMPLEMENTACION	11
6.1.	Condiciones generales	11
6.2.	Condiciones de servicio	12
7.	TRANSPORTE DE EQUIPOS	12
7.1.	Transporte internacional y costos relacionados	12
7.2.	Transporte nacional	12
7.3.	Descargue de equipos con grúa o montacargas en lugar de ejecución del proyecto	13
8.	SISTEMA ALMACENAMIENTO DE ENERGIA CON BATERIAS (BESS)	14
8.1.	Características Constructivas Generales	14
8.2.	Estructuras metálicas tipo contenedor	16
8.3.	Regulador de carga solar	18
8.4.	Tablero de protección y conexión de corriente continua (gabinete maestro)	18
8.5.	Almacenamiento con baterías	18
8.6.	Gabinete de protección y transferencia Automática	21
8.7.	Sistema integrado de monitoreo	21
8.8.	Alimentadores y canalizaciones	21
8.9.	Normatividad de mínimo cumplimiento	21
8.10.	Especificaciones técnicas equipos	23
9.	COORDINACIÓN DE LA OPERACIÓN	25
9.1.	Equipos para sincronismo entre las dos granjas	25
9.2.	Sistema de comunicación con red de fibra óptica	26
10.	NORMATIVIDAD GENERAL DE MINIMO CUMPLIMIENTO:	26
11.	COMISIONAMIENTO	27
11.1.	Pruebas para el sistema	27
11.2.	Pruebas para el sistema de coordinación de la operación	29
12.	OBLIGACIONES DEL CONTRATISTA EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO	30
13.	OBLIGACIONES DEL CONTRATISTA EN CUANTO A VEHÍCULOS Y TRANSPORTE	32
14.	OBLIGACIONES DEL EVENTUAL CONTRATISTA EN CUANTO AL ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD	34
15.	RECONOCIMIENTO ÍTEMS NO PREVISTOS U OBRAS COMPLEMENTARIAS	34

1. GLOSARIO DE TÉRMINOS

Almacenamiento: Sistema de almacenamiento o Energy Storage System (ESS). Se trata de un dispositivo o grupo de dispositivos que almacenan energía eléctrica para suministrarla en un momento posterior.

BESS: Sistema de Almacenamiento de Energía con Baterías o Battery Energy Storage System (ESS). Se trata de un grupo de dispositivos que almacenan energía eléctrica con baterías para suministrarla en un momento posterior a su almacenamiento. incorporan también una serie de herramientas de software y hardware que permiten gestionar el suministro de electricidad, mejorar la eficiencia de las redes eléctricas evitando intermitencias y proporcionar energía de respaldo en caso de interrupciones.

BOL: Principio de vida útil de una batería, se refiere a la energía, capacidad y potencia de las baterías cuando se construyen por primera vez.

Calidad: La totalidad de las características de un ente que le confieren la aptitud para satisfacer necesidades explícitas e implícitas. Es un conjunto de cualidades o atributos, como disponibilidad, precio, confiabilidad, durabilidad, seguridad, continuidad, consistencia, respaldo y percepción.

Certificación: Procedimiento mediante el cual un organismo expide por escrito un certificado o un dictamen, para un producto, un proceso o servicio que cumple un Reglamento técnico o una(s) norma(s) de fabricación.

Certificado de conformidad: Documento emitido conforme a las reglas de un sistema de certificación, en el cual se debe confiar razonablemente que un producto, proceso o servicio es conforme con un Reglamento técnico, una norma, especificación técnica u otro documento normativo específico.

Certificación de la experiencia: Documento mediante el cual se certifica experiencia laboral. Al efecto se reconocerán como válidas las certificaciones expedidas con el lleno de requisitos establecidos en el artículo 2.2.2.3.8 del Decreto 1083 de 2015, o la norma que la adicione, modifique o sustituya.

Certificación plena: Proceso de certificación de un sistema o instalación eléctrica respecto del cumplimiento de los requisitos establecidos en el RETIE, el cual consiste en la declaración de cumplimiento suscrita por la persona competente responsable del diseño de la instalación, la declaración de cumplimiento de la construcción de la instalación, acompañadas del dictamen de inspección emitido por un organismo de inspección acreditado por ONAC.

Certificado de conformidad: Documento emitido conforme a las reglas de un sistema de certificación, en el cual se debe confiar razonablemente que un producto, proceso o servicio es conforme con un Reglamento técnico, una norma, especificación técnica u otro documento normativo específico.

Contratista: Persona natural o jurídica que asume la ejecución total o parcial de la obra o servicio que eventualmente se espera contratar por el Fondo, en dónde se incluyen actividades de la coordinación del suministro, transporte, instalación de equipos, pruebas y puesta en marcha de los sistemas.

Corriente eléctrica: Es el movimiento de cargas eléctricas entre dos puntos que no se hallan al mismo potencial, por tener uno de ellos un exceso de electrones respecto al otro.

Corrosión: Agresión a una materia y destrucción progresiva de la misma, mediante una acción química, electroquímica, bacteriana o por interferencia electromagnética.

Cortocircuito: Unión de muy baja resistencia entre dos o más puntos de diferente potencial del mismo circuito.

Diagrama eléctrico unifilar: Diagrama que describe la topología y características eléctricas de un área de interés.

Dictamen de inspección: Documento emitido por el Organismo de inspección, mediante el cual se evidencia el cumplimiento o incumplimiento de los requisitos contemplados en el RETIE que le aplican a esa instalación eléctrica. Cuando el dictamen demuestra el cumplimiento del Reglamento se considera una certificación de inspección.

Electricidad: El conjunto de disciplinas que estudian los fenómenos eléctricos o una forma de energía obtenida del producto de la potencia eléctrica consumida por el tiempo de servicio.

Electrocución: Paso de corriente eléctrica a través de un cuerpo humano, cuya consecuencia es la muerte.

Ensayo: Conjunto de pruebas y controles a los cuales se somete un bien para asegurarse que cumple normas y pueda desempeñar la función requerida.

EOL: Fin de la vida útil de una batería, se produce cuando la batería ya no puede cumplir con sus especificaciones mínimas, y se alcanza cuando la batería no puede almacenar más de un 70 - 80% de su valor nominal.

Equipo: Término general que incluye materiales, herrajes, dispositivos, artefactos, luminarias, aparatos, maquinaria y similares utilizados como parte de, o en conexión con una instalación eléctrica.

Estructura: Todo aquello que puede ser construido o edificado, pueden ser fijas o móviles, pueden estar en el aire, sobre la tierra, bajo tierra o en el agua.

Evaluación de la conformidad: Procedimiento utilizado, directa o indirectamente, para determinar que se cumplen los requisitos o prescripciones pertinentes de los Reglamentos técnicos o normas.

Experiencia: Se entiende por experiencia los conocimientos, las habilidades y las destrezas adquiridas o desarrolladas mediante el ejercicio de una profesión, arte u oficio.

Experiencia laboral: Son los conocimientos, las habilidades y las destrezas adquiridas o desarrolladas mediante el ejercicio de una profesión, arte u oficio.

Experiencia profesional: Para los efectos del ejercicio de la ingeniería o de alguna de sus profesiones afines o auxiliares, la experiencia profesional solo se computará a partir de la fecha de expedición de la matrícula profesional o del certificado de inscripción profesional, respectivamente.

Fabricante: Persona natural o jurídica que diseña, produce y certifica los bienes o equipos necesarios para la implementación de los sistemas, asumiendo la responsabilidad sobre su calidad, especificaciones técnicas y cumplimiento normativo.

Factibilidad: Esta fase se orienta a definir detalladamente los aspectos técnicos de la solución planteada con el proyecto aprobado. Para ello se analiza minuciosamente la alternativa recomendada, prestándole particular atención al tamaño óptimo del proyecto, su momento de implementación o puesta en marcha, su estructura de financiamiento, su organización administrativa, su cronograma y su plan de monitoreo. Igualmente debe incluir estudio de impacto ambiental o licencia ambiental en trámite (de requerirse), licencia social (reflejada en los acuerdos con la comunidad), permisos de construcción y operación, evaluación financiera, entre otros necesarios, de acuerdo con la naturaleza del proyecto.

Fuentes No Convencionales de Energía Renovable (FNCER): Son aquellos recursos de energía renovable disponibles a nivel mundial que son ambientalmente sostenibles, pero que en el país no son empleadas o son utilizadas de manera marginal y no se comercializan ampliamente. Se consideran FNCER la biomasa, los pequeños aprovechamientos hidroeléctricos, la eólica, la geotérmica, la solar y los mares. Otras fuentes podrán ser

consideradas como FNCER según lo determine la UPME.

Generación de energía eléctrica: Proceso mediante el cual se obtiene energía eléctrica a partir de alguna otra forma de energía.

Impacto ambiental: Acción o actividad que produce una alteración, favorable o desfavorable, en el medio ambiente o en alguno de los componentes de este.

Instalación eléctrica: Montaje de equipos eléctricos que se emplea para la generación, transmisión, conversión, distribución y/o uso final de la energía eléctrica.

Interventoría: Proceso de supervisión y control que un tercero ejerce sobre un contrato para verificar, exigir y velar por el cumplimiento de lo establecido contractualmente desde el punto de vista técnico, administrativo, jurídica/legal, financiera/contable, ambiental y social.

Mantenimiento: Conjunto de acciones o procedimientos tendientes a preservar o restablecer un bien, a un estado tal que le permita garantizar la máxima confiabilidad.

Material: Cualquier sustancia, insumo, parte o repuesto que se transforma con su primer uso o se incorpora a un bien como parte de él.

Matriz de evaluación de riesgos: Herramienta para la evaluación de los riesgos, y su clasificación.

Monitoreo: Supervisión continua del rendimiento y el estado del sistema para asegurar su funcionamiento óptimo. A través de herramientas y plataformas tecnológicas locales o en la nube, que permite recopilar información para ser analizada como la producción de energía (medida en kWh), el estado de los paneles solares, el inversor, y otros componentes del sistema. El objetivo principal es detectar posibles problemas, optimizar el rendimiento, alertas, notificaciones y garantizar que el sistema esté generando la cantidad de energía esperada.

Nivel de riesgo: Equivale a grado de riesgo. Es el resultado de la valoración conjunta de la probabilidad de ocurrencia de los accidentes, de la gravedad de sus efectos y de la vulnerabilidad del medio.

Norma técnica: Documento aprobado por una institución reconocida, que prevé, para un uso común y repetido, reglas, directrices o características para los productos o los procesos y métodos de producción conexos, servicios o procesos, cuya observancia no es obligatoria.

Norma técnica colombiana (NTC): norma técnica aprobada o adoptada como tal por el organismo nacional de normalización.

Norma técnica internacional: norma adoptada por una organización internacional de normalización y que se pone a disposición del público.

Operador de red (OR): Empresa de Servicios Públicos encargada de la planeación, de la expansión y de las inversiones, operación y mantenimiento de todo o parte de un Sistema de Transmisión Regional o un Sistema de Distribución Local.

Organismo de acreditación: Entidad que acredita y supervisa los organismos de certificación e inspección y laboratorios de pruebas, ensayos y metrología que hagan parte del Subsistema Nacional de la Calidad.

Organismo de inspección: Entidad que ejecuta actividades de medición, ensayo o comparación con un patrón o documento de referencia de un proceso, un producto, una instalación o una organización y confrontar los resultados con unos requisitos especificados.

Peligro: Condición no controlada que tiene el potencial de causar lesiones a personas, daños a instalaciones o afectaciones al medio ambiente.

Persona competente: Es la persona natural que ha demostrado su formación a través de matrícula profesional vigente, que según la normatividad legal lo autorice o acredite para el ejercicio de la profesión como técnico, tecnólogo o ingeniero para ejercer en el campo de la electrotecnia considerando los riesgos asociados a la electricidad y que ha adquirido conocimientos y habilidades.

Persona natural: Según el artículo 74 del Código Civil Colombiano son personas todos los individuos de la especie humana, cualquiera que sea su edad, sexo, estirpe o condición.

Plano eléctrico: Representación gráfica de las características de diseño y las especificaciones para construcción o montaje de equipos y obras eléctricas.

Proveedores: Personas naturales o jurídicas que suministran bienes o servicios necesarios para la implementación de los sistemas, sin que necesariamente sea el productor original de los productos a instalar.

Puesta en marcha: Puesta en marcha de un sistema fotovoltaico (exceptuando los tiempos o periodos de prueba) es el proceso que se realiza después de la instalación y la inspección de un sistema fotovoltaico para conectarlo a la red y transferir energía. Este proceso es importante para garantizar que el sistema se haya instalado correctamente y funcione de acuerdo con las especificaciones de diseño.

Ratio de descarga: Es la relación entre la capacidad de energía y la capacidad de potencia de una batería. Se utiliza para expresar la velocidad a la que una batería libera su energía.

Reglamento técnico: Documento en el que se establecen las características de un producto, servicio o los procesos y métodos de producción, con inclusión de las disposiciones administrativas aplicables y cuya observancia es obligatoria.

Replanteo: Definición de las condiciones óptimas para la implementación con base en el diseño preliminar.

RETIE: Acrónimo del Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas adoptado por Colombia.

Red de Media Tensión (MT): Red de Media tensión eléctrica es el término que se usa para referirse a un sistema de distribución compuesto por instalaciones eléctricas con tensión nominal de entre 1 kV y 57.5 kV.

Red aislada: Sistema eléctrico autónomo, desconectado del Sistema Interconectado Nacional – SIN, que opera de acuerdo con su propio sistema de generación, demanda, red de distribución y demás equipos asociados a la operación.

Red de Baja Tensión (BT): La red de baja tensión (BT) es una red de distribución eléctrica que se encarga de transportar energía a los hogares y a otros entornos. Se define como una red con una tensión nominal menor o igual a 1.000 V y mayores o iguales de 25 V c.a. o 60 V c.c.

Riesgo: Probabilidad de que, en una actividad, se produzca una pérdida determinada, en un tiempo dado.

Seguridad: Condición del producto conforme con la cual, en situaciones normales de utilización, teniendo en cuenta la duración, la información suministrada en los términos de la presente ley y si procede, la puesta en servicio, instalación y mantenimiento no presenta riesgos irrazonables para la salud o integridad de los consumidores. En caso de que el producto no cumpla con los requisitos establecidos en Reglamentos técnicos se presumirá inseguro.

Señalización: Conjunto de símbolos, señales gráficas y escritas, así como de actuaciones y medios dispuestos para reflejar las advertencias de seguridad en una instalación.

Sistema de Coordinación de la Operación: Conjunto de elementos, equipos, dispositivos, protocolos de comunicación y procedimientos que permiten intercambiar información en tiempo real entre las plantas de generación de una red eléctrica, para coordinar la generación, flujos de carga y consumos de energía, garantizando la estabilidad, seguridad y calidad del servicio.

Sistema de Puesta a Tierra (SPT): Conjunto de elementos conductores continuos de un sistema eléctrico específico, sin interrupciones, que conectan los equipos eléctricos con el terreno o una masa metálica. Comprende la puesta a tierra y la red equipotencial de cables que normalmente no conducen corriente.

Sistema Solar Fotovoltaico (SSFV): Total de los componentes y subsistemas que, combinados, convierten la energía solar en energía eléctrica.

Sobrecarga: Funcionamiento de un elemento excediendo su capacidad nominal.

Sobretensión: Tensión anormal existente entre dos puntos de una instalación eléctrica, superior a la tensión máxima de operación normal de un dispositivo, equipo o sistema.

Subestación: Conjunto único de instalaciones, equipos eléctricos y obras complementarias, destinado a la transferencia de energía eléctrica, mediante la transformación de tensiones o la maniobra de circuitos de potencia.

Suministro de materiales: Es el proceso de la compra de los materiales necesarios y que estén disponibles en el sitio del proyecto (corregimiento de Puerto Estrella, municipio de Uribia, departamento de la Guajira), asegurando la gestión eficiente de los recursos requeridos en el Sistema de almacenamiento de energía baterías integrado BESS y equipos asociados. Esto incluye la gestión de inventarios y su almacenamiento adecuado.

Supervisión: Proceso de monitorear, dirigir y controlar actividades o tareas para asegurar que se realicen de acuerdo con los estándares, objetivos y procedimientos establecidos.

Tensión: Diferencia de potencial eléctrico entre dos conductores, que hace que fluyan electrones por una resistencia. Tensión es una magnitud, cuya unidad es el voltio.

Tensión máxima para un equipo: Tensión máxima para la cual está especificado, sin rebasar el margen de seguridad, en lo que respecta a su aislamiento o a otras características propias del equipo.

Tensión máxima de un sistema: Valor de tensión máxima en un punto de un sistema eléctrico, durante un tiempo, bajo condiciones de operación normal.

Tensión nominal: Valor de la tensión con el cual se designa un sistema, instalación o equipo y para el que ha sido previsto su funcionamiento y aislamiento. Para el caso de sistemas trifásicos, se considera como tal la tensión entre fases.

Tierra (Ground o Earth): Para sistemas eléctricos, es una expresión que generaliza todo lo referente a conexiones con tierra. En temas eléctricos se asocia con suelo, terreno, tierra, masa, chasis, carcasa, armazón, estructura o tubería metálica de agua. El término “masa” sólo debe utilizarse para aquellos casos en que no es el suelo, como en los aviones, los barcos y los carros.

Trabajo: Actividad relacionada con el campo de la electrotecnia que conlleve a un riesgo eléctrico.

Transformación: Proceso mediante el cual son modificados, los parámetros de tensión y corriente de una red eléctrica, por medio de uno o más transformadores, cuyos secundarios se emplean en la alimentación de otras subestaciones o centros transformación (incluye equipos de protección y seccionamiento).

Transmisión: Proceso mediante el cual se hace transferencia de grandes bloques de energía eléctrica, desde las centrales de generación hasta las áreas de consumo.

Transporte de materiales: Consiste en el movimiento físico de los materiales desde un lugar de la compra o suministro hasta el sitio del proyecto (corregimiento de Puerto Estrella, municipio de Uribia, departamento de la Guajira). Esto puede incluir el transporte desde el proveedor o fabricante hasta el sitio del proyecto se debe seleccionar el transporte adecuado (carretera, ferrocarril, marítimo y/o aéreo, entre otros) y gestionar la logística de carga y descarga

Vida útil: Tiempo durante el cual un bien cumple la función para la que fue concebido, conforme a los valores declarados por el fabricante.

2. OBJETO

Determinar valores de referencia del mercado para la implementación de un sistema de almacenamiento de energía con baterías (BEES), integrado en estructuras metálicas tipo contenedor y sus componentes asociados, en el marco de la implementación de un SSFV con almacenamiento en el corregimiento de Puerto Estrella, municipio de Uribia en el departamento de La Guajira, al igual que la incorporación y ejecución de un sistema de coordinación de la operación entre los SSFV ubicados en los corregimientos de Puerto Estrella y Nazareth.

3. ALCANCE

El alcance del eventual contrato comprenderá la realización a todo costo y riesgo de los componentes 1 y 2 que se detallan a continuación:

3.1. Componente 1. Implementación sistema tipo BESS

Componente 1A. Ingeniería de detalle

El CONTRATISTA debe realizar la ingeniería de detalle del Sistema BESS, que cumplan con la normatividad vigente, las cuales serán sometidas a la aprobación de la SUPERVISIÓN y/o INTERVENTORÍA del CONTRATO.

Diseño, ingeniería detallada y selección de equipos del sistema de almacenamiento de energía con baterías integrado en estructuras metálicas tipo contenedor, con sus equipos asociados, sistemas auxiliares, hardware y software necesarios para la implementación, utilizando la normativa aplicable y teniendo en cuenta las condiciones del proyecto integral de *“implementación de un Sistema Solar Fotovoltaico con almacenamiento en el corregimiento de Puerto Estrella, municipio de Uribia, La Guajira”*.

Para dar contexto y facilitar la ejecución de esta componente, FENOGE entregará el *Anexo 02 – Esquema de operación del SSFV*, a modo de guía de la proyección de un Sistema BESS y del SSFV que se utilizó como referencia.

Componente 1B. Suministro, transporte, instalación, pruebas y puesta en marcha

Se debe realizar el suministro, transporte, instalación, pruebas y puesta en marcha de un sistema de almacenamiento de energía con baterías integrado en estructuras metálicas tipo contenedor y equipos asociados para un SSFV de 1.256 kWp con almacenamiento de 1.290KWh, de acuerdo con los resultados de las actividades del Componente 1A: Ingeniería de detalle. Dicho SSFV cuenta con valores de referencia calculados bajo la

metodología de estudios de mercado de proyectos ejecutados y contratados por el FENOGE.

En el desarrollo de este componente se debe realizar el suministro de todos los recursos, el transporte hasta el punto de construcción, la instalación de elementos y materiales, el aseguramiento de las pruebas FAT y SAT, certificaciones RETIE y la puesta en marcha del Sistema BESS para SSFV en todos los escenarios operativos (ON/ON, ON/OFF, OFF/ON, OFF/OFF) que se puedan presentar en la red eléctrica que se constituye entre Puerto Estrella y Nazareth, viabilizados y aprobados en el Componente 1: Ingeniería de detalle, por la Interventoría y/o Supervisión (según corresponda) del eventual CONTRATO, dando estricto cumplimiento a la normatividad aplicable y obteniendo las autorizaciones, permisos, certificaciones, informes, licencias y realizando todos los demás trámites que resulten necesarios para el normal funcionamiento y operación del SSFV y el sistema de almacenamiento.

3.2. Componente 2. Implementación coordinación de la operación

Componente 2A – Diseño e ingeniería de detalle de la coordinación de la operación:

El diseño y la ingeniería detallada para la instalación de los equipos necesarios creación y configuración de la lógica o sistema de coordinación para la operación de las granjas solares del corregimiento de Puerto estrella y Nazaret mediante la utilización de red de media tensión existente, incluyendo monitoreo y análisis previo de datos, selección de equipos asociados, sistemas auxiliares, hardware y software necesarios para la implementación, utilizando la normativa aplicable; y considerando todos los posibles escenarios operativos que se puedan presentar entre ellos (ON/ON, ON/OFF, OFF/ON, OFF/OFF).

Componente 2B – Suministro, transporte, instalación, pruebas y puesta en marcha coordinación de la operación:

Suministro, transporte, instalación, pruebas, configuración y puesta en marcha de los equipos necesarios para sostener una continuidad en el suministro de energía en Puerto Estrella y Nazareth ante posibles contingencias, mediante la implementación de una lógica de control o sistema de coordinación para la operación de las granjas solares de estos dos corregimientos mediante el uso de la red de media tensión existente.

4. ZONA GEOGRÁFICA DEL PROYECTO

El proyecto se encuentra ubicado en el corregimiento de Puerto Estrella, municipio de Uribia, departamento de La Guajira.



Figura 1 Ubicación de los corregimientos de Puerto Estrella y Nazareth, en el extremo norte de La Guajira, ubicados a 19 km aproximadamente entre ellos

5. NORMAS Y CÓDIGOS APLICABLES

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

- Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE.
- Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público RETILAP
- Normativa Técnica para construcción de redes MT/BT del Operador de Red del departamento de La Guajira (Air-E S.A. E.S.P.)¹
- Resolución 5018 de 2019 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

¹ Dado que el operador de red de Nazareth no cuenta con normatividad técnica para construcción de redes de MT y BT, se tomará como referencia las normas técnicas para construcción de redes de MT/BT de la empresa Air-e por ser el operador del departamento de la Guajira, y se consideran que son aplicables a Nazareth. Y se considerará este considerando a lo largo de este documento.

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.
- RETILAP: Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público
- 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 empleador

- Cumplimiento del Sistema de Gestión en Seguridad y Salud en el trabajo Acorde a lo estipulado por el decreto Único Reglamentario Sector Trabajo 1072 del 26 de mayo de 2015 y/o para todas las anteriores normas que le adicione, modifique o derogue.
- Normas para trabajo en alturas
- Normas en trabajo en espacios confinados (cuando aplique)
- 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 (cuando aplique)
- Normas en el Plan Estratégico de Seguridad Vial - PESV (cuando aplique)
- Normas en Construcción de vías (cuando aplique)
- Norma en Planes de Manejo de Tránsito - PMT (cuando aplique)

El código o norma a que se refiera en esta especificación significará el código o norma en su última revisión o modificación. Suministros, fabricación y/o pruebas realizadas basadas en otras normas internacionales equivalentes, podrían ser aceptadas, siempre que ello sea acordado y establecido por escrito con el Contratante. Si el futuro CONTRATISTA desea utilizar otros Códigos o Normas distintos a los señalados en esta especificación, debe presentar la justificación técnica correspondiente para que el FENOGE evalúe la aplicabilidad de dichos códigos o normas.

6. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA IMPLEMENTACION

6.1. Condiciones generales

Los equipos, componentes y materiales, incluidos en el suministro e instalación, serán nuevos, de primera calidad, considerando materiales adecuados para zona de alta salinidad, de contar con certificado de producto RETIE, según aplique y adecuados para dar cumplimiento y/o superar los requerimientos especificados y deben 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 deben 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, deben ser 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 y los ajustes necesarios que se hagan sobre éste.

6.2. Condiciones de servicio

Los equipos deben ser diseñados y validados para operar sin limitaciones a plena capacidad, en las condiciones ambientales u 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.

7. TRANSPORTE DE EQUIPOS

7.1. Transporte internacional y costos relacionados

El transporte debe ser gestionado desde la planta de fabricación en el lugar de origen hasta el puerto de destino en Colombia, bajo la modalidad "Puerta a Puerto". El Contratista del equipo debe ser el responsable de toda la logística de exportación.

Las dimensiones de los equipos y de las estructuras metálicas tipo contenedor serán definidas y aprobadas por la Interventoría y/o Supervisión durante la etapa de diseño en el componente 1A. El Sistema de Almacenamiento de Energía con Baterías (BESS) debe ser distribuido en diferentes estructuras con dimensiones aptas para transporte oceánico. El embalaje debe proteger los equipos de vibraciones, golpes y, especialmente, de la humedad.

El Contratista debe suministrar toda la documentación necesaria, incluyendo el Conocimiento de Embarque (Bill of Lading), la Lista de Empaque detallada, el Certificado de Origen y los manuales de manejo y seguridad.

El Contratista debe incluir como mínimo, sin limitarse a ellos los siguientes gastos:

- Flete marítimo.
- Cargos portuarios y de manejo en el puerto de origen.
- Costos de aduana de exportación en el país de origen.
- Seguro de carga internacional a todo riesgo, que cubra el valor total de los equipos.
- Declaración de mercancía delicada para las baterías.
- Los impuestos de importación y aranceles en Colombia.

7.2. Transporte nacional

Transporte terrestre desde el puerto en Colombia hasta el lugar de instalación de los equipos en el corregimiento de Puerto Estrella en La Guajira.

Una vez nacionalizados los equipos, el Contratista debe gestionar la logística para su transporte terrestre,

realizando previamente un estudio de ruta exhaustivo que permita identificar tramos de difícil acceso, el estado actual de las vías, restricciones de peso, altura y dimensiones, así como planificar las maniobras necesarias para garantizar una llegada segura al destino.

Debido a la naturaleza del equipo y a la ubicación remota del proyecto, se debe elaborar e implementar un plan de seguridad vial y patrimonial, que incluya, de ser necesario, el acompañamiento de escolta de seguridad privada o de la Fuerza Pública. Todo el proceso debe cumplir estrictamente con la normatividad vigente en Colombia, especialmente lo establecido por el Ministerio de Transporte para el traslado de cargas especiales y/o sobredimensionadas, incluyendo los permisos, autorizaciones y señalización reglamentaria.

El vehículo asignado para el transporte debe encontrarse en óptimas condiciones mecánicas, contar con la revisión técnico-mecánica vigente, pólizas de responsabilidad civil y seguro obligatorio, así como con un sistema de rastreo satelital (GPS) operativo durante toda la operación.

El Contratista debe incluir como mínimo, sin limitarse a ellos los siguientes gastos:

- Gastos de nacionalización y aduanas en el puerto.
- Gastos de descargue de los equipos en el puerto y su cargue en el vehículo de transporte.
- Flete terrestre desde el puerto hasta el sitio del proyecto en el corregimiento de Puerto Estrella.
- Gastos de escolta y seguridad si son requeridos.
- Seguro de carga nacional, que cubra el trayecto terrestre.

7.3. Descargue de equipos con grúa o montacargas en lugar de ejecución del proyecto

El descargue de los equipos suministrados se debe hacer en el lugar y disposición definida previamente en la etapa de diseño y debe incluir los equipos de izaje, herramientas y mano de obra necesaria para la debida manipulación de los equipos en el sitio. El lugar específico de implementación de los sistemas será indicado únicamente en el marco de la ejecución de un eventual contrato derivado de la presente SIP, no obstante, se aclara que el punto de descargue y almacenamiento de equipos debe ser en el área circundante de los corregimientos de Nazareth y Puerto Estrella.

El Contratista debe garantizar la disponibilidad y operatividad de una grúa móvil, montacargas o equipo equivalente, con capacidad nominal suficiente para levantar, desplazar y posicionar de forma segura los equipos suministrados. La capacidad de carga del equipo de izaje debe exceder, con el margen de seguridad requerido, el peso bruto del elemento a manipular, considerando el radio de trabajo, altura de elevación y condiciones ambientales previstas, a fin de mantener la estabilidad y seguridad durante todas las maniobras.

Las características, limitaciones operativas y especificaciones técnicas del equipo de izaje se definirán en el *Plan de Izaje*, el cual será elaborado por el Contratista y sometido a aprobación de la Interventoría y/o Supervisión antes del inicio de las operaciones. Este Plan debe incluir, como mínimo:

1. Dimensiones, pesos y centro de gravedad de cada elemento a izar.
2. Características técnicas del equipo de izaje (marca, modelo, capacidad nominal y efectiva, alcance máximo, año de fabricación, condición mecánica, accesorios y aparejos).
3. Diagramas, croquis y procedimientos secuenciales de izaje, indicando puntos de amarre y uso de eslingas, grilletes, ganchos y otros elementos.
4. Análisis de riesgos específico de la operación, contemplando condiciones meteorológicas, interferencias físicas y áreas restringidas.
5. Certificaciones vigentes del personal participante (operador, señalero, aparejador y supervisor de izaje), emitidas por entidades competentes.
6. Certificaciones y pruebas de carga vigentes de la grúa, montacargas o equipo equivalente, así como de los accesorios y aparejos.

La ejecución de estas actividades debe cumplir con la normativa vigente en Colombia, incluyendo, pero no limitándose a:

- Decreto 1335 de 1987 (*Normas técnicas para manejo de materiales y equipos de elevación*).
- Resolución 0312 de 2019 (*Estándares mínimos del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo*, aplicable a actividades de alto riesgo como izaje de cargas).
- Resolución 1409 de 2012 (*Reglamento de trabajo en alturas*, cuando aplique).

Adicionalmente, deben aplicarse las disposiciones y buenas prácticas reconocidas en normas internacionales, tales como ASME B30, OSHA 1926 Subparte CC y ISO 9927, o equivalentes vigentes.

A la llegada del equipo al sitio, el personal designado por el Contratista debe inspeccionar la integridad del contenedor, embalaje y protecciones, documentando el estado con un registro fotográfico y levantando un acta de inspección. Cualquier daño, golpe o anomalía visible debe ser reportado inmediatamente a la Interventoría y/o Supervisión y consignado en el acta de entrega.

La operación de izaje únicamente podrá ser ejecutada por personal competente, certificado y con experiencia demostrable en manejo de cargas pesadas, asegurando el estricto cumplimiento de los procedimientos aprobados y las medidas de seguridad establecidas en el Plan de Izaje.

8. SISTEMA ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA CON BATERIAS (BESS)

8.1. Características Constructivas Generales

8.1.1. Protección contra corrosión y ambiente marino

Elementos galvanizados

- El Contratista debe suministrar, cuando así se requiera, el informe de ensayos del galvanizado emitido por laboratorio acreditado, conforme a la norma ISO 1459 – “Metallic coatings — Protection against corrosion by hot dip galvanizing — Guiding principles”, o su equivalente vigente.
- La protección anticorrosiva debe ser adecuada para el nivel de corrosividad del sitio (mínimo C4 según ISO 12944-2), garantizando una vida útil mínima de 25 años en condiciones ambientales de alta salinidad.

Diseño contra acumulación de agua y corrosión

- Todos los equipos y materiales, tanto interiores como exteriores, deben diseñarse e instalarse de forma que se evite la acumulación de agua o humedad y se minimice el riesgo de oxidación o degradación por salinidad.
- No se permitirá el uso de piezas en fundición de acero en componentes sometidos a esfuerzos estructurales, cargas de tensión o impactos.
- Los elementos mecánicos como manijas, manivelas, botones y dispositivos de accionamiento deben contar con protección anticorrosiva adecuada al ambiente marino y resistencia a rayos UV (mínimo UV8 según ISO 4892-2).

8.1.2. Placas e identificación de equipos

Placas exteriores:

- Todas las placas de identificación en uso exterior deben fabricarse en material resistente a la corrosión (acero inoxidable AISI 316 o aluminio anodizado), con impresión o grabado indeleble y color permanente, resistentes a radiación solar, humedad y salinidad.

Identificación permanente:

- Cada equipo o dispositivo del Sistema BESS debe contar con placa indeleble que incluya: nombre del fabricante, número de serie, código o código de barras, modelo, año de fabricación y demás datos técnicos relevantes.
- El material y contenido de estas placas estará sujeto a la aprobación de la Interventoría/Supervisión.
- Las placas deben fijarse mediante remaches de acero inoxidable o adhesivos industriales certificados para ambientes C4.

Identificación interna

- En gabinetes y tableros se deben instalar placas internas que identifiquen: dispositivos, funciones, posiciones, cargas servidas, y clases de protección **IP** e **IK**, conforme a planos y requerimientos de la Interventoría y/o Supervisión.

8.1.3. Placas de características mínimas

Para equipos eléctricos

Sin limitarse a lo siguiente:

- Marca, tipo, modelo, N.º de serie y año de fabricación.
- Tensión máxima y de operación.
- Corriente máxima y de operación.
- Clase de tensión de aislamiento.
- Frecuencia nominal.
- Capacidad nominal (A, kVA, kW, según aplique).
- Manual o catálogo de servicio.

Para equipos mecánicos

Sin limitarse a lo siguiente:

- Marca, tipo, modelo, N.º de serie y año de fabricación.
- Manual o catálogo de servicio.

8.1.4. Cableado y señalización

El cableado interno y de interconexión debe identificarse en ambos extremos con código que indique punto de conexión, borne y dispositivo asociado.

Los cables de potencia y de comunicaciones deben instalarse en ductos separados y con cajas de inspección dedicadas.

La señalización de seguridad debe cumplir con el RETIE, Artículo 1.3.3, incluyendo placas de “Riesgo Eléctrico” con símbolo de rayo negro sobre fondo amarillo y leyendas en letras negras.

8.1.5. Normativa aplicable a la instalación eléctrica

La instalación debe cumplir con RETIE, NTC 2050, Sección 690 del NEC y recomendaciones de fabricantes.

El montaje debe ser realizado por profesional competente, quien emitirá la Declaración de Cumplimiento RETIE (Numeral 20.25).

Todos los materiales eléctricos deben contar con Certificación de Producto RETIE emitida por organismo acreditado.

8.1.6. Estudios eléctricos requeridos

Además del Estudio de Análisis de Coordinación de Protecciones (EACP), que debe garantizar la selectividad y cumplimiento regulatorio, se deben desarrollar, como mínimo:

- Estabilidad transitoria.
- Cortocircuito.
- Arco eléctrico.
- Flujo de potencia.
- Coordinación de aislamiento.
- Estudio de apantallamiento.
- Otros estudios necesarios para garantizar el desempeño seguro y confiable del sistema.

8.1.7. Dimensionamiento y confiabilidad

Todos los equipos deben dimensionarse para soportar la corriente máxima de cortocircuito definida para el proyecto.

La solución debe garantizar la operación segura y estable de la red sin exceder límites regulatorios de calidad y seguridad eléctrica.

8.1.8. Permisos y licencias

El Contratista será responsable de obtener todos los permisos y licencias necesarios para la construcción y operación del proyecto, incluyendo, pero no limitado a:

- Licencia de construcción.
- Permisos de disposición de residuos y uso de canteras autorizadas.
- Trámites para servicios temporales (energía y agua).

8.2. Estructuras metálicas tipo contenedor.

Suministro, adecuación, transporte e instalación y montaje de estructuras metálicas prefabricadas tipo contenedores, se sugiere en dimensiones de veinte (20) pies (6.096 metros) de largo, lo que facilita su maniobrabilidad, los cuales deben contar con un sistema integrado de Iluminación, sistema de climatización HVAC, sistema de extinción contra incendios, debe ser una solución prefabricada, adecuada y ensamblada en la planta de fabricación de los equipos principales, que cuente con la garantía integral de fábrica. Estas estructuras, deben tener grado de protección contra la entrada de objetos sólidos y líquidos IP54 y Protección frente a la salinidad y corrosión ambiental, deben ser diseñados para ambientes hostiles incluyen tratamientos anticorrosivos (nivel C5-M o similar).

Protección contra ambientes altamente salinos:

Los contenedores utilizados en este proyecto cumplen con la categoría de protección C5 según la norma ISO 12944, lo que garantiza:

- Alta resistencia a ambientes altamente corrosivos (costa marina, industrial, tropical húmedo).
- Protección contra humedad, salinidad, lluvia intensa y condensación constante.
- Recubrimientos de pintura anticorrosiva y sellado hermético en juntas y Soldaduras.

El contenedor clase C5 cumple con las condiciones climáticas de la región (alta radiación solar, brisa salina, lluvias estacionales). No requiere cubierta adicional, siempre que se mantenga el protocolo de mantenimiento de sellos, pintura y drenaje.

Se debe diseñar e instalar un sistema de iluminación interna, que garantice el uso adecuado de los espacios diseñados, facilitando las actividades de control y mantenimiento, este debe incluir iluminación de emergencia con señalización de las salidas. La iluminación externa, obedece a luminarias que faciliten la identificación de las estructuras y el recorrido de ingreso y salida en el área perimetral inmediata. El sistema de iluminación debe garantizar funcionalidad y eficiencia energética con el uso de luminarias tipo LED. Se deben cumplir con los parámetros técnicos y de calidad regulados por RETILAP.

Se debe diseñar e instalar un sistema de refrigeración para las estructuras que contienen las baterías, equipos y tableros, que asegure las condiciones de temperatura solicitadas por el fabricante de las baterías y demás equipos, con el objeto de proteger la vida útil de los mismos y obtener la garantía del fabricante en caso de ser necesario. La ubicación del sistema de refrigeración debe estar ubicado de tal forma que se garantice que, ante la presencia de condensación, este no afecte directamente sobre los equipos eléctricos y electrónicos en su interior. Entre las condiciones de operación están:

- Temperatura de trabajo: 0 °C a 25 °C.
- Humedad relativa: 5% - 90%, sin condensación.
- Altitud: Nivel del mar.
- Mantener alejado de fuentes de calor, evitar la luz solar directa, sin gases corrosivos, sin gases explosivos, sin gases que destruyan el aislamiento, sin polvo conductor que dañen el aislamiento. Debe contar con sensores de temperatura interna, ventilación forzada y control automático de flujo térmico, los cuales deben estar integrados con el Sistema de Monitoreo (EMS)

Se debe diseñar e instalar un sistema de supresión de incendios que incluya detección de incendios con sensores de humo y temperatura, integración con el sistema de alertas y monitoreo en tiempo real y sistema de extinción de incendios automático con Novec 1230 con sus respectivas boquillas, cilindros, cableado de activación y demás componentes requeridos para su correcto funcionamiento. Se debe permitir Pruebas de detección y simulacro de activación supervisada

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 los bancos de baterías a instalarse se debe 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 debe suministrar para el almacenamiento de baterías, dos extintores tipo CO2 Satélite clase C, de 150 lbs cada uno, de color rojo.

Normatividad de mínimo cumplimiento:

- NFPA 855 (Ed. 2023) – Instalación de sistemas de almacenamiento de energía estacionarios (clasificación por química, límites de energía, separación, ventilación, protección y detección). Referencia central para diseño de sala/contenedor.
- IFC 2021 – Sección 1207 (Electrical Energy Storage Systems) y Sección 1206 (celdas de combustible): requisitos de seguridad, compartimentación, distancias y controles para ESS. Muy usada por autoridades locales (AHJ) como complemento de NFPA 855.
- NFPA 70 (NEC) – Artículo 706 (Ed. 2023) – Requisitos eléctricos para ESS (desconexión, emergencia, señalización, puesta a tierra, etc.).
- NFPA 72 – Sistemas de detección y alarma de incendios (aplica a detección en contenedor/sala según

ingeniería contra incendio definida por NFPA 855/IFC). *(Referencia recomendada con AHJ).*

8.3. Regulador de carga solar

Suministro, transporte e instalación, configuración y pruebas de dispositivo controlador de carga para gestión de flujo de energía desde los paneles solares a las baterías, con el objetivo de protegerlas de sobrecargas y asegurar una carga eficiente para optimizar su vida útil. El regulador debe ser de tipo rastreador de punto de máxima potencia (MPPT), para captar la mayor energía que pueden entregar los paneles solares en todo momento.

Funciones mínimas que debe cumplir:

- Formar la red de referencia del sistema de generación.
- Administran el flujo de carga del sistema de almacenamiento.
- Prevenir la sobrecarga de las baterías.
- Prevenir contra corto circuito los paneles y las baterías.
- Compensación de temperatura en función de la temperatura ambiente.

Este equipo debe tener total compatibilidad con las Baterías y el Sistema de Gestión de Energía y Monitoreo (EMS) con el fin de asegurar una comunicación eficaz y comprobable de los equipos previo a su instalación.

Normatividad de mínimo cumplimiento:

- 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 reguladores funcionen de manera segura y confiable cuando se conectan a la red eléctrica)
- IEC 62103 (Equipos electrónicos para emplear en instalaciones de potencia).
- NTC 6016 de 2013 (Requisitos de comportamiento y rendimiento de los controladores de carga de batería).
- 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
- NTC 2050, segunda actualización.

8.4. Tablero de protección y conexión de corriente continua (gabinete maestro)

Suministro, transporte e instalación, montaje y pruebas de tablero de corriente continua para agrupar y distribuir la corriente de los Racks de baterías con funciones de carga y descarga. Este tablero funciona como nodo para los controladores de carga, los Racks de baterías y los inversores híbridos. Capacidad mínima de conexión en paralelo para 9 Racks de baterías, tensión mínima para baterías 1000V. Todos los componentes y accesorios deben tener certificación RETIE.

Componentes:

- Sistema de gestión de módulos de baterías (BMS)
- pantalla LCD para monitoreo y control HMI para visualizar (voltaje, corriente de cada rack, estado de carga, alertas de falla, etc.)
- Interruptores de circuito con protección termomagnética ajustable y contactos de posición.
- Barrajes de cobre 100%, con recubrimiento en estaño y con tornillería en acero inoxidable.
- Protecciones DC (como fusibles, supresores, seccionadores de carga, etc.)
- Servicios auxiliares de calefacción, iluminación activada por micro-switch.
- Frente muerto del mismo material de la estructura.
- Accesorios de fijación y conexión.

8.5. Almacenamiento con baterías

8.5.1. Alcance del suministro

El alcance incluye el suministro, transporte, instalación, conexión, pruebas y puesta en servicio de un sistema de almacenamiento de energía con baterías de Litio-Fosfato de Hierro (LiFePO₄), caracterizadas por su alta confiabilidad, estabilidad térmica y seguridad en operación, en configuración modular de 51,2 VDC por módulo y 280 Ah de capacidad nominal.

Cada rack deberá admitir la integración de hasta 15 módulos conectados en serie, configurando tensiones nominales entre 666 VDC y 768 VDC, de acuerdo con la cantidad de módulos instalados (13, 14 o 15) y en concordancia con los requisitos de diseño eléctrico del sistema.

8.5.2. Características eléctricas y operativas

- Tecnología química: Litio-Fosfato de Hierro (LiFePO₄), libre de cobalto, con alta resistencia a la degradación térmica y mínima tendencia a fuga térmica (*thermal runaway*).
- Tensión nominal por módulo: 51,2 VDC.
- Capacidad nominal por módulo: 280 Ah.
- Capacidad nominal por rack (15 módulos): 215,04 kWh.
- Ratio de descarga (C-Rate): 0,5C nominal, lo que implica un tiempo mínimo de descarga total de 2 horas para la capacidad instalada.
- Tensión nominal del sistema (13 a 15 módulos en serie): 666 VDC a 768 VDC.
- Capacidad de descarga y carga: Conforme a la demanda definida en la lógica de control del sistema centralizado, diseñada en la ingeniería de detalle, garantizando que no se supere el C-Rate establecido.

8.5.3. Ciclos de vida y degradación

- BOL (Beginning of Life): $\geq 95\%$ de la capacidad nominal inicial.
- EOL (End of Life): $\geq 70\%$ de la capacidad nominal después de ≥ 6000 ciclos a condiciones de operación nominales ($25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ y DoD $\leq 80\%$).
- Condiciones de referencia para ciclos: Carga y descarga al C-Rate especificado, sin exceder límites de temperatura ni profundidad de descarga establecidos por el fabricante.

8.5.4. Integración con PCS e inversores híbridos

- El diseño de tensión de los racks debe permitir compatibilidad con el rango de operación de los Power Conversion Systems (PCS) y controladores de carga solar (MPPT), garantizando la optimización de eficiencia y seguridad.
- El fabricante de las baterías deberá proveer tablas de compatibilidad y curvas de operación para asegurar la integración adecuada con el PCS y MPPT seleccionados.
- La arquitectura del sistema deberá permitir conexión en paralelo de múltiples racks, con gestión de balanceo de carga y comunicación sincronizada mediante protocolos como CANbus o Modbus TCP/IP.

8.5.5. Sistema de Gestión de Baterías (BMS)

- Cada rack deberá incorporar un BMS (Battery Management System) de grado industrial, capaz de:
 - Monitorear tensión y corriente de cada módulo.
 - Medir temperatura en puntos críticos.
 - Balancear celdas activamente para maximizar vida útil.
 - Proteger contra sobrecarga, sobredescarga, sobrecorriente y sobretensión.
 - Comunicarse con el PCS y sistema SCADA mediante protocolos industriales.

- El BMS deberá contar con funciones de registro de eventos (data logging) para trazabilidad de operación y mantenimiento predictivo.

8.5.6. Seguridad y certificaciones

- Las baterías y sus componentes deberán cumplir con certificaciones internacionales como:
 - IEC 62619 (*Safety requirements for secondary lithium cells and batteries for use in industrial applications*).
 - UL 1973 (*Batteries for use in stationary, vehicle auxiliary power and light electric rail*).
 - UN 38.3 (transporte seguro de baterías de litio).
 - IEC 61000-6-4 / IEC 61000-6-2 (compatibilidad electromagnética).
- El sistema deberá instalarse conforme a lo indicado en NFPA 855 (*Installation of Stationary Energy Storage Systems*) y NFPA 70 / NEC 706.

8.5.7. Pruebas y puesta en marcha

Previo a la aceptación final, el Contratista deberá ejecutar y documentar pruebas de:

- Prueba de aceptación en sitio (SAT) verificando capacidad nominal, eficiencia de carga/descarga y funcionamiento del BMS.
- Prueba de comunicaciones con PCS, SCADA y sistemas auxiliares.
- Pruebas de protección (desconexión ante sobrecarga, sobredescarga, cortocircuito y sobretensión).

Los principales parámetros de los Racks o bancos de baterías de los que se realizó la selección del almacenamiento se presentan a continuación:

Tabla 1 Parámetros de los Racks o bancos de baterías

Descripción	Valor	Unidad
Vn módulo	51,20	Vdc
In módulo	280,00	Ah
Vn rack x n Módulos		
13	665,60	Vdc
14	716,80	Vdc
15	768,00	Vdc
Pn (Rack)		
13	186.368,00	Wh
14	200.704,00	Wh
15	215.040,00	Wh
Pn disponible (80%DD)		
13	149.094,40	Wh
14	160.563,20	Wh
15	172.032,00	Wh

Fuente: IPSE.

El suministro e instalación del banco de baterías debe realizarse conforme a los lineamientos técnicos de conformidad de producto, y requisitos de protección especificados en la Norma Técnica Colombiana NTC 2050 y el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas RETIE en su última versión del 2024, específicamente lo descrito en el Artículo 3.17.3 Baterías o sistemas de acumulación de energía eléctrica y con base en la sección 1206 y 1207 del International Fire Code – IFC 2021 de conformidad con la tecnología de acumulación solicitada (LiFePO4) y la capacidad de acumulación por diseño.

8.6. Gabinete de protección y transferencia Automática

Suministro, transporte, instalación, configuración y pruebas de gabinete de protección y transferencia automática entre fuentes de generación (generación solar y generador diesel) para entregar al centro de transformación de elevación con la finalidad de asegurar el suministro de energía ininterrumpido y evitar cortes de energía. La acción de transferencia debe realizarse en un tiempo menor o igual 10 ms.

Funciones mínimas que debe cumplir:

- Facilitar las labores de mantenimiento o reparaciones de los equipos sin necesidad de desconectar la carga.
- Facilitar el flujo de energía para el control de importación y exportación gestionado por el sistema central.
- Permitir la Integración con sistema de generación DIESEL externo.

Normatividad de mínimo cumplimiento:

- IEC 60947-1 y 60947-2 (equipo de conmutación de transferencia automática)
- UL 1008 (estándar para equipos de conmutación de transferencia automática)
- Certificado de conformidad de producto RETIE

8.7. Sistema integrado de monitoreo

Sistema de Gestión de Energía y Monitoreo (EMS)

Suministro, transporte, instalación, configuración y pruebas de sistema de monitoreo centralizado de recolección y análisis de datos para visualización y acceso remoto. Debe permitir monitoreo y control de todos los equipos que hacen parte del Sistema BESS con el fin de hacer seguimiento en tiempo real de las condiciones de operación del SSFV.

Funciones mínimas que debe cumplir:

- Sincronizar los inversores y EMS
- Generar alertas de funcionamiento de los equipos del sistema.
- Acceso remoto desde un sistema SCADA a través de la nube

8.8. Alimentadores y canalizaciones

Suministro, transporte, tendido, conexión y pruebas de cables de alimentación AC/DC y puesta a tierra entre todos los equipos desde los REGULADORES DE CARGA SOLAR hasta el CENTRO DE TRANSFORMACION ELEVADOR incluyendo TABLERO DE PROTECCION Y CONECCION DE CORRIENTE CONTINUA, BATERIAS, INVERSORES HIBRIDOS, BY PASS (TRANSFERENCIA AUTOMATICA) y demás equipos que contemple el diseño. De acuerdo con lo definido en la etapa de diseño se deben incluir canalizaciones aéreas en bandejas porta cables y/o bancos de ductos subterráneos. De acuerdo con los requisitos técnicos generales establecidos para las instalaciones eléctricas.

8.9. Normatividad de mínimo cumplimiento

8.9.1. Celdas, baterías y racks (seguridad y desempeño)

- IEC 62619:2022 – Requisitos de seguridad para celdas y baterías secundarias de litio para aplicaciones industriales (incluye BESS). Imprescindible para la selección del fabricante y pruebas de tipo.
- IEC 62620:2014 + Amd.1:2023 (CSV) – Marcado, ensayos y requisitos para baterías de litio de uso industrial/estacionario (desempeño). Útil para hojas técnicas y criterios de aceptación.

- UL 1973 (Ed.3: 2022) – Seguridad de baterías para uso estacionario y auxiliares (listing norteamericano). Suele exigirse junto con UL 9540.
- UN 38.3 (Manual de Pruebas y Criterios ONU, Rev. 8, 2023) – Ensayos de transporte para baterías de litio (obligatorio para logística y nacionalización).

8.9.2. Sistema BESS (a nivel de sistema)

- UL 9540 – Estándar de seguridad/listado de sistemas y equipos de almacenamiento de energía (BESS). Base para certificación del sistema en gabinetes o contenedor.
- UL 9540A (Ed. 2025) – Método de ensayo para caracterizar propagación de fuga térmica e incendios en BESS (insumo habitual para NFPA/IFC y AHJ). Ojo: 2025 incluye actualizaciones de método y definiciones.
- IEC 62933 (serie) – Marco de sistemas de almacenamiento de energía eléctrica (EES): definiciones, parámetros, ensayos y aspectos de seguridad/ambientales. Útil para terminología y metodología de pruebas a nivel sistema.

8.9.3. Inversores híbridos

Suministro, transporte, instalación, montaje y pruebas de (PCS: Sistema Conversor de Potencia), bidireccional, encargado de convertir y gestionar la energía almacenada en las baterías de corriente continua (DC) a corriente alterna (AC) para su integración con la red eléctrica o el consumo de la carga. Y en sentido contrario, gestionar la energía proveniente de la red o el generador DIESEL de corriente alterna (AC) a corriente continua (DC) para cargar las baterías. Incluye transformador de aislamiento como elemento de protección.

Funciones mínimas que debe cumplir:

- Gestión de carga y descarga de las baterías.
- Regulación de voltaje y potencia durante la carga de las baterías con los parámetros adecuados de funcionamiento de estas.
- Corrección de factor de potencia.
- Protección contra sobretensiones y armónicos mediante sistema de protección con transformadores de aislamiento.
- Gestionar la integración con generación DIESEL externo y permitir controlar de forma remota el encendido/apagado del generador.

Normatividad de mínimo cumplimiento:

- IEC 62109-1 / IEC 62109-2 – *Safety of power converters for use in photovoltaic power systems – Part 1: General requirements / Part 2: Particular requirements for inverters*: Establecen los requisitos de seguridad para convertidores de potencia (incluidos inversores híbridos) utilizados en sistemas fotovoltaicos, abarcando protección eléctrica, mecánica y térmica, así como ensayos de aislamiento, sobrecarga y falla.
- UL 1741 / UL 1741 SA – *Standard for Inverters, Converters, Controllers and Interconnection System Equipment for Use With Distributed Energy Resources*: Norma clave en América para garantizar que los inversores funcionen de forma segura y confiable al interconectarse con la red eléctrica. Incluye pruebas de conformidad con IEEE 1547 para interconexión y operación, así como el suplemento SA para respuesta a eventos en la red.
- IEC 62103 – *Electronic equipment for use in power installations*: Define requisitos generales de diseño, aislamiento y protección de equipos electrónicos empleados en instalaciones de potencia, aplicable a inversores híbridos en entornos industriales y residenciales.
- IEC 62116 – *Test procedure of islanding prevention measures for utility-interconnected photovoltaic inverters*: Procedimiento de ensayo para validar las funciones de protección anti-isla (anti-islanding) en inversores conectados a la red, asegurando desconexión segura ante pérdida de suministro de la compañía eléctrica.
- IEC 61683 – *Photovoltaic systems – Power conditioners – Procedure for measuring efficiency*: Establece el

método de medición del rendimiento de acondicionadores de potencia (inversores) en sistemas fotovoltaicos, permitiendo verificar la eficiencia de conversión bajo condiciones de operación reales.

- IEC 61000-6-1 / IEC 61000-6-3 – *Electromagnetic compatibility (EMC)*: Requisitos de inmunidad y emisión electromagnética para asegurar que el inversor híbrido no genere interferencias y sea inmune a perturbaciones externas, tanto en entornos residenciales como industriales.
- IEC 62933-5-2 – *Electrical energy storage (EES) – Safety considerations for grid-integrated systems*: Aplica cuando el inversor forma parte de un sistema de almacenamiento de energía con baterías, abordando la integración segura a la red.
- Marcado CE o equivalente para Latinoamérica, cumpliendo con las directivas europeas de seguridad eléctrica, compatibilidad electromagnética y protección medioambiental (RoHS).
- Certificado de conformidad de producto RETIE (Colombia) obligatorio para equipos eléctricos que operen en el territorio nacional, en cumplimiento del Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas. Garantiza que el inversor cumple con los requisitos de seguridad, instalación y operación establecidos por el Ministerio de Minas y Energía.

8.9.4. Interconexión y convertidores de potencia

- IEEE 1547-2018 (y 1547.1-2020 para pruebas) – Interconexión de DER con redes eléctricas: capacidad de ride-through, regulación de volt/var, etc. Base para especificar funciones del PCS/inversor.
- UL 1741 (incl. SA/SB) – Ensayos de convertidores/inversores conforme a IEEE 1547 (listas norteamericanas). *(Agregar cuando el PCS se liste en Norteamérica)*.
- IEC 62477-1:2022 – Seguridad de sistemas convertidores electrónicos de potencia (PECS) hasta 1 500 Vdc/1 000 Vac (aplica a PCS/convertidores y accesorios).

8.10. Especificaciones técnicas equipos

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

Los inversores deben estar certificados según las exigencias nacionales del emplazamiento e internacionales vigentes; deben haber superado satisfactoriamente, como mínimo, las pruebas de ensayos y certificados que se incluyen en el siguiente listado, al igual que las indicadas en el apartado de normas del presente documento:

- Certificación de producto expedida por organismos acreditados. Si la certificación es expedida en Colombia debe ser bajo RETIE, pero si la certificación es expedida en el extranjero debe ser bajo una norma técnica equivalente al RETIE tal como IEC 61215.
- La selección de los equipos a utilizar en cada una de las soluciones debe estar debidamente soportada en el diseño.
- Las especificaciones técnicas de los equipos a suministrar se deben 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 sistemas BESS y de coordinación de la operación, objeto de implementación.

Tabla 2 Especificaciones técnicas del sistema BESS

EQUIPOS	SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE ENERGIA EN BATERIAS - BESS
Regulador de carga solar	Potencia nominal: Ajustado al diseño Rango de tensión de entrada 900 – 1500 VDC Rango de tensión salida a baterías 600 – 900 VDC Grado de protección IP en función de la ubicación (Outdoor (min IP 65) / Indoor (min IP 20) o su equivalente NEMA. Debe ser apto para cargar baterías de IÓN - LITIO, tipo LiFePO4, limitación de parámetros de corriente de carga nominal a 0,5C. Certificaciones: IEC 62109-1 y 62109-2 UL 1741 IEC 62103 IEC 62116 IEC 61683 Conformidad de producto RETIE
Tablero de protección y conexiones en CC	Rango de racks de baterías conectados en paralelo: 9 Corriente nominal del rack de baterías: 140 Amp Corriente máxima del rack de baterías: 200 Amp Corriente nominal de carga y descarga: 1800 Amp Corriente máxima de carga y descarga: 1980 Amp Tensión máxima de baterías: 1000V MBMS (Sistema de gestión de módulos de batería): Incorporado Grado de protección IP: IP20 Lámina galvanizada, calibre mínimo: 1.5mm Acabado en textura grana, color RAL 7035 Norma: IEC 60947
Sistema de almacenamiento	Tecnología de acumulación: Litio (LiFePO4) Tensión nominal por módulo de batería 51.2 VDC Corriente de operación por módulo de batería: 280 Ah Cantidad de Racks: 6 UND Cantidad de módulos de baterías en serie por Rack: 15 UND Tensión de operación por Rack: 666 ~ 768 VDC Ratio de descarga de las baterías (C-Rate): 0,5C BOL igual o superior al 95% EOL igual o superior al 70% Vida útil igual o mayor a 6000 ciclos. Normatividad aplicable: Norma Técnica Colombiana NTC 2050 RETIE 2024 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
	Tipo: String o centralizado. Número de fases: Mínimo tres (3). 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)

Inversor híbrido (PCS)	Eficiencia $\geq 98\%$ Distorsión armónica total (THD): $<3\%$ Factor de potencia $\geq 0,99$ Rango temperatura ambiente ($^{\circ}\text{C}$): -40°C a $+65^{\circ}\text{C}$ Bidireccional el cual controla la recarga y descarga de las baterías, realiza conversiones de AC y CC Debe garantizar protección y desconexión por bajo voltaje en la batería. Debe ser apto para cargar baterías de IÓN - LITIO, tipo LiFePO4, limitación de parámetros de corriente de carga y de descarga nominal a 0,5C. Garantía mínima de 5 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 debe ser mayor a 0,8 y cercano 1,25. Certificaciones: IEC 62109-1 y 62109-2 UL 1741 IEC 62103 IEC 62116 IEC 61683 Conformidad de producto RETIE
Gabinete de derivación o Bypass	Rango de voltaje: 480V Rango de corriente 1202 Amp Rango de frecuencia: 60HZ Rango de potencia 1000KVA Máxima corriente: 1443 Amp. Velocidad de transferencia: $\leq 10\text{ms}$ Temperatura de operación: -25°C a $+55^{\circ}\text{C}$ Norma: IEC 60947
Dispositivo de comunicación y monitoreo	Tipo de comunicación: Wireless networking, 802.11b/g/n. Debe 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.

9. COORDINACIÓN DE LA OPERACIÓN

9.1. Equipos para sincronismo entre las dos granjas

Suministro, transporte, instalación, configuración, pruebas y puesta en marcha de todos los equipos y software necesario para implementar un sistema de monitoreo, control y comunicaciones, que permita lograr la coordinación de las operaciones y el sincronismo automático para una operación estable de los Sistemas Solares Fotovoltaicos de Puerto Estrella y Nazareth. Permitiendo su funcionamiento tanto en modo conectado a la red eléctrica de media tensión existente como sistemas independientes para alimentar cada uno de los corregimientos, de forma segura y optimizada.

El sistema debe gestionar de manera inteligente los recursos de generación (Generación Diesel y Generación SFV en cada uno de los dos puntos de generación), las cargas y el punto de conexión con la red existente, asegurando la continuidad y calidad del servicio eléctrico.

Los equipos mínimos a tener en cuenta se deben calcular y seleccionar para atender la implementación de los

siguientes sistemas:

- Controlador de microred.
- Sistema de medición inteligente
- Sistema de protecciones eléctricas.
- Sistema de comunicaciones.

Normatividad de mínimo cumplimiento:

- Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE) vigente en Colombia.
- Normas IEEE 1547 (Estándar para la Interconexión de Recursos de Energía Distribuida).
- Normas IEC 61850 (Redes y Sistemas de Comunicación en Subestaciones).
- Certificado de conformidad de producto RETIE.

9.2. Sistema de comunicación con red de fibra óptica

Suministro, transporte, instalación, configuración, pruebas y puesta en marcha de un sistema de comunicación troncal de fibra óptica de 15 km para interconectar las instalaciones de las granjas de Puerto Estrella y Nazareth. El objetivo es establecer una red de alta disponibilidad y ancho de banda que sirva como backbone para el sistema de monitoreo, control y comunicaciones industriales y operativas, garantizando la estabilidad y el sincronismo entre ambas ubicaciones. La red de fibra óptica se debe instalar anexada a la red eléctrica área existente.

Se deben tener en cuenta como mínimo los siguientes elementos:

- Cable de Fibra Óptica
- Equipos de Electrónica de Red
- Conectividad y Accesorios

Normatividad de mínimo cumplimiento:

- ITU-T G.652D: Estándar para fibra monomodo de baja atenuación.
- IEEE 802.3: Estándares de Ethernet.
- Normativa local para instalaciones de telecomunicaciones (RETIE u otras aplicables).

10. NORMATIVIDAD GENERAL DE MINIMO CUMPLIMIENTO:

Compatibilidad electromagnética (EMC), envoltentes y ambiente

- IEC 61000-6-2 / 61000-6-4 – Inmunidad/Emisiones para ambiente industrial (aplicable a PCS, BMS, SCADA). *(Referencia recomendada en pliegos).*
- IEC 60529 (IP) – Grados de protección de envoltentes contra ingreso de polvo y agua (p. ej., IP54/55/65 para exterior).
- IEC 62262 (IK) – Protección contra impactos mecánicos en envoltentes (IK). Útil para contenedor expuesto.
- IEC 60068 (serie) – Ensayos ambientales (vibración, choque, temperatura/humedad). *(Recomendado para validación ambiental del contenedor y electrónica).*

Seguridad eléctrica y riesgos laborales

- IEEE 1584-2018 – Cálculo de arco eléctrico (incident energy, límites de protección). Base para estudio de arco en tableros/PCS.
- NFPA 70E – Seguridad eléctrica en el lugar de trabajo (PPE, procedimientos, límites de aproximación). *(Para procedimientos de O&M y permisos de trabajo eléctrico).*

- ANSI Z535 (Z535.1-2022, Z535.4-2023) – Colores, diseño y rotulado de seguridad en equipos y áreas (señalización complementaria al RETIE/IFC).

Colombia – cumplimiento normativo y certificación

- RETIE (versión 2024) – Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (Colombia). Exigir Certificado de Conformidad de Producto RETIE para materiales/equipos sujetos, y Declaración de Cumplimiento RETIE para la instalación. Nota: transición de certificados RETIE 2013 a RETIE 2024 con fecha límite regulatoria.
- NTC 2050 (adopta NEC) – Criterios de instalación eléctrica en Colombia (complementa NEC 706 y RETIE para ESS).

11. COMISIONAMIENTO

Para el comisionamiento del Sistema BESS se deben considerar las siguientes pruebas sin limitarse exclusivamente a estas:

11.1. Pruebas para el sistema

11.1.1. Inspección Visual Previa

- Verificación de instalación mecánica y eléctrica: Confirmar que todos los equipos (baterías, inversores, cuadros eléctricos, sistemas de control, cableado, canalizaciones, protecciones y estructuras) estén instalados según planos, manuales del fabricante y normativa vigente (IEC 62933, IEC 60364, RETIE).
- Integridad física: Revisar que no existan daños mecánicos, corrosión, humedad, fisuras o elementos sueltos.
- Compatibilidad y etiquetado: Comprobar que todos los equipos tengan placas de identificación legibles, etiquetado de polaridades, tensiones y advertencias de seguridad.
- Accesibilidad y seguridad: Confirmar que las zonas de trabajo cumplen con distancias de seguridad, ventilación adecuada y ausencia de obstáculos que comprometan la operación o el mantenimiento.

11.1.2. Prueba de Continuidad y Aislamiento

- Continuidad de conductores: Verificar mediante inyección de corriente baja (≤ 10 A) la continuidad eléctrica desde el punto de origen hasta el punto de consumo para todos los circuitos DC y AC.
- Prueba de aislamiento (IEC 62446, IEC 60060):
 - DC: Entre polos (+/-) y tierra.
 - AC: Entre fases y tierra.
 - Criterio mínimo: ≥ 1 M Ω para sistemas ≤ 1.000 VDC, ajustando a valores recomendados por fabricante.
- Registro de valores: Documentar todos los resultados, indicando las condiciones ambientales durante la medición.

11.1.3. Prueba de Impedancia y Resistencia a Tierra

- Medición de resistencia de puesta a tierra según IEC 60364-6 e IEEE 81, asegurando valores por debajo de los límites normativos (típicamente ≤ 5 Ω o según requerimiento del operador de red).
- Medición de impedancia de lazo de falla para garantizar tiempos de disparo adecuados en protecciones.

11.1.4. Pruebas de Circuito Abierto y Cortocircuito (Voc / Isc)

- Voc (Voltaje en circuito abierto): Medir por strings y compararlo con el cálculo teórico según temperatura y condiciones reales.
- Isc (Corriente de cortocircuito): Medir y verificar que no supere en más del $\pm 5\%$ el valor nominal bajo condiciones estándar.

- Balance de strings: Comprobar uniformidad entre todos los strings para detectar posibles fallos o suciedad.

11.1.5. Prueba de Inversores (IEC 62109, IEC 61683)

- Encendido y configuración inicial: Validar parámetros de tensión, frecuencia, modos de operación (on-grid, off-grid, híbrido).
- Conversión DC/AC: Medir eficiencia de conversión a diferentes niveles de carga.
- Respuesta dinámica: Verificar la respuesta del inversor ante variaciones rápidas de carga y generación.
- Pruebas de capacidad de respaldo (si aplica): Simular corte de red para validar la operación en modo isla.

11.1.6. Pruebas de Sistemas de Protección y Seguridad (IEC 62116, UL 1741SA, NFPA 855)

- Protecciones eléctricas:
 - Sobretensión / subtensión.
 - Sobre frecuencia / subfrecuencia.
 - Sobre corriente y cortocircuito.
- Protecciones diferenciales: Comprobar sensibilidad y tiempos de disparo.
- Protecciones térmicas: Sensores de temperatura en BESS y disipadores del inversor.
- Prueba anti-isla: Verificar desconexión segura ante pérdida de la red en ≤ 2 segundos.

11.1.7. Prueba de Sincronización y Conexión a la Red

- Verificar que la sincronización de fase, tensión y frecuencia se realiza dentro de tolerancias establecidas por IEEE 1547 / NTC 1340.
- Evaluar la estabilidad del sistema ante fluctuaciones de la red.
- Confirmar que no se generan corrientes de retorno no deseadas.

11.1.8. Pruebas de Monitorización y Comunicación

- Integración SCADA / EMS: Validar que todos los datos (SOC, SOH, voltajes, temperaturas, potencias) se transmiten en tiempo real.
- Protocolos de comunicación: Comprobar Modbus, Ethernet, RS485, CANbus u otros.
- Alarmas y registros: Confirmar que las alarmas críticas y advertencias se registran y notifican correctamente.

11.1.9. Prueba de Potencia AC Generada y Ciclos de Carga/Descarga

- Medir la potencia activa y reactiva entregada y compararla con el diseño.
- Realizar un ciclo de carga/descarga controlada del BESS para validar capacidad útil y rendimiento energético (IEC 61427).
- Evaluar la eficiencia round-trip del sistema ($\geq 85\%$ típico en sistemas de litio).

11.1.10. Elaboración de Reportes de Comisionamiento

- Incluir:
 - Lista de chequeo firmada.
 - Valores medidos vs. valores de diseño.
 - Fotografías y diagramas actualizados.
 - Análisis de desviaciones y acciones correctivas.
- Entregar informe final validado por ingeniero responsable, cumpliendo con RETIE y estándares internacionales.

11.1.11. 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 debe 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 debe 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 debe 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 sobre descarga y configuraciones internas del BMS.
- Verificación de funcionamiento del sistema de monitoreo BMS.
- Pruebas de temperatura ambiente durante carga y descarga.
- Pruebas de aislamiento / resistencia eléctrica, para esta prueba se debe 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 debe realizar el debido reemplazo del módulo de batería defectuoso. El equipo a usar para esta labor debe tener su certificado de calibración vigente.

11.2. Pruebas para el sistema de coordinación de la operación

Para las pruebas y puesta en marcha de un sistema de coordinación de la operación entre los SSFV con baterías se deben realizar validaciones que aseguren la correcta operación del sistema de coordinación. Estas pruebas deben verificar la sincronización correcta de las plantas, la transferencia de carga entre fuentes y la respuesta del sistema ante diferentes escenarios de demanda y falla.

11.2.1. Pruebas de Sincronismo y Conexión:

- **Prueba de sincronismo con la red pública:** Se debe probar la capacidad del sistema para sincronizarse y conectarse a la red pública de manera segura y eficiente, incluyendo la transferencia de carga entre la red pública y la generación local.
- **Pruebas de operación en red aislada:** Se debe verificar la capacidad del sistema para desconectar ambas plantas entre sí, entrando en operación aislada, de manera controlada y sin interrupciones, en caso de falla de la red o para operaciones de isla.

11.2.2. Pruebas de Operación y Transferencia de Carga:

- **Prueba de transferencia de carga:** Se deben simular diferentes escenarios de carga, desde mínima hasta máxima, para verificar que el sistema pueda transferir la carga de manera suave y eficiente ambos sistemas solares y las demás fuentes de respaldo (baterías y planta diésel).
- **Prueba de respuesta ante cambios de generación y carga:** Se debe probar la capacidad del sistema para responder a cambios rápidos en la demanda, así como al ajustando la generación de cada fuente para mantener la estabilidad del sistema.

- **Prueba de respuesta ante fallas:** Se deben simular diferentes tipos de fallas (falla de la red, falla de un generador, falla de las baterías,) para verificar que el sistema pueda responder adecuadamente, protegiendo los equipos y manteniendo la continuidad del suministro.

11.2.3. Pruebas Adicionales:

- **Prueba de funcionamiento de la protección:** Se deben probar los diferentes esquemas de protección del sistema para asegurar que funcionen correctamente y protejan los equipos de daños.
- **Prueba de comunicación y control:** Se debe verificar la correcta comunicación y control entre los diferentes componentes del sistema, incluyendo los controladores, los medidores y los dispositivos de protección.

11.2.4. Recomendaciones:

- **Pruebas periódicas:** Es importante realizar pruebas de sincronismo y operación de forma periódica para asegurar el correcto funcionamiento del sistema. Estas pruebas pueden ser semanales, mensuales o anuales, dependiendo de las especificaciones del sistema.
- **Documentación:** Es fundamental documentar todas las pruebas realizadas, incluyendo los resultados y las acciones correctivas tomadas.
- **Capacitación:** El personal encargado de la operación y mantenimiento del sistema debe estar capacitado para realizar las pruebas y solucionar cualquier problema que pueda surgir.

12. OBLIGACIONES DEL CONTRATISTA 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 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 debe 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 JURIDICO – 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 Interventoría y/o Supervisión 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.

13. 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 Interventoría y/o Supervisión, 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 médica 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 deben ser conectados a tierra mientras estén estacionados dentro del parque solar o subestación, 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 debe llevar una planilla la cual debe ser aprobada la Interventoría y/o Supervisión, 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 Interventoría y/o Supervisión del Contrato y determinara la conformidad de estos.

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 debe 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 deben 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 INTERVENTORIA y/o SUPERVISIÓN 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 deben 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.

14. 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.

15. 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 Interventoría y/o SUPERVISIÓN, previa solicitud del CONTRATISTA, debe presentar a FENOGE un informe oportuno, detallado y debidamente motivado que sustente la ejecución de los ítems no previstos u obras complementarias, el cual permitirá a FENOGE 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 deben ser desagregadas a través de ítems).
- b) El CONTRATISTA debe entregar 3 cotizaciones a La Interventoría y/o SUPERVISIÓN.
- c) La Interventoría y/o SUPERVISIÓN debe analizar y verificar la información y justificar cuál es la mejor cotización

de los ítems no previstos.

- d) La Interventoría y/o SUPERVISIÓN debe 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 (APU'S), se proyectará el acta de incorporación de nuevos APU'S, la cual debe estar debidamente suscrita por el CONTRATISTA, La Interventoría y/o SUPERVISIÓN.
- f) Posteriormente, el FENOGE adelantará la formalización de la incorporación de estos nuevos APU'S 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 FENOGE 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 Interventoría y/o FENOGE, 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 FENOGE, 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 FENOGE 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: FENOGE 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 Interventoría no tendrá facultad para ordenar la ejecución de tales obras, sin contar con la aprobación previa de FENOGE.