



**ADMINISTRACIÓN NACIONAL
DE USINAS Y TRANSMISIONES
ELÉCTRICAS**

CONTRATACION DIRECTA

K52464.

CONSTRUCCIÓN DE UNA PLANTA FOTOVOLTAICA

CONDICIONES GENERALES

VOLÚMEN II - PARTE B

CONDICIONES TÉCNICAS - ÍTEM 2

Contenido

1	OBJETO	6
2	DESCRIPCIÓN DEL EMPLAZAMIENTO	6
3	ALCANCE	6
4	EXCLUSIONES A LOS TRABAJOS	10
5	INGENIERÍA Y DOCUMENTACIÓN TÉCNICA	11
5.1	INFORMACIÓN A SER SUMINISTRADA POR EL OFERENTE	11
5.2	INGENIERÍA Y DOCUMENTACIÓN TÉCNICA A SER SUMINISTRADA POR EL CONTRATISTA	11
6	REQUERIMIENTOS TÉCNICOS GENERALES	16
6.1	GENERAL	16
6.1.1	ADECUACIÓN A LAS CONDICIONES CLIMÁTICAS	17
6.1.2	PREPARACIÓN PARA EL EMBARQUE	17
6.1.3	PLACA CARACTERÍSTICA	18
6.1.4	IDENTIFICACIÓN	18
6.1.5	HERRAMIENTAS	19
6.2	CONDICIONES DE DISEÑO DE LA CENTRAL	19
6.3	INSTALACIONES ELÉCTRICAS	22
6.3.1	CIRCUITOS DE BAJA TENSIÓN	24
6.3.2	CENTROS DE TRANSFORMACIÓN (CdT)	28
6.3.3	TENDIDOS DE MEDIA TENSIÓN	29
6.3.4	INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN EDIFICIO DE CONTROL	30
6.4	PROTECCIONES	32
6.4.1	GENERAL	32

6.4.2	PROTECCIONES (CC)	33
6.4.3	PROTECCIONES BT (CA)	35
6.4.4	PROTECCIÓN MT PARQUE SOLAR FOTOVOLTAICO	36
6.5	SISTEMA DE CONTROL Y ADQUISICIÓN DE DATOS.....	37
6.6	SISTEMA DE SEGURIDAD	38
6.6.1	SISTEMA DE CCTV	38
6.6.2	SISTEMA DE PROTECCION CONTRA INCENDIOS.....	38
6.6.3	SISTEMA ANTI INTRUSOS Y CONTROL DE ACCESO	38
6.7	COMUNICACIONES	39
6.8	COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÉTICA	40
6.8.1	Generalidades	40
6.8.2	Trayectos	41
6.8.3	Blindaje de cables.....	41
6.8.4	Nivel de cortocircuito de los equipos	41
6.8.5	Cables de control	41
6.9	DESCARGAS ATMOSFÉRICAS Y PUESTA A TIERRA	42
6.9.1	Blindaje a las descargas atmosféricas	42
6.9.2	Puesta a tierra (PAT) del Parque Solar Fotovoltaico.....	42
6.9.3	Guías técnicas, normas y especificaciones.....	46
6.10	FUNDACIONES DE EQUIPOS	47
6.11	CENTRO DE CONTROL	47
6.11.1	SALA DE DATOS	48
6.11.2	SERVICIOS AUXILIARES	48
7	REQUERIMIENTOS TÉCNICOS PARTICULARES	48
7.1	INVERSORES	49
7.2	SOPORTERÍA DE PANELES.....	51

7.3	TRANSFORMADORES PARA CENTROS DE TRANSFORMACIÓN	53
7.3.1	GENERALIDADES	53
7.3.2	ACEITE	54
7.3.3	CONMUTADOR SIN TENSIÓN	54
7.3.4	ACCESORIOS	55
7.3.5	INFORMACIÓN A SER SUMINISTRADA	55
7.3.6	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	56
7.4	CABLES Y TERMINALES	57
7.5	CELDA	58
7.6	ILUMINACIÓN	58
7.7	ESTACIÓN METEOROLÓGICA Y MEDICIONES AMBIENTALES	58
7.8	ARMARIOS ELÉCTRICOS	60
7.9	INSTALACIÓN DEL GPS	61
8	MONTAJE	62
8.1	GENERAL	62
8.2	PANELES	62
8.3	MONTAJE ELECTROMECÁNICO	63
8.4	DOCUMENTACIÓN TÉCNICA A ENTREGAR	64
8.4.1	INFORME TÉCNICOS DE EJECUCIÓN DE OBRA	64
8.4.2	DOCUMENTACIÓN FINAL SOBRE LAS INSTALACIONES DE LA CENTRAL DE GENERACIÓN	64
9	PRUEBAS Y ENSAYOS	65
9.1	EQUIPOS	65
9.2	TRANSFORMADORES	66
9.2.1	Ensayo de prototipo	66
9.2.2	Protocolos de ensayo	66
9.2.3	Ensayos de tipo	66

9.2.4	Ensayos de rutina	67
9.2.5	Ensayos de recepción	68
9.2.6	Ensayos posteriores al transporte	68
9.3	TENDIDO ELÉCTRICO	68
9.4	FIBRA ÓPTICA Y COMUNICACIONES	69
9.5	PUESTA A TIERRA	69
9.6	PROTECCIONES	70
9.7	SISTEMA DE MONITOREO Y SISTEMA DE CONTROL.....	70
9.8	SERVICIOS AUXILIARES	70
9.9	CELDA	70
9.10	CONVENIO DE USO TIPO	70
9.11	MEDICIÓN DE DESEMPEÑO DE LA PLANTA.....	71
9.12	CONFIABILIDAD	71
10	GARANTÍAS.....	71
11	CURSO PARA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.....	73

1 OBJETO

El presente volumen del Pliego de Condiciones establece los requisitos exigidos del ítem 2, la ingeniería de detalle, estudios previos, el diseño, suministro de materiales y equipos, instalación, puesta en marcha y entrega en condiciones "*turn key*" (llave en mano) de una Planta Fotovoltaica.

La obra abarca suministros, servicios de ingeniería, fundaciones requeridas por los equipos, montaje de equipos y tableros, cableados, conexiones, instalación y configuración, ensayos e inspecciones previas a la puesta en funcionamiento y puesta en servicio de las instalaciones que se describen en las presentes especificaciones.

El Contratista será responsable de la elaboración del proyecto ejecutivo del parque fotovoltaico. Se deberán respetar los requerimientos generales especificados tanto en el Pliego como en los planos correspondientes.

2 DESCRIPCIÓN DEL EMPLAZAMIENTO

El proyecto se desarrollará en un predio que se indica en el plano *Ubicación.pdf* del anexo XXVI del volumen III del presente pliego, que posee servidumbres de diferentes naturalezas indicadas en *Servidumbres.pdf* del mismo anexo. Se deberá considerar las servidumbres siguientes:

- Servidumbre de 15m a ambos lados de las líneas de media tensión que impide construir
- Servidumbre de 20m a ambos lados del gasoducto que impide construir y realizar excavaciones
- Servidumbre de 30m a ambos lados de la línea de alta tensión que impide construir
- Servidumbre de 2m desde la estación meteorológica de central térmica que impide construir
- Servidumbre de 15m a partir del límite de la propiedad privada con la faja de dominio público dada por el camino Calcaño que impide construir
- Servidumbre de 250m a partir de la faja costera

Los trabajos dentro del predio de la central térmica se deberán coordinar con el personal operativo de la misma procurando minimizar las interferencias con la operativa normal.

3 ALCANCE

Constituye el alcance del presente documento, el Proyecto Solar Fotovoltaico en Punta del Tigre, que se instalará en el inmueble empadronado con el N° 67, de la localidad de Cerámicas del Sur, departamento de San José y será capaz de entregar 10MW de potencia y deberá poseer las instalaciones necesarias de conexión a la red de UTE en AT de 63MW de potencia.

Todos los suministros, servicios y trabajos descritos en estas especificaciones técnicas son a cargo del Contratista.

UTE aportará los materiales, equipos y servicios que se detallan en el capítulo 4 del presente pliego.

Se aclara que UTE intervendrá activamente en el contralor de las actividades de diseño e instalación a lo largo de todo el período del proyecto y la obra, lo cual deberá ser tenido en cuenta por el Contratista al planificar el Cronograma de Obra y los recursos asignados a la misma.

En particular, forman parte de las Obras a realizar por el Contratista:

- Servicios de ingeniería y proyecto de detalle de acuerdo a lo definido en el capítulo 5 del presente volumen.
- Fabricación (si corresponde), inspección, ensayos, embalaje y transporte hasta obra de todos los equipos y materiales que deba suministrar.
- Trabajos de infraestructura e ingeniería civil.
- Montaje electromecánico de todos los equipos.
- Ensayos en sitio y puesta en servicio.
- Entrenamiento del personal de UTE en los casos indicados en estas especificaciones.

Es responsabilidad del Contratista transportar los suministros que sean entregados por UTE desde los depósitos de UTE hasta el sitio de obras.

Estará incluida en el alcance del contratista toda infraestructura necesaria durante la obra para asegurar su correcta ejecución. Incluido tramite y conexión a la red eléctrica de distribución para provisorio de obra, instalación sanitaria y de agua potable, obradores y paños, etc.

Todos los suministros, servicios y trabajos necesarios para entregar la obra en

condiciones de funcionamiento industrial y asegurar su operación satisfactoria, deben considerarse incluidos en la obra, aun cuando no estén directamente mencionados en las especificaciones.

Ante una posible duda de interpretación, el Contratista deberá considerar el trabajo a su cargo.

La empresa deberá garantizar:

- Que en la ejecución de las obras se respete el Proyecto Ejecutivo aprobado por UTE y la normativa técnica de UTE.
- Que la misma asuma responsabilidad de cumplir con la normativa vigente en la materia, incluida las presentes especificaciones.
- Que se respete la normativa vigente en materia de Medio Ambiente y Seguridad.
- Que cualquier apartamiento de las obras respecto del Proyecto Ejecutivo aprobado por UTE quede sujeto a la autorización de UTE.

Una vez aprobado el Proyecto Ejecutivo, la Dirección de Obra de UTE, dará las autorizaciones correspondientes para el inicio de trabajos.

Se debe prever el proyecto de ingeniería, el suministro de los materiales y equipos necesarios, y construcción llave en mano del Proyecto, de acuerdo a lo establecido en este documento, sus anexos y las condiciones que, sin ser taxativas, se detallarán a continuación:

- Elaboración del proyecto de ingeniería detallado del Proyecto incluyendo el *layout* de la Planta Fotovoltaica, paneles solares, arreglos, cadenas, inversores solares, sistema colector en BT y MT, tendidos eléctricos, tableros, celdas y transformadores de BT/MT, sistemas de control, protecciones y comunicaciones, y en general de todos los suministros y trabajos necesarios para el correcto funcionamiento e implantación. Optimizando la vida útil de los equipos, la producción de energía, PR y el terreno disponible.

Para el cálculo de la generación de la central se deberá presentar un informe realizado por el programa PVSYST 6.

El resultado de este proyecto deberá estar reflejado en memorias de cálculo y planos conformes a obra (COA). En estas especificaciones se indican asimismo algunos de los criterios de proyecto a los que se deberá ceñir el Contratista para elaborar su proyecto de detalle.

- Suministro de los equipos de la Planta Fotovoltaica incluyendo y sin ser taxativos, estructura y soportes de paneles solares (que serán del tipo estructura fija), inversores de cadenas, tableros de CC y CA, equipamiento de control y de protección, sistema de extinción de incendios, sistema de monitoreo a condición (integrado al SCADA), lo necesario para las obras civiles, obras eléctricas, sistema con cámaras de seguridad, equipamiento de comunicaciones, incluido los cables y sus conexiones, todos los servicios bajo la modalidad llave en mano, y garantía de 2 años.
- Transporte y descarga de equipos, incluyendo preparación, transporte y descarga de todos los componentes y suministros para las instalaciones del Proyecto desde origen al emplazamiento correspondiente, incluido los paneles solares que serán entregados en sitio. Asimismo, se incluyen permisos y adecuación de rutas, puentes y caminos, así como la gestión de la logística de importación en caso que correspondiese.
- Montaje y puesta en marcha de la Planta Fotovoltaica incluyendo suministro de los equipos necesarios para realizar el montaje (herramientas, grúas, etc.), y los permisos necesarios para su traslado, montaje mecánico y montaje eléctrico así como la Puesta en Servicio y Prueba de Funcionamiento.
- Obra civil, incluyendo proyecto de la obra civil, estudios geotécnicos, geofísicos, hidráulicos, etc. para evaluar características del terreno, diseño y construcción de todas las fundaciones de la estructura de los paneles solares, plataformas para los tableros, celdas y transformadores, diseño y ejecución de las zanjas requeridas para la red interna de la Planta Fotovoltaica, red de tierra y red de comunicaciones / fibra óptica, también la obtención de los permisos y licencias necesarios para su construcción. Incluye asimismo durante la obra civil y hasta la entrega definitiva la restitución medioambiental del sitio.
- Hincado y/o cimentaciones de la estructura, incluyendo diseño, materiales y ejecución de los hincados y/o cimentaciones requeridas según las especificaciones del fabricante, junto a los respectivos controles necesarios.
- Instalación eléctrica de BT (CC y CA) y MT, incluyendo proyecto eléctrico, suministro y ejecución de los trabajos.
Proyecto, suministro y ejecución de los trabajos eléctricos interiores al edificio de control: sala de celdas; sistema de servicios auxiliares (sala de baterías, sala de generador, sala del transformador de SSAA, tableros PCC y PCA) y sala de comunicaciones.
Proyecto, suministro y montaje de las celdas de media tensión así como la integración de las mismas al sistema de control y protección existente.
Proyecto, suministro y ejecución de los trabajos eléctricos de los cables de la red eléctrica interna de BT y MT de la Planta Fotovoltaica para interconexión de los Paneles; Inversores; Transformadores BT/MT y celdas de MT.
Proyecto, suministro y ejecución de los trabajos eléctricos del tendido de cable desde el edificio de control a la subestación, incluyendo los

terminales de dichos cables así como la conexión de los mismos a los respectivos equipos.

- Formará parte del alcance de los trabajos la realización de todos los ensayos en sitio para la puesta en servicio de la estación, incluidos los ensayos del Convenio de Uso Tipo del anexo XXVII.
- Suministro de los materiales e instalación del aterramiento de las instalaciones eléctricas de la Planta Fotovoltaica, incluyendo el diseño y ejecución de la puesta a tierra a la cual estarán conectadas todas las partes metálicas no vivas de la instalación, de acuerdo con todos los requisitos locales de aterramiento de las instalaciones eléctricas. Este será realizado de tal modo que la resistencia de puesta a tierra cumpla la norma IEC sin que ninguna sobretensión dañe los equipos de generación, regulación, comando, control y comunicaciones.

A sí mismo el sistema de protección contra descargas atmosféricas y puesta a tierra de toda la red eléctrica del parque.

- Sistema SCADA, y sistemas de protecciones, control y comunicaciones del parque solar fotovoltaico; red de MT y centro de Control; también la comunicación y compatibilidad de los mismos con la SEG PTI. Incluyendo proyecto, suministro de equipos e instalación, sin ser taxativos de red interna de fibra óptica de la Planta Fotovoltaica, cables de comunicaciones, sistema de telecontrol SCADA, suministro del Centro de control del parque totalmente equipado; conexión y pruebas del sistema de telecontrol; suministro de UPS para el ordenador del sistema de comunicaciones. Integración con el SCADA del control de la Subestación, el equipamiento del centro de control y de la estación meteorológica en el sistema de telecontrol, siguiendo las especificaciones de las obras a realizar y del Anexo XXVIII Comunicaciones a los Efectos de Intercambio de Datos. Se deberá incluir una réplica de los sistemas de operación del Parque Solar para la Contratante, conteniendo todos los datos del sistema SCADA en tiempo real así como el software correspondiente.
- Sistema CCTV del edificio y de CCTV y del Parque solar. Todos estos sistemas se deben integrar al SCADA.
- Proyecto, suministro de equipos e instalación de Estaciones meteorológicas, conectada al SCADA del parque, apropiada para realizar el control de PR del Parque Fotovoltaico.
- Puesta en servicio. El Contratista será responsable de los ensayos finales y puesta en servicio de todas las obras que forman parte de estas especificaciones. La participación de personal de UTE en estas actividades no disminuirá ni alterará las obligaciones y responsabilidades del Contratista en relación a estos trabajos. Se coordinará con UTE los ensayos, la forma, la duración, y la disponibilidad de la red de Trasmisión existente, para la realización de estos ensayos. Tanto para los trabajos de conexión como para los ensayos de puesta en servicio, no se admitirá cortes de servicio en la línea de transmisión.

- Servicios de Ensayos y test del Convenio de Uso Tipo del Anexo XXVII
- Cursos. El Contratista será responsable de proporcionar cursos de entrenamiento al personal de UTE profesional y/o técnico que cubran los aspectos de ingeniería, operación y mantenimiento de los equipos suministrados en los casos indicados expresamente en estas especificaciones. En tales casos, todos los costos vinculados a la puesta a disposición de los equipos y materiales de entrenamiento serán de cargo del Contratista.

El Oferente detallará los equipos cotizados y la topografía utilizada, en base a la cual se calculará la energía esperada de la Central de generación, y del PR (que forma parte a su vez del índice comparativo).

La implantación general de la instalación y los requerimientos técnicos de la calidad de la energía suministrada, deberá cumplir las exigencias de la empresa eléctrica.

Estará incluida la coordinación de los trabajos de conexión de los equipos a la red así como la coordinación de los ensayos del Convenio de Uso Tipo.

4 EXCLUSIONES A LOS TRABAJOS

UTE tomará a su cargo el suministro de los siguientes equipos y materiales:

- Paneles fotovoltaicos.

En el alcance de las obras contratadas en éste ítem se excluyen la caminería, los pluviales y el edificio de control (su protección contra descargas atmosféricas y PAT) y todos los demás puntos establecidos que corresponde al ítem 1 del presente pliego.

La instalación y puesta en marcha del transformador de 31.5/150kV, todos los equipos de 150kV y 30 kV, así como los sistemas de protección y control de la Subestación de Generación no formarán parte del alcance de los trabajos.

5 INGENIERÍA Y DOCUMENTACIÓN TÉCNICA

5.1 INFORMACIÓN A SER SUMINISTRADA POR EL OFERENTE

- 1) Listado de Precios y rubrado
- 2) Lay out general del Parque Solar Fotovoltaico, donde se especifique los elementos fundamentales de la misma.
- 3) Planillas de datos técnicos garantizados completas de los siguientes equipos eléctricos: Inversores, celdas y transformadores de centros de transformación. Las planillas de datos garantizados a utilizar deberá ser las que figuran en los anexos XXIV y XXXIX.
- 4) Estudio de PVSYST 6 de acuerdo al anexo IX - Procedimiento para simular la energía producida del volumen III del presente pliego.
- 5) Datos del recurso solar utilizado.

5.2 INGENIERÍA Y DOCUMENTACIÓN TÉCNICA A SER SUMINISTRADA POR EL CONTRATISTA

En esta Sección se describen las principales actividades de Ingeniería que llevará a cabo el Contratista en relación a la Obra, en particular:

- La Propuesta Técnica
- Los Estudios de ingeniería destinados a verificar el correcto diseño y desempeño de las instalaciones

- La documentación técnica que deberá ser entregada a UTE en relación a los trabajos de Ingeniería.

UTE supervisará todas las etapas vinculadas a la Ingeniería y Diseño de las instalaciones.

La Propuesta Técnica deberá contener como mínimo:

- Ingeniería con suficiente nivel de detalle, que contenga planos, hojas de cálculo, estudios de ingeniería, consideraciones técnicas, análisis, planilla de equipos y materiales, para construcción de la solución planteada para la Planta Fotovoltaica, la conexión e integración a la red y los sistemas auxiliares.
- Métodos constructivos, detallando las técnicas constructivas a utilizar para la ejecución de la Planta Fotovoltaica.
- Descripción del sistema de comunicaciones, protección, monitoreo y control de todo el Parque Fotovoltaico y su integración en el Scada. Así como la interacción del mismo con la SEG PTI, UTE y DCU.
- Se incluirán las especificaciones técnicas proporcionadas por los fabricantes de todos los componentes, así como las referencias al cumplimiento normativo de fabricación y funcionamiento de equipos, sistemas, componentes y partes.

En los diversos capítulos de estas Especificaciones Técnicas en que se especifican materiales y procedimientos constructivos que componen la obra, se indican asimismo criterios de proyecto asociados a los mismos los cuales deben entenderse como complementarios de los criterios generales contenidos en esta Sección.

La propuesta Técnica suministrada será considerada como la documentación base para el contratista elegido, lo descrito en dicha documentación deberá permanecer a lo largo de la ejecución del proyecto. Cualquier modificación por parte del contratista elegido, deberá ser informada a UTE el cual se podrá reservar el derecho de aceptar o no la solicitud de cambio.

Documentación técnica

Se indican en este Capítulo los principales documentos técnicos que el Contratista deberá elaborar como resultado de las actividades de Ingeniería asociadas a las Obras.

Todos los documentos indicados deberán ser, en principio, sometidos a la aprobación de UTE. Durante la etapa de Contrato UTE decidirá si acepta que algún documento específico sea enviado sólo a efectos informativos.

El contratista deberá entregar a UTE la información que se detalla en el presente capítulo. La información que se enumera en éste numeral no es exhaustiva.

Los documentos y en especial los planos generados en el contexto del proyecto,

quedarán en propiedad de UTE que podrá disponer de ellos en obras posteriores.

Estudios de Ingeniería

El Contratista elaborará informes y notas de cálculo vinculados a los estudios de ingeniería descritos en las Especificaciones. Deberán demostrar que el dimensionado de los equipos es adecuado, por medio de dichos estudios de ingeniería a realizar durante el Contrato.

Estos estudios deberán ser hechos con cálculos manuales y/o simulaciones digitales y analógicas basados en la información disponible en las Especificaciones y otras informaciones que puedan ser requeridas en el momento de ejecución de los estudios.

En todos los casos se deberá adjuntar copia de la literatura técnica (artículos, libros, normas, etc.) en la cual se respaldan los estudios citados. Se entregarán también los archivos de datos (en soporte magnético o papel, a convenir) utilizados en los estudios por computadora, con una descripción adjunta que permita interpretarlos en caso de no disponer UTE del programa que permita procesarlos.

Proyecto de detalle

Previo al comienzo de los trabajos particulares, el contratista deberá entregar al menos los documentos que se detalla a continuación.

Gestión

- 1) EDT
- 2) Cronograma
- 3) Lista de hitos
- 4) Listado maestro de documentos

Generales

- 5) Lista de índice de documentos
- 6) Planta del obrador
- 7) Lista de materiales
- 8) Manual de transporte e instalación de los equipos y componentes que se instalarán en la Central así un listado de las herramientas necesarias para la instalación de los mismos.
- 9) Lista de herramientas e instrumentos de medición necesarios para OyM de cada uno de los equipos.
- 10) Memoria descriptiva de la planta.

Proyecto Electromecánico

11) Lista de todos los componentes del sistema eléctrico (BT, MT), PAT y Descargas atmosféricas.

12) Planos del Sistema eléctrico:

- a. Unifilar de MT del Parque Solar Fotovoltaico y el edificio de control
- b. Unifilar de BT (CC y CA) del Parque Solar Fotovoltaico y el edificio de control
- c. Unifilar detallado con indicación de los equipos de medida y protección, especificaciones principales de los equipos de potencia (corriente nominal y de corta duración, poder de corte, etc.), cantidades de cada equipo, etc.
- d. Planos funcionales de protección y control (MT)
- e. Diagramas de cableado sistemas de potencia y señales
- f. Esquema de conexión e identificación del sistema de potencia y señales
- g. Plano de planta de las canalizaciones eléctricas
- h. Típicos de tendido y canalizaciones eléctricas
- i. Plano de planta de los tendidos eléctricos, especificando que típico de tendido corresponde en cada sección
- j. Planos de tableros de BT
- k. Planos de Celdas de MT
- l. Planos de Transformadores de BT/MT
- m. Planos del sistema de puesta a tierra (especificando que típico de tendido corresponde en cada sección) y planos del sistema de protección contra descargas atmosféricas
- n. Planos de planta de instalación dentro del edificio de control, sala de celdas, sala de comunicaciones, sala de baterías, sala de SSAA

13) Estudios e informes eléctricos:

- a. Memoria técnica del dimensionado de conductores y cableado subterráneo
- b. Memoria de cálculo de la potencia reactiva estimada
- c. Estudio de pérdidas del sistema eléctrico del Proyecto
- d. Estudio de Flujos de carga (Load Flow Study), estabilidad y huecos de tensión, y selectividad de las protecciones
- e. Estudios indicados en el Convenio de Uso Tipo del Anexo XXVII

- f. Estudio de caídas de tensión del sistema eléctrico del Proyecto
- g. Distancias de aislación y seguridad en aire para MT. Se deberá entregar planos de planta y cortes indicando para equipo, estructura, caminos, etc. las distancias de seguridad de acuerdo a la norma IEC 60071 y IEC 61396.
- h. Medida de resistividad del terreno donde se realizará la instalación.
- i. Cálculo de la malla de tierra (sección de los conductores, disposición de conductores, potenciales de toque y paso, etc.).

14) Diseño de detalle de la malla de tierra.

15) Diseño de SSAA.

16) Comunicaciones:

- a. Descripción detallada del sistema de comunicaciones, lista de equipos.
- b. Diagrama de Comunicaciones.
- c. Plano de planta del tendido de Fibra Óptica y conductores de comunicación.
- d. Descripción del Sistema Scada.
- e. Diagramas esquemáticos del sistema de control local de cada equipo.

17) Memoria de cálculo de las fundaciones de los equipos instalados.

18) Planta de fundaciones.

19) Planos constructivos, estructurales y dimensionales de bases y soportes de equipos, cubas, bases según lo que corresponda.

20) Memoria de cálculo de las soportería de paneles.

21) Detalle de las estructuras soporte de todos los equipos.

Equipos

22) Descripción detallada de las características técnicas del material ofertado en catálogos, folletos, *datasheet*, etc.

23) Planos de dimensiones con indicación de pesos, detalles de fijación y conexión a otros equipos, ubicación de tuberías, conductos, mecanismos de comando, etc.

24) Instrucciones de montaje y mantenimiento.

25) Información requerida por las normas exigidas en el presente pliego de condiciones.

26) Listado de las piezas componentes.

- 27) Listado de repuestos para cada equipo.
- 28) Instrucciones de operación y mantenimiento.
- 29) Placa de características.
- 30) Notas de cálculo de la potencia de precisión de los transformadores de medida.
- 31) Planilla de cantidades y metrajes de equipos y materiales.
- 32) Planos indicativos con las dimensiones externas y pesos de las partes extraíbles y accesorios.
- 33) Certificados de calidad

Documentación de inspección y control de calidad

- 34) Plan de fabricación, control de calidad e inspecciones del Contratista y sus subcontratistas.
- 35) Protocolos de ensayos de tipo, rutina y especiales, de los equipos (hayan sido o no presenciados por Inspectores designados por UTE).
- 36) En el caso en que no se trate de las normas de referencia citadas en las presentes especificaciones, copias de las normas de fabricación y ensayos del material.

Los documentos solicitados en el presente punto deberán cumplir las especificaciones del presente pliego de condiciones, en particular las establecidas en el punto 7 del presente volumen.

6 REQUERIMIENTOS TÉCNICOS GENERALES

6.1 GENERAL

Todos los datos técnicos y los esquemas que figuran en diferentes volúmenes del presente Pliego se presentan solamente a título ilustrativo, no asumiendo la Administración responsabilidad alguna sobre la validez y la calidad de la información contenida en los mismos.

El diseño y la selección de los equipamientos, componentes y materiales del Proyecto, que serán nuevos y de primera calidad, deberán lograr una solución óptima desde los puntos de vista de calidad, rendimiento global, seguridad, costo de operación, facilidades de mantenimiento y otras metas propias de una buena ingeniería. Se incorporará todos los elementos y características necesarios para garantizar en todo

momento la calidad del suministro eléctrico.

El diseño y la elección de los equipos y materiales deberán considerar tecnologías consideradas actuales y del más alto rendimiento a la fecha de presentación de la propuesta respectiva. No obstante, los equipos y materiales seleccionados deberán estar en etapa comercial, haber sido empleados masiva y satisfactoriamente en otros proyectos. También se deberá procurar la uniformidad para funciones iguales o similares, tendiendo a tener un mínimo de repuestos necesarios. El Oferente dará una descripción precisa y completa de los mismos los cuales deberán ser previa y obligatoriamente aprobados por UTE.

El funcionamiento de las instalaciones no podrá dar origen a condiciones peligrosas de trabajo para el personal de mantenimiento y operación de la red eléctrica. Las instalaciones construidas deberán atender criterios de funcionabilidad, ergonomía y estética.

Se tendrán en cuenta todas las características del terreno (altitud, topografía, calidad del suelo, condiciones ambientales y sísmicas, etc.).

6.1.1 ADECUACIÓN A LAS CONDICIONES CLIMÁTICAS

Todos los materiales, repuestos y equipos a ser suministrados por el Contratista, serán apropiados para ser entregados, almacenados y operados en condiciones ambientales, con elevados contenidos de humedad y atmósfera salina, lluvias abundantes y ambiente propicio a la propagación de hongos.

Los equipos, elementos y sistemas que se instalen a la intemperie deberán estar adecuadamente diseñados y/o protegidos contra los agentes ambientales. Esto incluirá protecciones contra la lluvia, incidencia de radiación solar, polvo, flora, fauna, y cualquier otra influencia ambiental adversa.

Los materiales a utilizar en la instalación serán cuidadosamente terminados y de acuerdo con las más estrictas normas técnicas y demás especificaciones de los Documentos de Licitación. Como mínimo deberán ser IP65 con protección de corrosividad atmosférica de C4 y para zonas costeras C5-M o para zona industrial C5-I, atendiendo lo dispuesto en la ISO12944.

Las superficies metálicas que corresponda pintar deben limpiarse previamente para remover herrumbre, óxidos, escorias de soldadura e incrustaciones de cualquier tipo, así como grasas o aceites, en forma previa a la aplicación de la protección.

Las piezas metálicas deberán cumplir con el ANEXO XXIX - Tratamiento de piezas metálicas.

6.1.2 PREPARACIÓN PARA EL EMBARQUE

El embalaje de los equipos deberá estar acondicionado para todas las solicitudes derivadas del transporte y movimiento a la que son sometidas. El contratista será responsable de cualquier daño que resulta de un embalaje inapropiado.

Todo embalaje de madera utilizado, ya sean cajas, cajones, pallets, bobinas o cualquier estructura de madera deberá estar certificado de acuerdo a lo establecido en la Norma Internacional de Medidas Fitosanitarias (NIMF) N°15.

Al menos los siguientes equipos estarán provistos de un registrador de impactos (*shock recorder*) en tres direcciones perpendiculares:

- Transformadores
- Inversores
- Celdas

El registrador irá adosado a cada equipo, que deberá ser protegido de golpes externos.

6.1.3 PLACA CARACTERÍSTICA

Cada equipo contará con una placa de características, escrita en idioma español o inglés, adosada a los mismos que contendrá toda la información relevante del equipo. El diseño y colocación de las placas de características se atenderá a lo dispuesto en las normas técnicas para cada equipo.

Las placas de características serán de acero inoxidable, bronce fundido o latón de tipo anticorrosivo, y se instalarán en todos los aparatos. La placa será fijada con remaches o tornillos, en idioma español con caracteres indelebles y no pintados.

6.1.4 IDENTIFICACIÓN

La identificación de los diferentes equipos y componentes deberán estar diseñados para soportar el paso del tiempo y las condiciones climáticas del sitio.

Los equipos y componentes deberán contar con la identificación requerida para prevenir accidentes.

Los tableros, inversores, transformadores y soportes de paneles contarán con una identificación en acrílico o similar donde conste la misma codificación que figure en los planos con la descripción correspondiente.

A su vez, los tableros estarán debidamente identificadas las distintas funciones, como ser: cajas de combinación, tableros de control, tableros de mandos, etc.

Toda porción de la instalación que pueda ser alimentada por la generación fotovoltaica cuenta con una unidad de generación fotovoltaica deberá contar con señalización donde se indique la necesidad de aislar de las fuentes de energía eléctrica provenientes tanto de la Red de UTE como de la generación propia, antes de trabajar sobre la misma (Aviso de Doble alimentación – Generación Propia Instalada).



Todas las cajas de conexión o tableros de CC, deberán contar con un etiquetado de peligro indicando que las partes activas dentro de la caja están alimentadas por el generador y que pueden todavía estar energizadas tras su aislamiento o apagado del inversor y la red pública.

Cada cable será identificado por un código alfanumérico en cada uno de sus extremos, el cual será el mismo que figurará en los planos y demás documentación técnica. En caso que se necesite el uso de collarines o algún elemento similar deberán ser de material plástico y no inflamable.

Todo el cableado interno estará identificado en ambos extremos por collarines alfanuméricos. Estas identificaciones corresponderán con la documentación técnica.

Para los cables de BT los colores de los cables de potencia respetarán el código de colores establecido por el Reglamento de Distribución de UTE: fase R en rojo; fase S en blanco, fase T en marrón, neutro en azul claro y Amarillo-Verde para los conductores de puesta a tierra.

6.1.5 HERRAMIENTAS

El Contratista suministrará, conjuntamente con cada equipo, un juego completo de todas las herramientas e instrumentos especiales que se requiriesen para el montaje, desmontaje y mantenimiento del equipo.

Los Oferentes incluirán en sus propuestas una lista completa de las herramientas e instrumentos especiales a suministrar con cada uno de los equipos.

El Contratista no podrá utilizar estas herramientas durante el montaje de la Central.

Las que sean específicas de la etapa de operación se deberán entregar al fin del servicio de OyM.

6.2 *CONDICIONES DE DISEÑO DE LA CENTRAL*

En el alcance de este documento, el diseño de la central en su conjunto deberá cumplir las condiciones que se detallan a continuación:

- 1) Se instalará en el inmueble empadronado con el N° 67, de la localidad de Cerámicas del Sur, departamento de San José. Se deberá respetar la zona designada en la zona apta para instar paneles del Anexo XXVI – Ubicación y servidumbres.
- 2) La base de datos del recurso solar utilizado en las simulaciones deberá ser del Laboratorio de Energía Solar de Uruguay (<http://les.edu.uy/>) y/o Vaisala 3 Tier (<https://www.vaisala.com>).
- 3) La Planta tendrá una potencia instalada de 63,7MWp en paneles (suministrados por UTE) y tendrá una capacidad instalada en inversores para poder entregar una potencia de 53MVA de potencia en corriente alterna en el punto de conexión con la red eléctrica.
- 4) La Planta Fotovoltaica se diseñará para maximizar la producción anual de energía y el PR.
- 5) Se tendrán en cuenta los requerimientos para alcanzar los términos de diseño (capacidad máxima, confiabilidad y disponibilidad).
- 6) Las instalaciones deberán estar diseñadas para una vida útil de 30 años.
- 7) Se debe utilizar el área lo más eficientemente posible y diseñar las instalaciones, considerando que la Planta tendrá ampliaciones.
- 8) Las instalaciones del edificio de control, tendido de MT a la SEG PTI, se realizarán con una infraestructura para una Planta de 80MVA y debe tener 4 ternas de igual sección.
- 9) El tendido de MT a la SEG PTI será subterráneo. La zanja debe ser mínimo de un metro de profundidad y tener al menos 25cm de separación entre cables.

10) La fibra óptica de comunicaciones del parque debe ser canalizada por la misma zanja del tendido de MT a la SEG PTI.

11) La arquitectura eléctrica de la Planta Fotovoltaica tendrá las siguientes características:

- a. Tendrá arreglos de cadenas de paneles instalados en estructura fija.
- b. Para los circuitos de BT en CC se admitirán *Cajas de combinación (o tableros de CC)*.
- c. Tendrá inversores de cadena con una potencia de entre 100kW a 200kW.
- d. Para los circuitos de BT en CA se admitirán *Cajas de Combinación (o Tableros de CA)*.
- e. Para los Centros de Transformación (CdT) de BT/MT (31,5kV), se admitirá una topología de CdT en serie, en estrella o mixta.
- f. Los CdT se conectarán a un celdario de MT dentro del Edificio de Control.
- g. El tendido de MT conectará el celdario de MT del Centro de Control a la instalación de UTE en la SEG PTI que incluye un seccionador, un interruptor y un transformador de potencia de 63MVA 30/150kV (el seccionador, interruptor y el transformador serán instalados por UTE). Será un tendido de alrededor de 1500m de distancia.
- h. El punto de conexión con la red eléctrica será en SEG PTI en la barra 150KV, allí se medirá la energía producida.

12) Respecto al código de red y las condiciones para conectarse a la red eléctrica se deberá cumplir con lo indicado en el Convenio de Uso Tipo, Anexo XXVII del presente pliego.

13) Deberá cumplir que las pérdidas máximas admisibles referidas a la energía total producida del parque son:

- a. Pérdidas óhmicas en el cableado de continua y alterna (BT y MT) del Parque Solar Fotovoltaico en el punto de máxima potencia: 3%
- b. Pérdidas en los centros de transformación, en el punto de máxima potencia (la suma total): 1,5%
- c. Pérdidas por sombreado, a lo largo de todo el año, producido por otros paneles: 3,0%

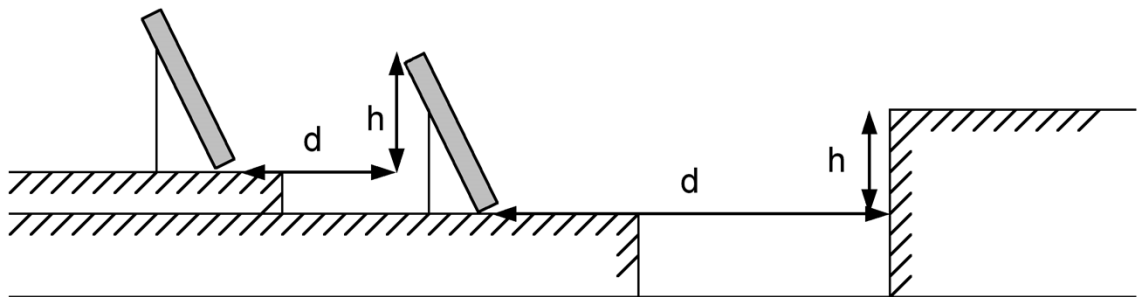
14) Los Paneles serán todos del mismo modelo de Silicio cristalinos de 72 celdas y alrededor de 350W

15) Los arreglos y la orientación fija (incambiable a lo largo del año) de los paneles se diseñarán para maximizar la energía anual. La orientación no podrá ser distinta entre los paneles de una misma cadena.

- 16) La distancia entre bandejas consecutivas, o entre una bandeja y un obstáculo, debe ser tal que garantice al menos 4 horas de sol en cualquier día del año y ser mayor o igual a

$$d_{min} = \frac{h}{\tan[61^\circ - \text{latitud}]}$$

Siendo h la diferencia de altura entre la parte más alta de una fila de paneles (u obstáculo) y la parte más baja de los paneles de fila posterior. Se debe considerar para el cálculo de h, que las filas pueden estar sobre un terreno inclinado.



- 17) La distancia de los paneles al suelo será como mínimo 0,6m.
- 18) Para el diseño de las instalaciones se deberá considerar temperaturas de celdas de paneles entre -10°C a 70°C.
- 19) Los paneles fotovoltaicos deberán instalarse de modo de asegurar una buena ventilación, y con una separación suficiente que permita las dilataciones térmicas y que garantice la disipación adecuada de calor de radiación solar local máxima.
- 20) Los arreglos y conexiones de las unidades de generación fotovoltaicos deberán ser diseñados y ejecutados con el objetivo que no se generen corrientes inversas entre las distintas cadenas.
- 21) Los inversores serán de tipo de cadena entre 100 a 200 kW.
- 22) Los equipos y circuitos de CC deben considerar niveles de tensión máxima de 1500V.
- 23) Los circuitos de corriente continua serán diseñados para optimizar el uso de todos los “seguidores de máxima potencia” (MPPT) disponibles de los inversores.
- 24) Todas las instalaciones y equipos eléctricos deberán ser diseñados, fabricados y puestos en funcionamiento de acuerdo con la normativa internacional IEC correspondiente y los requerimientos de los reglamentos de instalaciones de baja tensión de UTE y las normas de media y alta tensión (disponible en su página Web: www.ute.com.uy). En particular se deben cumplir con la norma

IEC 62548 y cumplir las recomendaciones de IEC TS 62738 para el Sistema Solar Fotovoltaico.

- 25) Las instalaciones deberán permitir realizar las tareas de operación y mantenimiento en forma segura. Se tendrán en cuenta espacios alrededor de los equipos para ejecutar montajes y desmontajes en caso de reparaciones y mantenimientos. Acceso fácil a los equipos e instalaciones, tanto para su montaje como para su operación, reparación y mantenimiento.
- 26) Las instalaciones deberán ser diseñadas para minimizar la afectación a las viviendas y espacios públicos cercanos. Sin demérito de lo que pueda surgir de la AAP de DINAMA, se utilizará como criterio de calidad acústica, se aplica un valor guía de nivel sonoro continuo equivalente LAeq de 45 dB(A) para la resultante de la superposición del ruido de fondo con el ruido generado por el funcionamiento de la planta. Para el caso donde la línea de base ya supere los 42 dB(A), entonces el nivel sonoro previsto, no debiera superar en 3 dB(A) la línea de base medida en la fachada de viviendas.

6.3 INSTALACIONES ELÉCTRICAS

La instalación eléctrica de la Planta Solar Fotovoltaico estará compuesto por:

Red de BT:

- A. Fuente de Potencia Fotovoltaica (CC) y cajas de combinación en CC
- B. Inversores, cajas de combinación en CA y sus circuitos

BT/MT y red de MT del Parque:

- C. Centros de Transformación (CdT)
- D. Red de MT del Parque Solar Fotovoltaico

Red MT Centro de Control:

- E. Celdas de MT en edificio de Control
- F. Red de MT hacia la SEG

BT Edificio de Control:

- G. SSAA del edificio de control.

El diseño de la Instalación eléctrica deberá cumplir con los siguientes requisitos:

- 1) Deberá ser proyectada e implementada en estricto cumplimiento de los requerimientos y disposiciones de este documento técnico y demás reglamentos y normas vigentes.
- 2) Deberá ejecutarse asegurando que la instalación no presenta riesgos para operadores o usuarios, sea eficiente, proporcione un buen servicio, permita un fácil y adecuado mantenimiento y tenga la flexibilidad necesaria como para permitir modificaciones o ampliaciones con facilidad.
- 3) Su funcionamiento no deberá provocar averías en la red eléctrica, alteraciones o reducciones de las condiciones de seguridad y calidad, ni otras que estén contempladas en los reglamentos y normas vigentes.
- 4) En cualquier evento en el que la red eléctrica falle, quedando sin tensión y frecuencia, ya sea por trabajos de mantenimiento requeridos por el operador de red o por operaciones habituales de los mecanismos de protección de la misma, el Sistema Solar Fotovoltaico deberá desconectarse de manera automática de la red eléctrica, evitando dar origen a situaciones de riesgo eléctrico perjudiciales para el personal de mantenimiento y usuarios de la red eléctrica.
- 5) Deberá estar en condiciones de responder frente a condiciones de perturbación de la red eléctrica mediante las condiciones y requerimientos descritos en el documento Convenio de Uso Tipo del Anexo XXVII.
- 6) Todos los equipos y materiales de la fuente de potencia fotovoltaica deberán estar debidamente certificados e identificados para ser empleados en este tipo de instalaciones fotovoltaicas de CC (se solicitará por cada equipo su certificado de conformidad de producto).
- 7) La instalación de los equipos o unidades que conforman el Sistema Solar Fotovoltaico, deben facilitar el fácil acceso a labores propias de mantenimiento, inspección, reemplazo y las reparaciones a que hubieran lugar, siguiendo de manera detallada los requerimientos de este documento normativo y las especificaciones técnicas de instalación, reemplazo o reparación del fabricante. Se entiende por fácil acceso, aquel que permite llegar a los equipos sin necesidad de pasar por encima o debajo de obstáculos, retirar objetos pesados o que impidan el libre tránsito de personas y/o equipos o recurrir a escaleras portátiles.
- 8) Para facilitar las labores de mantenimiento, reemplazo y reparación del Sistema Solar Fotovoltaico, se deberán instalar los dispositivos de desconexión

y seccionamiento necesarios (interruptores, fusibles, conectores, etc.) para la desconexión física visible de los equipos eléctricos del Sistema Solar Fotovoltaico tales como: paneles fotovoltaicos, inversores, equipos de control y comunicaciones, transformadores de potencia, celdas y los conductores no puestos a tierra, etc.

Se acepta como dispositivo de desconexión, el interruptor que incluye el equipo inversor.

- 9) El cableado del Sistema Solar Fotovoltaico deberán ser seleccionados, dimensionados e instalados de forma que se minimice al máximo el riesgo de falla a tierra o de cortocircuito.
- 10) Los paneles solares serán suministrados por UTE, se adjunta en Anexo XXX las características de los mismos en formato compatible con PVSYST 6.
- 11) No se admitirán empalmes en los cables de potencia del parque, tanto en corriente alterna como en corriente continua.
- 12) Los conductores que estén expuestos a daños por roedores deberán contar con una protección contra roedores. Para estos efectos, podrá utilizarse conductores que incorporen dicha protección o deberán canalizarse.

6.3.1 CIRCUITOS DE BAJA TENSIÓN

6.3.1.1 Diseño de la fuente de Potencia Fotovoltaica y Unidad Generadora

Se define la Fuente de Potencia Fotovoltaica como la unidad eléctrica que permite la conversión directa de la luz del Sol en electricidad en forma de CC. La Fuente de Potencia Fotovoltaica contendrá los siguientes componentes: Paneles fotovoltaicos, arreglos de cadenas, caja de combinación CC, cableado y protecciones, sistema de puesta a tierra, dispositivos de corte.

Se define la Unidad Generadora como el conjunto de equipos que permite la conversión directa de la luz del Sol en electricidad en forma de CA. La Unidad Generadora contendrá los siguientes componentes: Paneles fotovoltaicos, arreglos de cadenas, caja de combinación CC, cableado y protecciones, sistema de puesta a tierra, dispositivos de corte, inversor.

6.3.1.2 Circuito de la fuente de Potencia Fotovoltaica (BT - CC)

El circuito de corriente continua está formado por los equipos y cableado existentes hasta el inversor (paneles fotovoltaicos, conectores, fusibles, cajas de conexión, descargadores, etc.).

Las cajas de conexiones de los paneles tienen dos terminales, positivo y negativo. Se realizará un puente entre el terminal positivo de un módulo y el negativo del siguiente para conectar los paneles en serie (cadena) y alcanzar la tensión de trabajo del inversor en su zona de máximo rendimiento el mayor tiempo posible, cuidando que en ningún momento se sobrepasen los límites de tensión o corriente indicados por el fabricante.

6.3.1.3 Tensión máxima de sistemas solares fotovoltaicos

En circuitos de la fuente de potencia fotovoltaica, la tensión máxima del sistema para dicho circuito deberá ser calculada como la tensión de circuito abierto de los paneles fotovoltaicos conectados en serie (cadena de paneles), corregidos a la temperatura de celda más baja de diseño. Este procedimiento de estimación de los rangos de tensiones del sistema solar fotovoltaico deberá hacer parte de las memorias de diseño de la instalación y deberá estar soportada por una herramienta computacional de diseño de instalaciones solares fotovoltaicas conectada a red eléctrica.

Los rangos de niveles de tensión del sistema solar fotovoltaico se emplean para determinar la tensión nominal de cables, interruptores, elementos de sobrecorriente y otros equipos. Cuando los coeficientes de temperatura de la tensión de circuito abierto sean suministrados en las hojas de datos de los paneles fotovoltaicos, deberán emplearse para calcular la tensión máxima del sistema fotovoltaico.

En cualquier caso, la tensión máxima de CC a la entrada del inversor (tanto de los arreglos como de la fuente de potencia fotovoltaica) del Sistema Solar Fotovoltaico conectado a la red eléctrica será 1500V.

La tensión en MT será de 31,5 kV y la tensión de BT será la máxima tensión de salida de los inversores.

6.3.1.4 Estimación de corrientes y calibre de conductores

Cálculo de la corriente máxima del circuito.

La máxima corriente para un circuito específico CC (el cual incluye los paneles fotovoltaicos, los circuitos fuente y de salida del sistema solar fotovoltaico) debe

calcularse de acuerdo con los siguientes requerimientos:

1. Corrientes del circuito fuente fotovoltaico. La máxima corriente deberá ser la suma de las corrientes nominales de corto circuito de las cadenas conectadas en paralelo multiplicado por 125%.
2. Corriente de salida del circuito fotovoltaico. La corriente máxima deberá ser la suma de las corrientes máximas resultado del aporte de los circuitos fuente conectados en paralelo, tal como se calcularon en 1.
3. Corriente del circuito de salida del inversor. La máxima corriente debe ser la corriente nominal continua de salida del inversor
4. Corriente de salida de convertidores CC-CC. En estos dispositivos la máxima corriente deberá ser la corriente nominal continua de salida del convertidor CC-CC.

Capacidad de los conductores.

Las corrientes de un Sistema Solar Fotovoltaico, hasta el circuito de entrada del inversor, se considerarán continuas en CC. Las capacidades de corriente de los conductores no deberán ser menores que la más grande de las corrientes calculadas de las siguientes dos condiciones:

5. 125% de la corriente máxima calculada en 1 antes de la aplicación de los factores de ajustes y corrección.
6. La máxima corriente calculada en 1 después de la aplicación de los factores de ajuste y corrección.

Los conductores deberán tener además una sección adecuada para evitar caídas de tensión y calentamientos. Las secciones de cables deben ser dimensionadas para asegurar una caída de tensión en ningún caso las siguientes condiciones:

- Tramos de cable en Corriente Continua, no debe superar el 1.5%.
- Tramos de cable en Corriente Alterna, no debe superar el 1.5% de la tensión de salida del inversor.

6.3.1.5 Arreglos

Cada cadena de paneles de la fuente de potencia fotovoltaica deberá conectarse al inversor fotovoltaico de la siguiente manera:

- a) Directamente al inversor en forma independiente. O sea que cada cadena se conecta directamente al inversor en positivo y negativo, sin ninguna conexión intermedia.
- b) Primero se conecta en paralelo en una caja de combinación CC (también llamada caja de concentración) o pueden ser varios niveles de cajas de concentración, dependiendo de la arquitectura del circuito. Las mismas contarán con todas las protecciones necesarias definidas en el presente volumen. Desde éstas se llegará al inversor, cerrándose el circuito.

En los arreglos que producto de su configuración, pueden generarse corrientes inversas, estas no deberán ser mayores que las corrientes inversas máximas que soportan los módulos o paneles fotovoltaicos, de lo contrario deberán ser limitadas mediante la utilización de diodos de bloqueo y protecciones de sobrecorriente (fusibles o interruptores automáticos).

Para los anteriores casos además se deben seguir las recomendaciones de la norma IEC 62548.

La interconexión de los paneles fotovoltaicos de la unidad de generación fotovoltaica y la salida de los mismos deberá realizarse mediante conectores que deberán cumplir con los siguientes requisitos:

- i. Deberán ser a prueba de agua Tipo MC4 u equivalente, diseñado para aplicaciones de energía fotovoltaica, que cumpla con los requerimientos técnicos de la instalación, en conformidad a la norma IEC 62852.
- ii. Los conectores serán polarizados y de configuración que no permita intercambio con tomacorrientes de otros sistemas eléctricos en el predio.
- iii. Los conectores estarán contruidos e instalados de modo que eviten el contacto accidental de las personas con partes en tensión.

6.3.1.6 Circuito BT (CA)

Esta comprendido por los conductores de salida del inversor, cajas de combinación hasta la llegada del Tablero de BT del Centro de Transformación (CdT).

Los tendidos serán directamente enterrados, menos los que pueden ir por la estructura de los paneles, o no lo permita alguna interferencia, teniendo que prever canalizaciones en hormigón o tendidos aéreos.

Entre los inversores y el tablero de Baja Tensión del Centro de transformación se tendrá al menos una caja de combinación (caja de combinación de nivel 1) a no más de una distancia de 25 metros de los mismos. En la misma se instalaran los seccionamientos, protecciones, descargadores de sobretensión, puesta a tierra como se define en el presente volumen.

El contratista, podrá diseñar una topología de la red que le permite instalar más cajas combinando las de nivel 1, serían cajas de combinación nivel 2 y así sucesivamente hasta el tablero de baja Tensión del Centro de Transformación. Se indica un diagrama tipo requerido de las cajas de combinación CA en el Anexo XXXI

6.3.1.7 Guías técnicas, normas y especificaciones

Reglamento de Baja Tensión (<https://portal.ute.com.uy/clientes/tramites-y-servicios/tecnicos-y-firmas-instaladoras/reglamento-de-baja-tension>)

“Diagrama de Cajas de combinación CA Tipo.pdf” del Anexo XXXI

6.3.2 CENTROS DE TRANSFORMACIÓN (CdT)

Se entiende como el conjunto de equipos eléctricos, Tableros de Baja Tensión, Celdas de Media Tensión y Transformadores de potencia que transforman la energía proveniente de los circuitos de BT en MT.. También incluye los sistemas de monitoreo, control, protección, comunicaciones, PAT y alimentación de Servicios Auxiliares (SSAA) propios en BT necesarias para el proyecto.

Se instalarán, al lado de los caminos, la cantidad de Centros de transformación necesarias para evacuar toda la potencia del parque, no serán menos de dos Centros ni más de cinco.

Los transformadores serán del lado de alta de 31.5kV. Se admitirán dos bobinados del lado de baja, cuya tensión será compatible con inversores del Parque Solar Fotovoltaico.

Estos centros podrán ser del tipo *outdoor* (tipo Skid) o *indoor* y deberán cumplir con las siguientes recomendaciones:

- a) Serán diseñadas y construidas de acuerdo con los requisitos de los fabricantes de los equipos contenidos, teniendo en cuenta las especificaciones de carga particulares y los requisitos de protección.
- b) El transformador de potencia de ser en aceite deberá contar con su cuba para manejo de aguas aceitosas, con su respectiva trampa de aceite y/o sistema que permita la separación de aguas lluvias de las aguas aceitosas.
- c) Deberá estar dotados y señalizados con sistemas de protección para la seguridad humana y se instalarán extintores adecuados para el tipo de equipo y señalizados con letrero.

- d) Deberá cumplir los siguientes requisitos mínimos, que serán determinados y justificados por el Contratista:
- i. Protección anticorrosiva
 - ii. Grado de protección
 - iii. IP 65 en la electrónica de potencia e IP56 para la envolvente (como mínimo).
 - iv. Tipo de cimentación en función de los requisitos del fabricante y de los estudios de suelos y/o geotécnicos realizados en el emplazamiento.
 - v. Diseño de refrigeración y/o ventilación.
 - vi. Termostato para controlar el arranque y parada del sistema de ventilación forzada si hubiera.
 - vii. Declaración del fabricante para las condiciones ambientales del emplazamiento
 - viii. Puesta a tierra siguiendo la Norma IEEE Std 80 (Guía para la Seguridad de puesta a tierra en Subestaciones de C.A.) y IEEE Std 81 (Guía de mediciones de resistencias de tierra, impedancias de tierra y potenciales de superficies de tierra en sistemas de aterramiento)
 - ix. Cumplimiento de la Norma de instalación en BT de UTE
 - x. En caso de ser Skid, se debe instalar un techo sobre el equipo
- e) Se facilitarán planos de distribución de los elementos, fichas técnicas y cumplimiento con las normas mencionadas.
- f) Las cimentaciones deberán estar diseñadas para soportar las cargas a las que serán sometidas, teniendo en cuenta las investigaciones del suelo, las consideraciones sísmicas y medioambientales locales.
- g) El diseño detallado del centro de transformación dentro de la instalación fotovoltaica será responsabilidad del Contratista.
- h) Se deberá instalar un sistema anti-roedores en la entrada de cables a los equipos.
- i) Deberán tener una protección mecánica que impida accidentes de personas no calificadas.

Para la alimentación de SSAA propios del CdT, se puede instalar un trafo BT/400 en CA en la barra de baja del TBT pero también se debe proveer de una segunda alimentación segura desde el edificio de control.

6.3.2.1 Guías técnicas, normas y especificaciones.

- Esquema Unifilar “Centros de Transformación de 2 a 5MW A3.pdf” del anexo XXXII

6.3.3 TENDIDOS DE MEDIA TENSIÓN

Los tendidos de MT entre los centros de transformación y el Celdario del Centro de Control se ejecutaran con los cables y los accesorios que se definen en el capítulo 7.4. Se instalarán a los lados de la caminería, se debe minimizar el área afectada, por lo que se debe instalar lo más cerca de la caminería o cuneta de la misma, a no más de una distancia de 5 metros del borde de la misma según los planos típicos de corte de zanja del anexo XXXII.

Todo el cableado deberá ser subterráneo, estar debidamente identificados y protegidos contra posibles daños mecánicos.

El cable enterrado estará enhebrado en un conducto, el que se protegerá adecuadamente con hormigón en las zonas que no se pueda enterrar a la profundidad adecuada por la naturaleza del suelo, o se tenga interferencias. En última instancia, y en caso de no poder ejecutarse enterrado, se podrá tender cable aéreo.

El tendido de MT desde el edificio de control hasta la SEG PTI, que tendrá una distancia de alrededor de 1500 metros, se debe prever para la evacuación de un parque solar fotovoltaico de 80MVA en 31,5kV. El tendido será enterrado y se deberán salvar varias interferencias. El contratista es responsable de estudiar la mejor opción en la traza para dicho tendido, no obstante se adjunta en el anexo XXXIII un plano con la traza preliminar y las de interferencias detectadas en el anexo XXVI, también es responsabilidad del contratista asegurar que no existan otras así como proponer soluciones de cómo subsanarlas. La solución propuesta deberá ser aprobada por UTE previo a su ejecución.

6.3.3.1 Guías técnicas, normas y especificaciones.

- NORMA DE DISTRIBUCION NO-DIS-DI-0001/00 DE DISEÑO DE INSTALACIONES DE DISTRIBUCION se adjunta en anexo XXIV.
- NORMA DE DISTRIBUCION NO-DIS-DI-0008/00 DE DISEÑO DE INSTALACIONES DE DISTRIBUCION (ADENDA) se adjunta en anexo XXIV.
- IT-DIS-AO-PM10 Ensayos de aislación y continuidad en cables apantallados de MT
- FO-DIS-OB-0164 Formulario Ensayos de cables subterráneos de MT
- Documento "Traza Preliminar MT.PNG" en anexo XXXIII

6.3.4 INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN EDIFICIO DE CONTROL

La obra abarca servicios de ingeniería, suministro y montaje de equipos, celdas de MT y tableros, las instalaciones necesarias para el sistema de servicios auxiliares incluidos los tableros PCC y PCA, cableados, conexiones y ensayos previos a la puesta en funcionamiento de las instalaciones.

6.3.4.1 SALA DE CELDAS

Se debe suministrar e instalar las celdas de 31.5 kV de acuerdo al plano unifilar "Sala de celdas edificio de control.pdf" adjunto en el anexo XXXII. La obra incluye también la conexión del celdario a la malla de PAT y el suministro e instalación de los cables 18/30 kV de media tensión que vinculan las celdas con las demás instalaciones.

Se debe incluir los siguientes suministros:

- Conjunto de 10 celdas de 31.5 kV
- Un sistema de protección de barra de 31,5kV
- Siete sistemas de protección para los circuitos del Parque Solar Fotovoltaico; cinco de ellos serán los que conectará la instalación comprendida en el alcance de la obra, uno de ellos será para futuras ampliaciones del parque y el último permanecerá de reserva.
- Sistema de protección para servicios propios
- Sistema de medida para la barra de 31,5 kV
- Aisladores, conductores, herrajes, estructuras metálicas, malla de tierra, cables de potencia de baja tensión y de control, cableado estructurado de fibra óptica

- Sistema de comunicaciones entre los diversos nodos involucrados

De acuerdo a su experiencia y capacitación técnica y a estas especificaciones técnicas, será responsable de prever todos estos elementos y de incluirlos en la obra, teniendo presente que todo aquello que expresamente no esté indicado en estas especificaciones técnicas será de su cargo.

Los equipos y materiales a suministrar serán sometidos a la aprobación de la dirección de obra, acompañados de la información técnica adecuada. La especificación de los mismos se detalla en los capítulos correspondientes.

Deben cumplir con las normas IEC cuando sea de aplicación, o con normas de reconocido prestigio internacional.

Cuando sea de aplicación deben a su vez cumplir con la normativa de UTE vigente.

6.3.4.2 SERVICIOS AUXILIARES DEL EDIFICIO DE CONTROL

El Contratista deberá proveer para la nueva Estación la alimentación de los servicios auxiliares (SSAA) para el Edificio de Control de acuerdo a lo especificado en el anexo XXXIV Servicios Auxiliares.

Además se debe instalar un tablero en la sala de celdas, con un inversor (110VCC / 400VCA) para la alimentación de energía segura de los equipos de comunicación en los Centros de Transformación. El mismo se alimentará de la barra respaldada del PCA y del tablero de continua PCC. Se tenderán los cables de baja enterrados por las mismas canalizaciones de los cables de MT desde el edificio hasta los CdT.

6.3.4.3 SALA DE DATOS

En la sala de datos se instalará el sistema SCADA, Sistema de Control, el Sistema de Comunicaciones, Servidor y sistema CCTV.

Es responsabilidad del contratista dimensionar, diseñar e instalar la UPS en la sala de datos para alimentar todos estos equipos. Para la UPS se deben tomar los criterios definidos en el anexo de Comunicaciones N° XXVIII.

6.4 PROTECCIONES

6.4.1 GENERAL

Las protecciones deben diseñarse para:

- Evitar que ocurran accidentes a las personas
- En caso de ocurrir un accidente a las personas; limitar las consecuencias
- Proteger los equipos
- Cumplir con los requerimientos de red de UTE

Las instalaciones estarán equipadas con un sistema de protección que garantice su desconexión en caso de una falla en la red o fallas internas en la instalación, de manera de garantizar la seguridad de las personas y que no perturben el correcto funcionamiento de las redes a las que estén conectadas, tanto en la explotación normal como durante el incidente.

Las instalaciones deberán tener protección de falla a tierra para reducir el riesgo de incendio.

Es de responsabilidad del Contratista entregar un estudio de Coordinación de Protecciones, hacer los unifilares y funcionales todo el Parque Solar Fotovoltaico.

Se debe implementar para el sistema de protecciones las comunicaciones y el acceso desde el Scada que permitan su monitoreo.

6.4.1.1 Protecciones de sobrecorriente

Las protecciones de sobrecorriente deben cumplir los siguientes requisitos:

- Todos los conductores se deben proteger contra sobrecorriente según su capacidad de corriente.
- En serie con cada conductor no puesto a tierra se debe conectar un fusible o la unidad de disparo por sobrecorriente de un interruptor automático.
- Los dispositivos de protección contra sobrecorriente deben:
 - ser fácilmente accesibles
 - estar encerrados en armarios o cajas de corte o seccionamiento, no pueden estar expuestos a daños físicos
- Se deben instalar medios de desconexión en el lado de la red de todos los fusibles en circuitos de más de 150V a tierra y fusibles en cartucho en los

circuitos de cualquier tensión cuando sean accesibles a personas no calificadas, de modo que cada circuito protegido con fusible se pueda desconectar independientemente de la fuente de energía eléctrica.

- Todos los fusibles, portafusibles y adaptadores deben estar rotulados con su corriente nominal.
- Los interruptores automáticos de circuito deben ser de disparo libre y se deben poder abrir o cerrar manualmente.
- Los interruptores automáticos de circuitos deben estar rotulados con su corriente nominal de forma duradera y visible después de instalarlos.
- Los interruptores automáticos de circuitos deben estar rotulados con una tensión nominal no menor a la tensión nominal del sistema, que sea indicativa de su capacidad de interrumpir corrientes de falla entre fases o entre fase y tierra.
- No se aceptan fusibles como elemento de protección en 31,5 kV, solo es posible realizar aperturas TRIPOLARES del sistema.

6.4.1.2 Descargadores de Sobretenión

Se deberá instalar descargadores de sobretensión (en todas las cajas y tableros):

- A la salida de las cajas de combinación.
- A la salida de cada inversor.
- En tableros de BT.
- En el Transformador de CdT del lado de BT y de MT.
- En los tableros donde se instalen las interfaces/tarjetas de comunicación.

6.4.2 PROTECCIONES (CC)

En caso de que se instalen cajas de combinación CC entre las cadenas y los inversores se debe cumplir los requisitos del presente capítulo.

Las cajas de combinación para su conexión con el inversor, deben cumplir:

- Los elementos serán accesibles y maniobrables una vez los cajas estén cableados. Es decir los cables no obstaculizarán ningún elemento maniobrable.
- Deben incluir protección contra sobretensiones de fácil sustitución en caso de fallo en el circuito en la línea de salida

En caso que las cadenas de paneles se conecten directo al inversor, se define en el capítulo de inversores las protecciones.

En caso que el contratista opte por instalar tableros de corriente continua antes de los inversores, estos deberán cumplir con la norma IEC 61439-1, y contar con los siguientes elementos:

- a) Seccionador bajo carga.
- b) Descargadores de sobretensión tipo 2.
- c) Fusibles o interruptores automáticos en CC, polos negativos, por cada cadena.
- d) Fusibles o interruptores automáticos en CC, polos positivos, por cada cadena.
- e) Bornes de conexión CC para línea colectora hacia el inversor.
- f) Borne de conexión para conductor de puesta a tierra.
- g) Borne de conexión para contacto de aviso de fallo sin potencial,
- h) Estar ubicado bajo los paneles fotovoltaicos.
- i) Protección contra sobretensiones de fácil sustitución en caso de fallo en el circuito en la línea de salida.
- j) Diodos de bloqueo.

La caja de combinación CC o tablero CC deberá permitir el accionamiento del seccionador bajo carga desde el exterior de la caja, o el tablero CC deberá contar con contra tapa, sin que exista exposición de personas al contacto con partes con tensión. El seccionador deberá tener claramente marcado la posición abierta o cerrada.

Las cajas de combinación CC o tablero de CC, deberán ser instalados lo más cercano posible de los arreglos fotovoltaicos.

6.4.2.1 Dispositivos de Sobre corriente

Las cajas de combinación deberán contar con dispositivos de protección contra sobrecorrientes de acuerdo a lo indicado en la norma IEC 60364-7-712 ("Electrical Installations of buildings. Part 7 -712: Requirements for special installations or locations Solar photovoltaic (PV) power supply systems"), entre estos se consideran:

- Fusibles
- Bases portafusibles
- Interruptores CC

La manipulación de los interruptores debe ser mediante apertura de las cajas y éstas deben contar con mecanismos de cierre seguro contra la intervención no deseada de terceros.

6.4.2.2 Dispositivos de Sobretensión

Las cajas de combinación deberán contar con dispositivos de protección contra sobretensiones de acuerdo a lo indicado en la norma IEC 60364-7-712 (*“Electrical installations of buildings. Part 7 -712: Requirements for special installations or locations Solar photovoltaic (PV) power supply systems”*), los dispositivos propuestos deben ser elegidos acorde a la instalación justificando y avalando su elección para el diseño. Como mínimo deben tener las siguientes características:

- Tipo de protección (IEC 61643-11, EN 50539-11 o equivalente): I + II
- Tensión red FV: 1500 Vcc
- Tensión máxima de operación FV: 1500 Vcc
- Corriente de descarga nominal (8/20µs): 10 kA
- Corriente de descarga máxima (8/20µs): 40 kA
- Corriente de rayo máximo por polo (10/350 µs): 12.5 kA
- Corriente de rayo máximo total (10/350 µs): 25 kA
- Modo de conexión: + / - / PE
- Nivel de protección: 4 kV
- Nivel de protección L/PE: 4.2 kV
- Nivel de protección L/N: 4.2 kV

6.4.3 PROTECCIONES BT (CA)

La arquitectura del circuito de salida de los inversores que proponga el Contratista deberá tener al menos una caja de combinación a la salida de los inversores (cajas de combinación de nivel 1) a no más de 25m de los mismos. Y estos se conectarán a un tablero de protección en corriente alterna de BT (TBT) previo a su conexión a los transformadores de potencia BT/MT del CdT. Se admitirán cajas de combinación intermedias adicionales.

Se adjunta un diagrama eléctrico del circuito de salida del inversor en el anexo XXXI.

6.4.3.1 Protecciones Cajas de Combinación

Los tableros de corriente alterna deberán cumplir con el anexo XXXI del volumen III y contar con los siguientes elementos:

- i. Seccionador bajo carga.

- ii. Descargadores de sobretensión tipo 2.
- iii. Diferenciales por cada circuito de generación lo más cercano al inversor.
- iv. Borne de conexión para conductor de puesta a tierra.
- v. Borne de conexión para contacto de aviso de fallo sin potencial,

Las cajas de combinación de nivel 1 deben incluir:

- Interruptores termomagnéticas para cada circuito
- Interruptor diferencial para cada circuito
- Un seccionador de barra para el circuito de salida
- Protección contra sobretensiones con descargador protegido con fusible en el circuito de salida

En caso de que se instalen cajas de combinación intermedias entre la caja de combinación de nivel 1 y el tablero de Baja tensión del Centro de Transformación, las mismas deben incluir:

- Interruptores termomagnéticas para cada circuito de entrada
- Un seccionador de barra para el circuito de salida
- Protección contra sobretensiones con descargador protegido con fusible en el circuito de salida

6.4.3.2 Protecciones Centros de Transformación - tablero de Baja Tensión

En el tablero de Baja Tensión de los CdT antes de los transformadores BT/MT, deben incluir:

- Interruptores termomagnéticas para cada circuito de entrada.
- Interruptor termomagnético para el circuito de salida hacia el Trafo.
- Protección contra sobretensiones con descargador protegido con fusible en el circuito de salida.

6.4.4 PROTECCIÓN MT PARQUE SOLAR FOTOVOLTAICO

6.4.4.1 DESCRIPCIÓN GENERAL

El Contratista deberá suministrar todo lo necesario para la adecuada protección de todos los equipamientos de potencia que componen el sistema proyectado, y las herramientas, documentos, información y capacitación necesaria para la posterior explotación y mantenimiento de los sistemas de protección mencionados.

6.4.4.2 SISTEMA DE PROTECCIÓN DE CENTROS DE TRANSFORMACIÓN

De acuerdo al proyecto del sistema de potencia planteado, el Contratista deberá suministrar los sistemas de protección de los siguientes equipamientos para cada uno de los Centros de Transformación:

- Transformador de potencia (tensión de inversores) BT /31.5 kV.
- Barra de 31.5 kV.
- Salidas para los demás CdT en 31.5kV necesarias para el proyecto.

Relé de Protecciones de barra, Celda y Transformadores

Los relés de protección deben ser de electrónica numérica, con puertos de comunicación tanto para gestión del equipo como para conexión al sistema de control local y remoto, Scada.

Las funciones que como mínimo deben quedar habilitadas en el relé de protección de los CdT serán las siguientes:

- Sobrecorriente direccional fase y a tierra 67/67N
- Sobrecorriente de fase instantáneo y temporizado 50/51
- Sobre corriente a tierra 50N/51N
- Bajo voltaje 27
- Sobre voltaje 59
- Relé de máxima y mínima frecuencia 81U/O
- Relé verificación de sincronismo 25
- Relé de sobrecarga térmica 26
- Localización de punto de falla 21FL
- Relé de supervisión de disparo 74 para las dos bobinas de disparo
- Potencia inversa 32

6.4.4.3 SISTEMA DE PROTECCIÓN DE CELDARIOS DE 31.5kV Y SUBESTACIÓN DE GEN-PTI

El sistema de Protecciones del Celdario del edificio de control y la SEG PTI está indicado en el Capítulo de Protecciones XXXVII

6.5 SISTEMA DE CONTROL Y ADQUISICIÓN DE DATOS

El contratista diseñará e implementará un sistema de control de la planta, tanto en la que respecta a la operación normal como a la de emergencias, que deberá cumplir con los requisitos del Anexo XXXVIII - Sistema de Supervisión, Control y Adquisición de datos.

6.6 SISTEMA DE SEGURIDAD

6.6.1 SISTEMA DE CCTV

El contratista es responsable por el diseño, el suministro y la instalación del sistema de CCTV, que deberá cumplir con los requisitos del anexo XXV – Seguridad. Debe integrarse con el sistema Scada y se podrán comandar y reportar con la central de monitoreo de Servicios de Vigilancia de UTE.

Ante contingencias de comunicaciones u otras, deben tener una plataforma para operación local, los propios equipos de cada sistema y/o el Scada Local en el edificio de Control.

6.6.2 SISTEMA DE PROTECCION CONTRA INCENDIOS

El Contratista deberá gestionar y entregar la Estación con el documento de certificación del local expedido por la Dirección Nacional de Bomberos (DNB), de acuerdo la normativa vigente.

El proyecto técnico, los trámites ante DNB, el suministro de todos los elementos de extinción de fuego, la implementación de las medidas, y la obtención de la certificación, estarán a cargo del Contratista. Todos los costos de trámites estarán incluidos en la oferta.

Los soportes de los sistemas antiincendios deberán ser galvanizados.

En todo caso se deberá cumplir con las especificaciones del anexo XXV – Seguridad.

Ante contingencias de comunicaciones u otras, deben tener una plataforma para operación local, los propios equipos de cada sistema y/o el Scada Local en el edificio de Control.

6.6.3 SISTEMA ANTI INTRUSOS Y CONTROL DE ACCESO

El contratista deberá instalar en el centro de control un sistema anti intrusos y control de acceso que cumpla con los requisitos del anexo XXV – Seguridad del volumen III del presente pliego de condiciones.

Ante contingencias de comunicaciones u otras, deben tener una plataforma para operación local, los propios equipos de cada sistema y/o el Scada Local en el edificio de Control.

6.7 COMUNICACIONES

Se debe cumplir con lo dispuesto en el capítulo de comunicaciones del anexo XXXVIII en estas especificaciones se establecen los requerimientos de comunicaciones para el Parque Solar Fotovoltaico (PSF) a instalarse en Punta del Tigre.

El sistema de comunicaciones comprende todas las obras, cableados y los equipos para asegurar la comunicación de los siguientes:

- Inversores
- Centrales meteorológicas
- Todos los equipos de los Centros de Transformación
- Equipos de la sala de Celda
- Equipos del Sistema de SSAA
- Equipos del Sistema de Seguridad
- Sistema Scada
- SMEC
- Subestación GEN PTI
- Red de UTE Operativa y Corporativa

Deberá presentarse una ingeniería de detalle que contenga:

- Diagrama de bloques donde se indique la interconexión de los equipos.
- Planillas de equipos propuestos de acuerdo a las especificaciones técnicas que contengan descripción de marca, modelo y detalle de paneles que contienen.
- Diagramas donde se observe la disposición de los equipos dentro de los gabinetes, la ubicación e identificación del gabinete dentro de la sala de

comunicaciones, planilla con el detalle del cableado de datos y alimentación, planilla con el detalle de los puertos utilizados de cada equipo.

- Tabla de los consumos declarados por los fabricantes de los equipos (según su alimentación)

En el diagrama de bloques con la arquitectura de comunicaciones del Parque Solar Fotovoltaico que integre todo lo anterior debe tener al menos:

- Paneles con sus equipos
- Canal físico, tipo de cable (Eth, Hardwire, FO), wifi, etc.
- Protocolos de comunicación
- Direcciones IP

Todos los equipos de monitoreo, control, protecciones y comunicaciones se deben alimentar con una fuente segura, UPS instalada en la sala de datos. Se eximen los inversores. La UPS no alimentará los CdT ni las estaciones meteorológicas de acuerdo al anexo XXXIV.

El protocolo de comunicaciones de todos los elementos de monitoreo, protección y control deben estar sobre TCP-IP con enlaces de fibra óptica.

Se debe definir antes de 2 meses luego de firmar el contrato, toda la lista de señales necesarias a comunicar desde el Parque Solar Fotovoltaico a UTE y de UTE al Parque Solar Fotovoltaico para asegurar el correcto OyM.

Los inversores seleccionados tendrán diversas opciones de comunicación e interfaces de usuario para el control, monitoreo remoto, medición y alarmas. El protocolo de comunicaciones empleado para la transmisión de información debe corresponder a la categoría de “estándares abiertos” aprobados por ITU o IEC.

Las comunicaciones internas del parque deberán ser establecidas por una red de cables de cobre, red de fibra óptica u onda portadora.

En caso de optar por el uso de fibra óptica, ésta deberá cumplir con las especificaciones técnicas de fibra óptica establecida en el anexo XXVIII – Requerimientos de Comunicaciones.

6.8 COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÉTICA

6.8.1 Generalidades

El Contratista deberá verificar que los equipos de baja tensión (control, protección, servicios auxiliares) no queden sometidos a perturbaciones que puedan dañarlos o provocar su incorrecta operación.

A tales efectos se deberán estimar las tensiones inducidas por efecto de maniobras y fallas en la red de alta tensión, descargas atmosféricas, maniobras de circuitos inductivos en la red de baja tensión, etc.; y el factor de reducción de dichas tensiones por efecto de las medidas propuestas (blindaje, separación entre conductores, etc.).

Se verificará asimismo que las tensiones inducidas previstas son aceptables en relación a los elementos de supresión de sobretensiones y clases de inmunidad a las perturbaciones especificados para los diversos elementos de la instalación.

Se indican a continuación algunos criterios que se entienden aplicables en el diseño de la instalación en lo que se refiere a las interferencias electromagnéticas.

Estos criterios deberán ser verificados y (de ser necesario) corregidos o complementados por el Contratista.

6.8.2 Trayectos

Los trayectos deben alejarse lo máximo posible de los equipos de potencia susceptibles de inyectar corrientes de tierra importantes por efecto de capacidades parásitas (transformadores de corriente y de tensión capacitivos) o por conexiones directas a la malla (pararrayos, neutros de transformadores de potencia).

Existirá una segregación física entre cables de control y protección, cables de comunicaciones, y cables de potencia en baja tensión.

6.8.3 Blindaje de cables

Se blindarán los cables de control, protección, potencia de baja tensión y secundarios de transformadores de medida.

El tipo y características de blindaje (general, individual, por par, en cinta de cobre o trenza, etc.) deberá ser estudiado y definido por el Contratista.

El blindaje no podrá ser usado como camino de retorno para el sistema de control.

Se estudiará la conveniencia de aterrizar en un solo punto los blindajes de cables que unen paneles en el edificio del comando.

6.8.4 Nivel de cortocircuito de los equipos

El nivel de cortocircuito de diseño de la instalación se fija en 40 kA rms, 100 kAcr.

6.8.5 Cables de control

La sección mínima de los cables de baja tensión para los circuitos de medida y control a utilizar debe ser de, 4 mm² para los circuitos de medida de corriente y para los circuitos de mando o disparo y 2.5 mm² para el resto de conductores.

Para el cálculo de las secciones a usar se considerara que la tensión final del banco de baterías es 1.85 V/elemento (94.64V).

Se deberá verificar en todos los casos que la caída de tensión en bornes de la carga sea superior al 85 % de la tensión nominal (93.5 V).

6.9 *DESCARGAS ATMOSFÉRICAS Y PUESTA A TIERRA*

6.9.1 Blindaje a las descargas atmosféricas

Se deberá diseñar y proveer un sistema de descargas atmosféricas, conforme a las normas IEEE 998-2012 e IEC 62305-3. IEC 1024 y todas las que resulten de aplicación por la legislación vigente y cláusulas de las compañías de seguridad.

El diseño deberá asegurar que no se prevea ninguna descarga directa sobre los centros de transformación de la instalación.

Como elemento de seguridad adicional, se deberá prever que no se produzcan consecuencias destructivas a ningún componente de la instalación si se asume que se produce una falla de blindaje.

6.9.2 Puesta a tierra (PAT) del Parque Solar Fotovoltaico.

6.9.2.1 Generalidades

Se requiere un diseño de sistema de puesta a tierra que esté de acuerdo con las condiciones específicas del sitio donde van a estar ubicados las estructuras y los equipos, buscando ante todo preservar la seguridad de las personas.

Se debe realizar un estudio de resistividad del terreno y de corriente de cortocircuito del sistema de MT y BT del parque.

Con base en la resistividad del terreno y la componente de la corriente de corto circuito que fluye a tierra a través de las estructuras, armarios, partes metálicas, etc., se deben calcular los valores de puesta a tierra tal que se garanticen las tensiones de toque y de paso y se debe obtener una medida de resistencia de PAT menos a 3 ohm.

La instalación de Puesta a Tierra será diseñada de forma que se tenga una Tierra equipotencial para todo el sistema.

Se debe conectar a la misma:

- Malla de puesta a tierra del edificio de control.
- Malla de puesta a tierra de los centros de transformación del parque solar fotovoltaico.
- Malla de puesta a tierra de las Estaciones meteorológicas.
- Estructuras de Módulos Fotovoltaicos.
- Todo elemento o estructura metálica perteneciente a la instalación.

Las mallas de PAT se realizaran con conductor de cobre desnudo de 50mm y jabalinas recubiertas de cobre para tal fin y se deben interconectar con el mismo tipo de conductor (únicamente se admitirán soldaduras exotérmicas para dichas uniones). Dichos cables serán tendidos a través de las zanjas del sistema colector.

La conexión de la malla del sistema colector del parque, con la malla de PAT del edificio se hará en una barra de cobre dentro del canal de celdas.

6.9.2.2 Aterramiento de Estructura, Paneles solares e inversores.

Toda estructura deberá estar debidamente aterrada y conectada a la malla de tierra,

(la distancia entre cada bajada de tierra de la estructura debe estar justificada técnicamente o avalada por el fabricante de la estructura).

Para todas las conexiones entre elementos metálicos de diferente material se debe considerar la influencia del Par-Galvánico y mitigarlo con accesorios en caso de ser necesario (Justificando en caso que no sea necesario).

Cualquier conexión de la malla a tierra a una estructura metálica debe realizarse con terminales apropiados comprimidos en su cable con una herramienta apropiada para tal fin.

No se admitirá como unión eléctrica de tierra accesorios de sujeción de estructura

En todos los tableros de BT y MT, celdas y cajas metálicas debe estar previsto el medio de conexión de un conductor de puesta a tierra de equipos.

En el centro de transformación para interconexión con el sistema de puesta a tierra, el Contratista deberá proporcionar una adecuada conexión D-Y de los transformadores elevadores. Las partes metálicas expuestas no portadoras de corriente de las instalaciones de transformadores, como vallas, barreras, resguardos, etc., deben estar aterradas.

Los dispositivos con carcasa y/o bastidor metálico como los instrumentos, relés, medidores y transformadores de instrumentos y de control ubicados en o con aparatos de maniobra o equipos de control, deben tener la carcasa o bastidor aterrados.

Todas las estructuras y fundaciones civiles deben conectarse a la malla de PAT, la conexión se hará a través de una varilla de acero inoxidable. Se soldará a la malla con soldadura exotérmica.

Los cables para la conexión de los equipos a la malla de PAT, deben ser de color verde amarillo y deben elegirse de modo que cumplan la normativa vigente. Deben estar protegidos de esfuerzos mecánicos y radiación ultravioleta, así como cualquier otro factor medioambiental. Las secciones y tipo de cables (libres de halógenos en lugares de pública concurrencia) deben ser adecuados para resistir la corriente prevista en un eventual defecto.

6.9.2.3 Requerimientos de Seguridad.

El sistema de puesta a tierra se diseñará de acuerdo con las recomendaciones de la Publicación IEEE-80 "IEEE Guide for Safety in AC Substation Grounding". Se tendrá en cuenta todas las situaciones planteadas en la sección 8, "Criteria of tolerable voltage" de la IEEE Std. 80.

A los efectos de la determinación de los valores máximos admisibles de tensión de paso y tensión de toque, se considerará:

- Peso de la persona: 50 kg.
- Duración del shock de corriente: 1 s.

Adicionalmente se determinará el mínimo valor de corriente fase-tierra para el cual deben actuar los relés, a efectos de que no se produzcan potenciales de toques peligrosos por estas corrientes de baja magnitud pero larga duración. A estos efectos se asume que la corriente máxima tolerable por el cuerpo humano es inferior a 9 mA.

6.9.2.4 Sección mínima del conductor de tierra

La sección del conductor de cobre deberá ser determinada en función de la corriente de diseño de la malla de tierra y de acuerdo con la metodología descrita en la sección 11, "Selection of conductors and connections", de la IEEE Std. 80.

Independiente de lo anterior la sección mínima del conductor no podrá ser inferior a 50 mm², y compuesto de al menos de 7 hilos de cobre.

6.9.2.5 Malla de tierra

Será una cuadrícula horizontal de conductores de cobre, de sección mínima indicada el presente documento, y cuya geometría será tal que se cumplirá con los requerimientos de seguridad indicados, considerando asimismo la disposición de los equipos y estructuras.

Estará enterrada a una profundidad mínima de 0.5 m, a excepción de los cruces con vías de circulación y de otros conductores de aterramiento, en que se usará una profundidad de enterrado de 1 metro. Cuando se instale en zanja será a la misma profundidad que los cables de la misma.

6.9.2.6 Jabalinas

Cuando en algunas zonas donde se instale la malla no sea posible o sea difícil únicamente con la malla de tierra, alcanzar los requerimientos de seguridad indicados, la malla de tierra podrá ser reforzada con jabalinas "Copperweld".

Independiente de lo anterior, se deberá reforzar la malla de tierra con jabalinas en:

- Periferia de la malla, separadas una distancia de no más de 25 m. Se incluirán jabalinas en las esquinas.

- Perímetro de centros de transformación.
- El aterramiento de descargadores (las que se conectarán a la malla de tierra).

6.9.2.7 Parámetros de diseño

Complementariamente a lo indicado en la norma IEEE Std. 80 y en el presente documento, para el diseño se debe considerar:

- Corriente de diseño del sistema de puesta a tierra: 18 kA
- Tiempo de despeje de la corriente de diseño: 1 s
- Resistividad del terreno: a ser medida por el Contratista durante el contrato.

Se entiende como corriente de diseño, la que efectivamente se drena a través de la malla de tierra y jabalinas, esto es, a los efectos del diseño, se debe considerar este valor pleno, sin afectarlo por factores de “split”.

Los parámetros de diseño se tendrán en cuenta para el diseño de la red de tierra (malla de tierra con jabalinas) y para la determinación de la sección de los conductores, tanto de la malla como de las derivaciones de los equipos o estructuras hacia la malla. Respecto a las derivaciones hacia la malla, aun cuando se duplique la conexión de un equipo o estructura a la malla de tierra, se asumirá que la corriente de diseño circula por una sola de las derivaciones.

6.9.2.8 Consideraciones adicionales para el diseño del sistema de puesta a tierra

Caracterización del terreno

A los efectos de conocer la características geoelectricas del terreno, el Contratista deberá realizar mediciones de resistividad, para esto se basará en la norma IEEE-81 “IEEE Guide for Measuring Earth Resistivity, Ground Impedance and Earth Surface Potentials of a Grounding Systems” en particular utilizará el método denominado “Four-point”, descrito en la sección 7 de dicha norma.

Elegirá, dentro del terreno, al menos cinco puntos uniformemente espaciados, en cada punto realizará dos procedimientos de medida de resistividad, dispuestos perpendicularmente entre sí. Cada procedimiento constará de al menos 12 lecturas, pudiendo ser mayor si los valores de resistividad encontrados son muy altos.

A los efectos de realizar las mediciones sobre terreno seco, se deberá aguardar al menos una semana sin lluvias.

A partir del promedio de los datos relevados, se obtendrá mediante un software basado en el método analítico descrito en el anexo B de la IEEE Std.81 o en algún otro método reconocido, el modelado del terreno en al menos dos capas. No se considera válido el método gráfico descrito en la IEEE Std. 80.

6.9.2.9 Diseño de la red de puesta a tierra

A los efectos del diseño de la red de puesta a tierra el Contratista recurrirá a un software reconocido por la industria, en particular no se admitirá métodos simplificados, sino que, el software tendrá capacidad de análisis a partir de la geometría real de la malla y sus jabalinas, el modelo del terreno en dos capas y la capa superficial.

El software tendrá capacidad del cálculo de los potenciales de toque y de paso en cualquier punto cuando se inyecta la corriente de diseño a la red de puesta a tierra. Entre sus funcionalidades deberá contar con la representación en 3D de los potenciales de paso y toque, así como las gráficas del perfil de los mismos en cualquier trazado de la estación.

6.9.3 Guías técnicas, normas y especificaciones.

En general, el sistema debe cumplir las siguientes normas:

- Plano - Esquema Unifilar RED de TIERRA se adjunta en anexo XXXV.
- *MM-DIS-DI-0001 MANUAL DE SOLDADURA EXOTÉRMICA.doc* se adjunta en anexo XXIV.
- *NORMA DE DISTRIBUCIÓN N.MA.05.04/2 CONDUCTORES DESNUDOS DE COBRE PARA PUESTA A TIERRA* se adjunta en anexo XXIV.
- *NORMA DE DISTRIBUCIÓN N.M.A.90.04/0 MOLDES PARA SOLDADURA EXOTÉRMICA* se adjunta en anexo XXIV.
- *NORMA DE DISTRIBUCION N.M.A. 90.05/0 TOMACABLES PARA JABALINAS* se adjunta en anexo XXIV.
- *NORMA DE DISTRIBUCIÓN NO-DIS-MA-9001 ELECTRODOS DE PUESTA A TIERRA* se adjunta en anexo XXIV.

- *NORMA DE DISTRIBUCIÓN NO-DIS-MA-9002 CLEMAS PARA TOMA DE TIERRA* se adjunta en anexo XXIV.
- *NORMA DE DISTRIBUCIÓN NO-DIS-MA-9006 TERMINALES Y TES DE CONEXIÓN PARA CONDUCTORES DE COBRE DESNUDOS DE PUESTA A TIERRA* se adjunta en anexo XXIV.
- *NORMA DE DISTRIBUCIÓN NO-DIS-MA-9007 CONECTORES DE COMPRESIÓN PARA CABLES DE PUESTA A TIERRA TIPO "C"* se adjunta en anexo XXIV.
- IEEE Std 80 (Guía para la Seguridad de puesta a tierra en Subestaciones de C.A.)
- IEEE Std 81 (Guía de mediciones de resistencias de tierra, impedancias de tierra y potenciales de superficies de tierra en sistemas de aterramiento).IEEE 81-1991. IEEE Guide for Measurements Impedance and Safety Characteristics of Large, Extended or Interconnected Grounding Systems

6.10 FUNDACIONES DE EQUIPOS

Las fundaciones de los equipos instalados serán diseñadas y construidas para soportar las exigencias del proyecto a lo largo del tiempo.

El contratista será responsable de la realización de los estudios sobre el terreno (adicionales al estudio geotécnico que se adjunta en el presente pliego de condiciones), incluyendo las pruebas de hincado requeridas, para determinar el tipo de estructura y sistema de anclaje al terreno.

Los cálculos estructurales se realizarán siguiendo estándares internacionales (ACI-AISC para estructuras metálicas) considerando acciones de peso y viento, así como combinaciones de acciones; teniendo en cuenta condiciones ambientales extremas. La estructura de soporte de módulos ha de resistir, con los módulos instalados, las sobrecargas de viento de acuerdo a la normativa local y para la totalidad de su vida útil.

Toda consideración tomada en cuenta en el diseño de la estructura será plasmada en una memoria de cálculo detallada que incluirá a su vez toda y cada una de las verificaciones realizadas para cada pieza de la estructura.

6.11 CENTRO DE CONTROL

La planta deberá poseer celdas de maniobra y protección en el centro de control para evacuar la potencia eléctrica producida. La misma se diseñará siguiendo los

lineamientos establecidos en el unifilar del anexo XXXII y los requisitos del capítulo 7.5.

6.11.1 SALA DE DATOS

La sala de datos deberá cumplir con TIER nivel 1 completo y TIER nivel 2 parcial por redundancia según la norma TIA – 942.

6.11.2 SERVICIOS AUXILIARES

Los servicios propios del centro de control se diseñarán de acuerdo a las especificaciones del anexo XXXIV – Servicios Auxiliares del presente volumen.

Estos servicios incluyen todos los equipos que requieran alimentación de energía ubicados en el centro de control así como la instalación interna del mismo.

Existirá un tablero de distribución de energía (PCA) ubicado en la sala de celdas de manera de centralizar la alimentación de todos los equipos, así como los automatismos de la alimentación de energía respaldada. Existirán dos llaves termomagnéticas dentro del PCA que alimentarán los servicios del ítem 1 (una para los servicios “respaldados” y una segunda para los servicios “no críticos”).

De manera análoga, existirá un tablero de distribución de energía en corriente continua (PCC) ubicado en la sala de celdas de manera de centralizar la alimentación en corriente continua de todos los equipos. Existirá una llave termo magnética del PCC para los servicios de corriente continua del ítem 1.

Existirá un sistema de alimentación de energía segura para los equipos considerados “críticos” de acuerdo al anexo XXXIV Servicios Auxiliares.

Los equipos considerados críticos, deben alimentarse en corriente continua y corriente alterna de la barra respaldada, son al menos:

- Celdas
- Sistema de comunicación
- Sistema de comunicación interno del parque
- Sistema SCADA
- Sistema anti-incendio
- Iluminación de emergencia
- Instrumentación de la línea de 31,5kV

- Sistema anti-intrusos

7 REQUERIMIENTOS TÉCNICOS PARTICULARES

7.1 INVERSORES

Los inversores serán de cadena (*String Inverters*) trifásicos con seguimiento del punto de máxima potencia para extraer en todo momento la máxima potencia que la fuente de potencia fotovoltaica es capaz de generar.

En caso que los fabricantes de los inversores ofrezcan soluciones para cumplir con las condiciones del presente pliego en modalidad opcional, éstas deberán ser incorporadas en los equipos suministrados. No admitiéndose, en esos casos, soluciones las condiciones impuestas que contemple la incorporación de tableros independientes a los inversores de otros fabricantes para realizar las mismas funciones.

Se determinará la disposición de los inversores en el emplazamiento para minimizar las pérdidas eléctricas del proyecto y adaptándose de acuerdo a las necesidades del emplazamiento.

La instalación del inversor se deberá realizar según las especificaciones del fabricante, considerando la ventilación, el anclaje, la orientación, entre otros aspectos. El inversor se deberá situar en un lugar con fácil acceso a personal técnico.

Los terminales del inversor deben permitir una fácil conexión de conductores o cables aislados.

Cumplirán los requisitos mínimos en términos de tiempo de vida útil bajo las condiciones del sitio y la eficiencia.

Los inversores deberán contar con soporte técnico por parte del fabricante, o quien haga de representante del equipo, a nivel regional. Así mismo se deberán garantizar el suministro de piezas de repuesto en caso de reparaciones o cumplimientos de garantía de operación de los equipos.

Los inversores podrán disponer de pólizas de garantía extendida de hasta 25 años.

Los inversores seleccionados presentarán una garantía acorde con el apartado Garantías del presente documento.

Se especificará un sistema de refrigeración del equipo acorde con las recomendaciones del fabricante para el emplazamiento del proyecto.

Dispondrá de las señalizaciones necesarias para su correcta operación. Incorporará los controles automáticos imprescindibles y funciones automatizadas para controlar operaciones de arranque y parada de manera que aseguren su adecuada supervisión y manejo. Entre las señales requeridas que deben estar disponibles se encuentran: potencia instantánea, energía producida, estados, alarmas, si el inversor está en un proceso de *derating*.

Sin ser taxativos, a continuación se indican los principales requisitos:

Cada inversor incorporará, al menos, los controles manuales siguientes:

- 1) Encendido y apagado general del inversor.
- 2) Conexión y desconexión del inversor a la interfaz CA.

Los inversores deberán operar en los siguientes modos de control según el documento de Convenio de Uso Tipo del anexo XXVII:

- 3) Modo de control de factor de potencia
- 4) Modo de control de voltaje
- 5) Modo de control de potencia reactiva

Cada inversor incorporará los siguientes controles de funcionamiento:

- 6) Detectar cuando la fuente de potencia fotovoltaica posee suficiente potencia para conectarse a la red
- 7) Parada del inversor por sobre temperatura del equipo o componente.

El inversor acondicionará la tensión de salida de los paneles en corriente continua a tensión en corriente alterna, con una serie de parámetros de calidad como son:

- 8) Punto de trabajo para un rendimiento máximo.
- 9) Baja distorsión armónica. (THD<3%).
- 10) Bajas interferencias electromagnéticas.
- 11) Trabajo dentro de márgenes de tensión y frecuencia de salida.
- 12) Cumplimiento de requerimientos de seguridad para personas, equipos y la red eléctrica.

El inversor deberá llevar integradas, como mínimo, las funciones y protecciones eléctricas descritas a continuación:

- 13) Corrientes asimétricas.
- 14) Pérdidas de una fase.

- 15) Interruptor de interconexión interna para la desconexión automática.
- 16) Dispondrán de relé / contactor de bloqueo de protecciones.
- 17) Dispondrán de un detector de aislamiento a tierra en el circuito de continua. Protección contra falla a tierra.
- 18) Perturbaciones presentes en la red como microcortes, pulsos, defectos de ciclos, ausencia y retorno de la red, etc.
- 19) Anormalidad en la red.
- 20) Interruptores de CA y CC para maniobras.
- 21) Deberán garantizar que no exista circulación de corrientes inversas mayores a las admisibles por los paneles fotovoltaicos conectados a él.
- 22) Monitoreo de corrientes de fuga con respecto a tierra (si el inversor tiene referencia de tierra), monitores de aislamiento en CC con respecto a tierra (si el inversor tiene referencia de tierra), monitoreo de temperatura ambiente y del puente inversor (IGBT).
- 23) Método de limitación de potencia, el cual deberá ser especificado.
- 24) Protecciones contra fallas de tensión.

Se debe tener en cuenta el documento de Convenio de Uso Tipo del Anexo XXVII. Se debe presentar la información solicitada en el mismo y se debe cumplir con los requisitos que allí se indican.

Adicionalmente a lo descrito anteriormente, se muestra la planilla de datos garantizados en el Anexo XXXIX, en la misma se indican requisitos los cuales, mínimamente, debe cumplir el equipo inversor.

Los inversores estarán certificados según las exigencias nacionales del emplazamiento e internacionales vigentes; deben haber superado satisfactoriamente, como mínimo, los ensayos y certificados que se incluyen en la planilla de datos garantizados y las indicadas en el apartado de normas del presente documento.

La planilla de datos garantizados que entregue el oferente debe al menos contener los ítems (filas) que se indican en la misma, el oferente puede agregar las filas que considere necesarias.

7.2 SOPORTERÍA DE PANELES

El contratista será responsable de que la soportería de los paneles cumpla con los requisitos establecidos por el proyecto. En particular, la soportería deberá cumplir los puntos enumerados a continuación.

- a) El Contratista incluirá el número de puntos de apoyo necesario para evitar la flecha o pandeo de la estructura durante su vida útil.
- b) Los cálculos estructurales se realizarán siguiendo la normativa local considerando acciones de peso, granizo, viento y sísmicas; así como combinaciones de acciones; teniendo en cuenta condiciones ambientales extremas. La estructura soporte de paneles ha de resistir, con los paneles instalados, las sobrecargas del viento, huracán, granizo, etc., siempre de acuerdo con lo previsto en la normativa del país y para la totalidad de la vida útil prevista.
- c) El Contratista es responsable de la realización de los estudios necesarios sobre el terreno, incluyendo las pruebas de hincado requeridas, para determinar el tipo de estructura y sistema de anclaje al terreno.
- d) El tipo de anclaje al terreno será acorde con el estudio geotécnico, topografía, estudio sísmico, estudio de inundabilidad, las pruebas de hincado y el estudio estructural.
- e) El sistema de montaje soportará los impactos estáticos y ambientales del emplazamiento.
- f) Para cualquiera de los tipos de cimentación mencionada en hincado y tornillo, el método constructivo debe considerar la instalación mediante HINCADORA. No se aceptará hincamiento con trípodes, aditivos a excavadoras o demás maquinaria que su uso principal no sea hincar.
- g) La soportería deberá ser capaz de resistir el medio ambiente sin mantenimiento de superficies.
- h) Los materiales de la estructura serán Aluminio, acero inoxidable o acero galvanizado adecuado para la categoría de medio ambiente del emplazamiento y para el nivel de corrosividad del terreno.
- i) El uso de accesorios, tornillería y demás en las estructuras metálicas se debe asegurar que los diferentes materiales en combinaciones en la estructura no presente par galvánico.
- j) Se aceptará acero galvanizado en caliente con un espesor mínimo que asegure la vida útil garantizada de la estructura y cumplirá el punto 8 del anexo XXIX – “Tratamiento de Piezas Metálicas”. El contratista es responsable por hacer sus propias pruebas de corrosividad del suelo y corrosividad atmosférica en caso de que lo considere necesario para definición del espesor del galvanizado.

- k) La estructura se protegerá superficialmente contra la acción de los agentes ambientales de aire y del terreno. La realización de taladros en la estructura se llevará a cabo antes de proceder, en su caso, al galvanizado o protección de la estructura.
- l) El tipo de fijación de los paneles deberá respetar las recomendaciones del fabricante de paneles.
- m) No está permitido taladrar los paneles.
- n) El diseño y construcción de la estructura, y la fijación de la estructura y de los paneles deben permitir las dilataciones de expansión térmica –necesarias, sin transmitir cargas que puedan afectar a la integridad de los paneles.
- o) Las abrazaderas de fijación incluirán arandelas de resorte o cualquier otro sistema para evitar el aflojamiento por vibraciones. Las abrazaderas de la estructura no proyectarán sombra sobre los paneles.
- p) Todas las estructuras deberán ser aterradas.

El contratista deberá presentar una memoria de cálculo de las soportería de paneles. Dicha memoria deberá cumplir los puntos establecidos a continuación.

- i. El contratista deberá suministrar la memoria de cálculo que soporte claramente la escogencia del tipo de cimentación, esta deberá tener un análisis claro de las cargas, del estudio de suelos, análisis de los ensayos realizados, referencia clara de la normatividad usada y conclusiones.
- ii. El análisis estructural presentará el cálculo de las fuerzas internas y el análisis de la seguridad estructural de una estructura de apoyo solar instalada en un área abierta. El análisis debe comprobar como mínimo los siguientes puntos: todos los miembros estructurales en el sistema, miembros del módulo montaje y tornillos de montaje, pernos de anclaje etc.
- iii. Las estructuras serán calculadas según AISC 360-10

7.3 TRANSFORMADORES PARA CENTROS DE TRANSFORMACIÓN

7.3.1 GENERALIDADES

Los transformadores podrán ser del tipo en aceite o secos. En caso de ser de tipo seco, los transformadores deberán cumplir con la norma IEC 60076- 11.

Los transformadores funcionarán silenciosamente y prácticamente sin vibraciones bajo cualquier condición de carga, en el rango de tensiones previsto y con variaciones de

± 5 % de la frecuencia nominal.

La construcción y los ensayos se ajustarán a las Normas IEC en vigencia.

Los transformadores deben tener una protección mecánica que impida accidentes de personas no calificadas.

Se deberán usar transformadores trifásicos de potencia de alta eficiencia los cuales deben ser dimensionados correctamente para el inversor seleccionado, fabricados para una baja tasa de falla y alto rendimiento durante su tiempo de vida útil. Se podrán utilizar tanto transformadores tipo seco como transformadores aislados en aceite y puede ser una solución tipo *indoor* o tipo *outdoor*, los transformadores deberán contemplar la disposición adecuada y el foso de derrame (cuba), según lo indique la norma local.

Se podrán utilizar transformadores con doble bobinado primario.

El Contratista definirá la tensión del transformador del lado primario que deberá ser compatible con los inversores, del lado de MT deberá ser de 31,5kV.

La capacidad en kVA del transformador deberá ser mayor o igual a 110% de la capacidad en kVA de la suma de los inversores conectado de corriente alterna trifásico a la frecuencia de 50Hz. El rango de potencia admisible es entre 2200 y 5500 kVA.

El transformador deberá tener la capacidad de regular tensión en un rango de $\pm 5\%$ en pasos de 2.5% considerando, que la tensión en la posición central del TAP, debe coincidir con la tensión nominal del punto de conexión y la tensión nominal en CA del inversor.

7.3.2 ACEITE

En el caso de que sean del tipo en aceite cumplirán con la norma IEC 60076-1.

El aceite será nafténico con inhibidor y deberá cumplir con la norma IEC 60296 Clase Transformer Oil I - 30 °C,

El aceite cumplirá las especificaciones indicadas en la Tabla 2 de la Norma IEC 60296.

En particular tendrá las siguientes características:

- a) Rigidez dieléctrica no menor de 70 kV con los electrodos descriptos en Figura 2 de la norma IEC 60156 separados 2.5 mm.
- b) Contenido de agua inferior a 10 ppm (mg/kg) medido de acuerdo a la Norma IEC 60814

- c) Número de Neutralización inferior a 0.01 mgKOH/g medido de acuerdo a la Norma IEC 62021-1
- d) Tensión Interfasial superior a 30 mN/m medido de acuerdo a la Norma ISO 6295
- e) Factor de pérdidas dieléctricas ($\tan \delta$) a 90 °C inferior a 0.005 medido de acuerdo a la Norma IEC 60247
- f) Contenido de PCB (Polychlorinated Biphenyls) de 0 ppm (Not detectable) medido de acuerdo a la Norma IEC 61619

El aceite estará libre de azufre corrosivo de acuerdo a las siguientes normas: IEC 62535, ASTM D1275 Método B y DIN51353 En particular el fabricante deberá garantizar que el transformador no genera azufre corrosivo durante su funcionamiento.

7.3.3 CONMUTADOR SIN TENSIÓN

Serán provistos de un variador de tensión de $\pm 2 \times 2.5 \%$ del valor nominal, conmutable sin tensión.

El conmutador deberá ser maniobrado por medio de una palanca móvil.

Se deberá bloquear el conmutador en cada posición a fin de evitar la posibilidad de que el mismo quede en una posición intermedia entre dos posiciones adyacentes.

Se deberán presentar los correspondientes certificados de ensayo que garanticen la calidad del aceite.

7.3.4 ACCESORIOS

Los transformadores deberán ser suministrados con los siguientes accesorios, cuando sea aplicable, según sean del tipo en aceite o seco.

- 1) Protección de Bucholz con contactos para alarma y disparo.
- 2) Termómetro de aceite con contactos para alarma y disparo
- 3) Válvula de seguridad con orientación de flujo de escape con contacto para alarma.
- 4) Nivel de aceite con contacto para alarma.
- 5) Válvula de drenaje de aceite.

- 6) Válvula para conexión a equipo para tratamiento de aceite.
- 7) Borne de puesta a tierra.
- 8) Gancho para levantar la parte activa del transformador completamente montada.
- 9) Tanque de expansión con entrada de aire a través de secador silicagel.
- 10) Placa característica de acuerdo con IEC 60076-1, en idioma español y en relieve.
- 11) Ruedas girables.

7.3.5 INFORMACIÓN A SER SUMINISTRADA

7.3.5.1 Información a ser suministrada por el Contratista

El Contratista suministrará por cada equipo suministrado la información técnica mínima que se indica a continuación, en idioma español, o en su defecto inglés:

- a) Planos de montaje (incluyendo planos y tablas de cableado de todos los equipos)
- b) Manuales de instalación, ajuste y operación
- c) Manuales de mantenimiento
- d) Manuales de almacenamiento
- e) Hoja de Datos de Seguridad del aceite dieléctrico contenido en el transformador, según lo establecido en la ANSI standard Z400.1-1998 "Hazardous Industrial Chemicals" y el Decreto 406/88 en el Capítulo II – Riesgos Químicos. Si la misma estuviera en un idioma extranjero se debe adjuntar también una traducción en idioma español.

Todos los manuales que no estén en idioma español deberán presentarse con la traducción correspondiente.

Se deberá entregar un soporte informático en CD de la información solicitada.

7.3.5.2 Aprobación de UTE de los planos de los transformadores

El contratista deberá suministrar para consideración y aprobación de UTE la información que se indica a continuación, para cada ítem:

- i. Planos completos con dimensiones externas e indicación de las ubicaciones previstas en los distintos accesorios.
- ii. Planos con dimensiones de desencubado y pesos de las partes extraíbles.

- iii. Planos con las dimensiones de la parte activa indicando las dimensiones geométricas de todos sus elementos.
- iv. Tipo de los bobinados, material y sección de los conductores, material de las aislaciones y sus espesores, indicando clase climática, clase ambiental y clase de comportamiento al fuego.
- v. Detalles del embalaje.
- vi. Cálculo del calentamiento para un cortocircuito de 3 segundos de acuerdo a la norma IEC 60076.
- vii. Métodos de ensayo que se empleará para cada uno de los ensayos de rutina y cada uno de los ítems.
- viii. Descripción de todos los instrumentos con sus errores garantizados, circuitos y constantes de los mismos que se usarán en los ensayos.
- ix. Copia de los protocolos de ensayos de tipo.
- x. Detalles necesarios para elaborar los planos civiles de fundación de los transformadores.
- xi. Planos de la chapa de características, escala 1:1.
- xii. Manuales descriptivos de montaje, mantenimiento y operación.
- xiii. Planos de conmutador sin tensión.
- xiv. Hoja de Datos de Seguridad.

Esta información deberá ser entregada en tiempo y forma en un plazo máximo de 30 días posteriores a la firma del contrato.

El Contratista actuará con la diligencia suficiente para que los planos resulten aprobados dentro de los plazos establecidos en el cronograma contractual.

7.3.6 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

7.3.6.1 Guías técnicas, normas y especificaciones

- NORMA DE DISTRIBUCIÓN NO-DIS-MA-4501 TRANSFORMADORES TRIFÁSICOS PARA DISTRIBUCIÓN EN BAJA TENSIÓN TIPO CASETA
- IEC 60076 Power Transformer (En todas sus partes que apliquen)
- IEEE Std C57.159 IEEE Guide on Transformers for Application in Distributed Photovoltaic (DPV) Power Generation Systems
- NORMA DE DISTRIBUCIÓN NO-DIS-MA-2201 PINTURA PARA TRANSFORMADORES
- NORMA DE DISTRIBUCIÓN NO-DIS-MA-2205 CINCO

La NO-DIS-MA-4501 es una guía a considerar para la parte constructiva dimensional y

los ensayos que deben cumplir los transformadores, en lo que respecta a las especificaciones que no se detallan o no se incluyen en las características de la norma, las mismas se ajustaran a lo dispuesto en las Normas IEC 60076

En todo lo que no sea especificado en las presentes especificaciones técnicas, se podrá admitir a solo criterio de UTE otras normas que garanticen calidad igual o superior a las antes citadas. En este caso deberá adjuntarse copia de dichas normas.

7.3.6.2 Condiciones de Similitud

A los efectos de la aceptación de los ensayos de tipo y de los antecedentes se considerará lo siguiente:

Se entiende por “equipo similar” a un equipo de características técnicas iguales o superiores a las requeridas en los Documentos de licitación.

Entre las características técnicas más importantes a considerar deberán cumplir simultáneamente:

- Experiencia en la fabricación de tecnología igual a la solicitada con tensión primaria igual o superior a 6 kV
- Experiencia en potencias iguales o superiores a las solicitadas

UTE se reserva el derecho de calificar la condición de suministro similar.

7.4 CABLES Y TERMINALES

Los cables y terminales utilizados en el proyecto deberán cumplir las siguientes normas del área de Distribución de UTE:

- NORMA DE DISTRIBUCIÓN NO-DIS-MA-1502 CABLES SUBTERRÁNEOS UNIPOLARES CON AISLAMIENTO SECO REDES DE ALTA TENSIÓN HASTA 36kV
- NORMA DE DISTRIBUCIÓN NO-DIS-MA-2003 TERMINALES PARA CABLES UNIPOLARES DE AISLACIÓN SECA DE MEDIA TENSIÓN (15, 20 y 30kV)
- NORMA DE DISTRIBUCIÓN NO-DIS-MA-2004 EMPALMES PARA CABLES UNIPOLARES DE AISLACIÓN SECA DE MEDIA TENSIÓN (15kV, 20kV y 30kV)
- NORMA DE DISTRIBUCIÓN NO-DIS-MA-2007 TERMINALES APANTALLADOS DE MEDIA TENSIÓN (Hasta 36 kV)

- NORMA DE DISTRIBUCIÓN NO-DIS-MA-2008 CONECTORES TERMINALES Y MANGUITOS DE UNION PARA CABLE SUBTERRÁNEO DE MEDIA TENSIÓN Y BAJA TENSIÓN Y HERRAMIENTAS AUXILIARES
- NORMA DE DISTRIBUCIÓN NO-DIS-MA-2010 TERMINALES Y EMPALMES PARA LINEAS AEREAS DE MEDIA TENSION

Los cables utilizados para conectar los paneles solares, entre si y hasta el inversor o hasta las cajas, deben ser conductores tipo fotovoltaicos (cable solar), deben cumplir las normas IEC-50618 y IEC 62930, de conductor de cobre estañado y deberán resistir las exigentes condiciones ambientales que se producen en cualquier tipo de instalación fotovoltaica.

7.5 CELDAS

Las celdas deberán cumplir con las siguientes normas:

- NORMA DE DISTRIBUCIÓN NO-DIS-MA-5500 CELDAS MODULARES PRIMARIAS DE MEDIA TENSIÓN (HASTA 36 KV)
- NORMA DE DISTRIBUCIÓN NO-DIS-MA-5501 CELDAS Y TABLEROS SECUNDARIOS DE MEDIA TENSIÓN

7.6 ILUMINACIÓN

El interior de los tableros exteriores deberá contar con una iluminación propia que asegure un mínimo de 200 lux, de acuerdo al artículo 49 del decreto 406/88, de manera que permita trabajos internos.

Los equipos de iluminación instalados deberán ser en su totalidad de tecnología LED.
vi.

7.7 ESTACIÓN METEOROLÓGICA Y MEDICIONES AMBIENTALES

Se deberá tener una estación meteorológica principal que tendrá, al menos, medidas de:

- temperatura ambiental
- dos medidas de temperatura de paneles
- irradiancia solar en el plano horizontal

- irradiancia solar en el plano de los paneles
- velocidad de viento
- dirección de viento
- cantidad de material depositado en paneles (*soiling*)
- humedad ambiental
- presión atmosférica
- pluviómetro.

Se deberá tener como mínimo dos estaciones adicionales de medición meteorológica que cada una tendrán, al menos, medidas de:

- temperatura ambiental
- dos medidas de temperatura de paneles
- irradiancia solar en el plano horizontal
- irradiancia solar en el plano de los paneles.

Las medidas de irradiancia deberán realizarse mediante el uso de Piranómetros *Secondary Standard* de acuerdo a la norma ISO 9060.

Los instrumentos a utilizar deberán cumplir los siguientes requerimientos.

Parámetro medido	Sensor	Precisión
Temperatura	PT100	0.2 °C
Velocidad de viento	Anemómetro	0.1 m/s
Dirección de viento	Veleta	1 grados

La altura de la estación de medición deberá ser de 3 metros.

Los sensores se instalarán en ubicaciones accesibles para un adecuado mantenimiento e instalación.

Todos los sensores serán calibrados en origen y se volverán a calibrar en la fecha

programada en laboratorios acreditados siguiendo las recomendaciones del fabricante.

Toda la información meteorológica deberá estar accesible desde el SCADA del parque.

Las estaciones meteorológicas contarán con un registrador (Data Logger) compatible con los registradores marca Amonit.

7.8 ARMARIOS ELÉCTRICOS

Todos los armarios a ser instalados fuera del centro de control deberán cumplir con los requisitos que presentan a continuación.

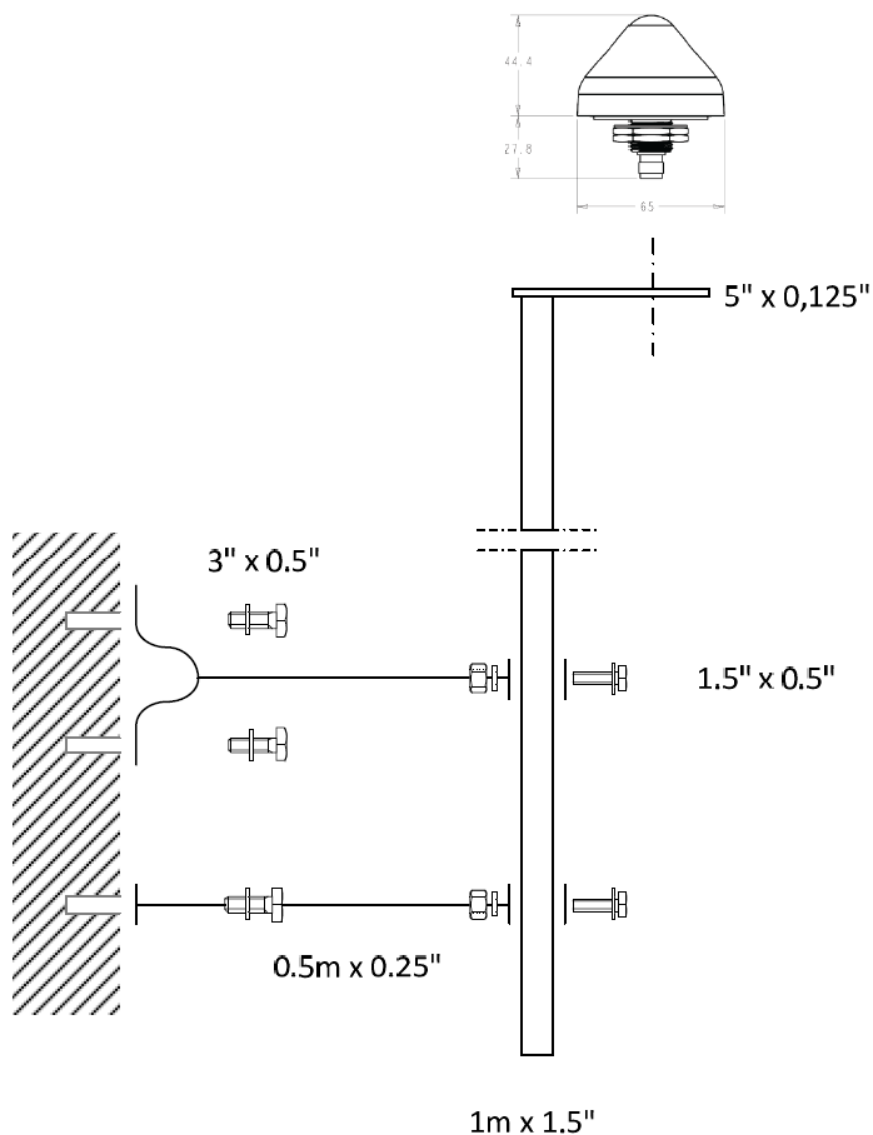
- a) Deberán cumplir con la norma IEC 61439-1
- b) Construidas en material policarbonato.
- c) Serán auto-extinguibles.
- d) Los armarios de intemperie cumplirán con IP65, las de interior con un mínimo de IP20.
- e) Cumplir con un grado de protección de la envolvente IK10 contra daños causados por impactos mecánicos.
- f) Resistentes a elevados rangos de temperatura durante un tiempo prolongado.
- g) Entradas y salidas de cables deberán ser por la parte inferior con prensaestopas.
- h) Apertura por medio de puerta abatible con llave.
- i) En caso de cierre con tornillos, éstos deberán ser imperdibles.
- j) No presentarán agujeros o prensaestopas sin sellar, para impedir la entrada de agua y así no perder la estanqueidad.
- k) Todos los armarios dispondrán de una conexión a tierra.
- l) Se dispondrán las protecciones necesarias para proteger toda la instalación y sus componentes (cables, estructuras, paneles, inversores, etc.) de contactos directos, indirectos, sobre tensiones, sobre intensidades, fallo de aislamiento.
- m) Todas las partes accesibles serán protegidas contra el contacto directo mediante material aislante (tipo metacrilato) y deberán ir señalizadas con la pegatina de riesgo eléctrico.
- n) El tamaño de los armarios debe permitir un espaciado adecuado de los

cables y dispositivos eléctricos.

- o) Los armarios deberán estar a una distancia mínima de 60 cm del suelo de tal forma que se minimice el riesgo de daños por inundación.

7.9 INSTALACIÓN DEL GPS

El equipo GPS asociado al sistema de Supervisión y Telemando deberá ser instalado de acuerdo al siguiente esquema.



La figura muestra el soporte requerido consistente en:

- Caño 1,5" de diámetro y 1m largo y platina rectangular soldada y perforada para apoyo de la antena
- Ménsula con 2 grampas omega horizontales
- Ménsula con 2 grampas omega perpendiculares
- 2 grampas omega
- Tacos de fijación en mampostería (Fischer o químicos si se requiere)
- Tornillos, tirafondos, arandela común y de presión.
- Instalación de protección contra descargas atmosféricas en bajada de antena.

En caso de ser posible se permitirá la fijación sin ménsulas.

Todos los elementos metálicos deben estar galvanizados en caliente.

Todas las grampas de fijación a pared, cintillos, etc. serán suministradas por el proveedor.

Los elementos de intemperie deberán certificar su resistencia a UV.

8 MONTAJE

8.1 GENERAL

Se deberá prever la supervisión de montaje de los equipos por parte del fabricante para el caso en que ésta (por ejemplo para las celdas de MT o paneles) condicione la garantía técnica del suministro a dicha supervisión.

Las tareas de transporte se realizarán en estricta coordinación con las tareas de montaje a los efectos de evitar el depósito de la mercadería en condiciones adversas y de acuerdo con el cronograma de ejecución acordado.

Se tendrán en cuenta las condiciones locales para el montaje de equipos. En particular, la salinidad ambiental para la protección de metales en forma adecuada.

8.2 PANELES

No podrán instalarse paneles fotovoltaicos que presenten defectos producto de la fabricación o del traslado tales como roturas, decoloración, burbujas, fisuras o golpes. En caso de que el Contratista descubra defectos visibles o daños en los paneles cuando se abran las cajas, fotografiará y documentará dichos paneles dañados, incluyendo el número de caja, número de serie del panel y fecha en que el defecto o ruptura fue descubierto y cualquier otra información relevante según lo indique el formulario de reclamación de garantías de modulo dado por el fabricante. El Contratista lo notificará a la UTE.

Todos los conductores utilizados deberán contar con sus respectivos terminales.

La instalación del módulo se realizará de manera que:

- a) El módulo solar se instalará y almacenará de conformidad con las normas internacionales y los requisitos del fabricante.
- b) Para la fijación de los paneles solares se seguirán las recomendaciones de sujeción del fabricante, el instalador deberá presentar una declaración del fabricante de que el sistema de sujeción de los paneles considerado cumple con sus requisitos y no tiene ningún impacto en las garantías de los paneles. Se debe asegurar el emplear los puntos de sujeción recomendados, ya que es dónde se garantiza la máxima capacidad de carga del módulo.
- c) En los trabajos de limpieza y mantenimiento, se debe asegurar que la conexión a tierra no está interrumpida o dañada.
- d) Con el fin de minimizar las pérdidas por desacople, los paneles se agruparán e instalarán en series atendiendo a la potencia nominal e intensidad máxima proporcionada por el fabricante.
- e) Para realizar las asociaciones entre paneles fotovoltaicos se utilizará cable solar asimétrico en longitud y con baja resistencia al contacto.

8.3 MONTAJE ELECTROMECAÁNICO

Los conductores y conexiones eléctricas no deben quedar sometidos a esfuerzos mecánicos permanentes ni accidentales. Se tomarán las medidas necesarias para evitar que los conductores o barras de conexión, ejerzan esfuerzos innecesarios sobre los terminales de conexión, no debiendo superar los esfuerzos máximos admisibles en cada caso.

Los cables de cierre de las series de paneles discurrirán sujetos a la estructura soporte mediante bandejas de sujeción (no propagadora de la llama) de tal forma que se propicie un correcto peinado de los cables que conforman las cadenas.

Las conexiones de bajada a la toma de tierra se hará lo más corta posible y sin ángulos pronunciados.

El montaje se realizará respetando todas las indicaciones y recomendaciones elaboradas en la documentación técnica así como todos los requisitos previstos en el anexo XXIV del volumen III – Normas de DIS.

En todos los casos el montaje de los equipos se realizará de acuerdo a las recomendaciones del fabricante contenidas en sus correspondientes manuales.

El Contratista asumirá la total responsabilidad por cualquier daño ocasionado a causa de maniobras o procedimientos de obra.

El montaje no podrá comprometer los tratamientos superficiales de las piezas metálicas. En éste sentido, las piezas que cuenten con tratamiento superficial no podrán ser modificadas en sitio.

Todos los equipos de montaje están a cargo del Contratista. Los equipos se ubicarán en sus lugares con las eslingas y/o materiales-herramientas adecuados.

Las piezas serán montadas en posición, sólo después de haber comprobado que la ubicación de los bulones de fijación en la base soporte de los equipos, cumplan con las medidas y con las tolerancias impartidas por el fabricante. También deberá verificarse la adecuada nivelación de sus respectivos soportes (arandelas de presión o equivalentes aprobados por UTE) y el par necesario, de modo de evitar desalineaciones en las partes móviles, o esfuerzos inadecuados sobre los equipos.

UTE observará al Contratista en caso de considerar incumplimientos en materia de seguridad laboral. Desde este punto de vista se cuidará la operativa y las protecciones personales necesarias, atinentes a cada tarea en particular.

En todos los casos los cables deberán estar adecuadamente “peinados” y ordenados dentro de sus respectivas canalizaciones. A su vez, los cables de CC y CA irán tendidos separadamente.

8.4 DOCUMENTACIÓN TÉCNICA A ENTREGAR

El contratista deberá entregar a UTE la información que se detalla en el presente capítulo y sus correspondientes sub-capítulos. La información que se enumera no es exhaustiva.

Oportunamente el contratista deberá entregar la información detallada en el capítulo 5 del presente documento.

8.4.1 INFORME TÉCNICOS DE EJECUCIÓN DE OBRA

Previo a la recepción provisoria, el contratista deberá entregar los documentos que se detalla a continuación.

- a) Resultados de ensayos realizadas.
- b) Resultados de las inspecciones del procedimiento de control de calidad.
- c) Resultados de los ensayos de aceptación.
- d) Resultados de los ensayos de puesta en marcha.

8.4.2 DOCUMENTACIÓN FINAL SOBRE LAS INSTALACIONES DE LA CENTRAL DE GENERACIÓN

Luego de los 3 meses de la recepción provisoria, el contratista deberá entregar en formato informático los documentos que se detalla a continuación. Los planos deberán estar en formato compatible con AutoCAD.

- a) Manual de operación y mantenimiento de todos los equipos instalados en la Central
- b) Juego completo de las especificaciones y planos finales, incluidos los planos “conforme a obra” (“as built”) de todas las instalaciones de la central.
- c) Listado completo de parámetros de configuración de los equipos instalados en al central.
- d) Lista actualizada de todos los componentes de la Central, indicando para cada uno, plano/s donde está ubicado, modelo, código del componente, fabricante y dirección del mismo.
- e) Actualizaciones de la documentación técnica presentada

El Contratista deberá presentar un documento que especifique en detalle la estrategia de mantenimiento, metodología a aplicar, análisis del modo de falla de los componentes, análisis del contexto operacional donde se instalará el parque solar, análisis de riesgos, tareas de mantenimiento, procedimientos, instructivos, hojas de ruta, listas de chequeo, hoja de vida de los elementos constitutivos del sistema y planes de contingencia. Este plan de mantenimiento deberá presentarse en Microsoft Project.

9 PRUEBAS Y ENSAYOS

El Contratista deberá demostrar que la Planta Fotovoltaica funciona de acuerdo con los Estándares y Mejores Prácticas de la Industria Energética y las Especificaciones Técnicas.

El Contratista debe prever todas las facilidades de material, equipamiento y personal necesarias para llevarlos a cabo. Todos los equipos de ensayo serán calibrados y controlados por un laboratorio autorizado por UTE cuando sea requerido.

El Contratista proveerá todas las facilidades a fin de permitir al delegado de UTE realizar las inspecciones en sitio.

La presencia del representante de UTE no relevará al Contratista de sus responsabilidades, en caso de que alguna parte de la obra no cumpla con las especificaciones, o no se comporte satisfactoriamente en servicio.

Deberá entregar, como mínimo, toda la documentación y realizar todos los ensayos mencionados en la norma UNE-EN 62446, *Sistemas fotovoltaicos Conectados a red. Requisitos mínimos de documentación, puesta en marcha e inspección de un sistema.*

9.1 EQUIPOS

Para los equipos cuyos fabricantes recomienden un procedimiento de prueba y ensayo, dichos procedimientos será obligatorio, para la recepción de los mismos.

9.2 TRANSFORMADORES

Los transformadores se ensayarán en presencia del Inspector de UTE todos los ensayos de rutina, el ensayo de calentamiento y el ensayo dieléctrico en onda de impulso, de acuerdo a las normas IEC.

9.2.1 Ensayo de prototipo

Luego de la aprobación de los planos se realizarán ensayos de prototipo en forma previa a los ensayos de recepción, en las instalaciones del oferente. Las tareas a realizar son, al menos, las siguientes:

- Ensayos de rutina sobre el prototipo
- Toma de fotografías a todas las partes del prototipo para posterior verificación durante la recepción.

- Inspección visual de la parte activa de acuerdo al ensayo de recepción indicado en la norma correspondiente
- Verificación de los accesorios
- Verificación de los insumos empleados: trazabilidad, especificación de las compras, certificados de recepción, detalles del stock.
- Verificación del proceso de pintado.
- Verificación del proceso de secado.
- Verificación del proceso de llenado (deberá poseer equipo de vacío).

9.2.2 Protocolos de ensayo

Por cada equipo, material o lote, según corresponda, se presentará un protocolo completo, en 3 vías de todos los ensayos efectuados, con las indicaciones (métodos, instrumentos y constantes empleados), necesarios para su perfecta comprensión. Los protocolos deberán indicar además de los resultados de los ensayos, los nombres del fabricante y del comprador.

Todas las vías de los referidos protocolos serán firmadas por el encargado de los ensayos y por un funcionario de adecuada categoría y responsabilidad del fabricante.

9.2.3 Ensayos de tipo

Los ensayos de tipo deberán efectuarse según las normas especificadas en este Pliego u otras normas propuestas por el fabricante y aceptadas por UTE.

Cada uno de los protocolos de ensayo de tipo puede presentarse con la oferta o previo a la primera entrega.

Los mismos serán aceptados como válidos si fueron realizados en un Laboratorio independiente (o de UTE), o bajo supervisión independiente, sobre materiales del mismo diseño y talleres de fabricación que los ofertados y de acuerdo a lo especificado en el presente pliego.

UTE se reserva el derecho de aceptar como válidos, protocolos de ensayos de tipo realizados sobre materiales o equipos de diseño similar al especificado en el presente pliego.

Si los ensayos de tipo adjuntos a la oferta por el oferente no cumplen íntegramente

con lo estipulado en la NO-DIS-MA exigida por este pliego, los mismos deberán ser realizados antes de la primera entrega y serán a cargo del contratista.

En caso de falla de alguno de los ensayos de tipo, UTE admitirá bajo su aprobación que el fabricante repare y/o modifique parte del equipo a efectos de someterlo nuevamente al ensayo no pasado y a todos los ensayos que eventualmente puedan tener incidencia o estar relacionados con él.

Todos los costos de nuevos ensayos de tipo realizados, los emergentes de nuevos gastos referentes al Inspector designado por UTE, así como de reparación del equipo en ensayo, del lote al cual pudiera pertenecer y aquellos equipos aún bajo garantía que presentarán la misma anomalía, serán a cargo del contratista.

La aprobación del Inspector de las modificaciones efectuadas, no eximirá en forma alguna al contratista de todas sus responsabilidades y obligaciones.

En caso que el equipo vuelva a fallar durante el segundo ensayo UTE considerará rechazada la partida y quedará eximida de todas sus obligaciones contractuales, pudiendo adquirir el material rechazado en otra fuente.

Las eventuales fallas durante ensayos de tipo así como las correcciones que se efectúen, quedarán debidamente registradas en los respectivos Protocolos de Ensayos.

Los ensayos de tipo a considerar serán los solicitados en la(s) Norma(s) y/o Especificación(es) Técnica(s) adjunta(s).

9.2.4 Ensayos de rutina

Todos los materiales a suministrar deberán ser sometidos a los ensayos de rutina establecidos por las normas de fabricación y ensayos, según lo especificado en el presente Pliego.

El costo de los ensayos de rutina estará incluido en el precio unitario de los materiales.

Se exigirán los ensayos de rutina antes de la recepción.

9.2.5 Ensayos de recepción

Estarán en un todo de acuerdo con lo especificado en la(s) Norma(s) y/o Especificación(es) Técnica(s) adjunta(s).

Los ensayos de recepción se realizarán en presencia de los representantes que UTE

designe a los efectos.

El fabricante dispondrá de todo el equipamiento de laboratorio y personal técnico calificado para la realización de estos ensayos en el laboratorio acordado previamente con UTE.

Todo el instrumental de laboratorio utilizado para los ensayos de recepción deberá estar calibrado por un instituto oficial o por un laboratorio independiente de reconocido prestigio.

El inspector de UTE podrá requerir la presentación de los correspondientes certificados de contraste de todos los instrumentos a utilizar, cuya fecha de expedición no deberá ser anterior a dos años.

En caso de que el representante de UTE lo requiera, el fabricante deberá disponer de personal y maquinaria necesaria para apoyar en la tarea de colocación de precintos y/o identificaciones que UTE indique.

9.2.6 Ensayos posteriores al transporte

Los ensayos posteriores al transporte los realizará UTE a su costo, con notificación al fabricante en forma previa. En caso de falla de un solo transformador en uno cualquiera de los ensayos mencionados, implicará que el fabricante deberá realizar los ensayos sobre todo el lote de transformadores a su costo en un plazo no mayor a 10 días.

9.3 *TENDIDO ELÉCTRICO*

Se realizarán según la normas IEC de referencia, los protocolos deberán ser entregados a UTE para su análisis.

Se realizarán todos los ensayos de rutina y muestreo de los cables de acuerdo a las Normas IEC en vigencia, en particular las Normas IEC 60502 y IEC 60227. Así como todos los ensayos previstos en el anexo XXIV del volumen III – Normas de DIS.

En particular se entregarán protocolos de ensayo de propagación de llama, según IEC 60332-3.

Se efectuarán asimismo medidas de la resistencia eléctrica en corriente continua y de la impedancia de transferencia de las pantallas eléctricas, de acuerdo con alguna Norma reconocida.

Para otros tipos de ensayos, podrán usarse también otras normas de referencia como ser IEC 60811.

Los cables de media tensión se chequearán la correspondencia correcta entre los dos extremos de un mismo cable, verificando su señalización e identificación de fase. Se realizará también una prueba de aislación.

9.4 FIBRA ÓPTICA Y COMUNICACIONES

La fibra óptica asociada a las comunicaciones, internas y hacia el exterior, del parque se ensayará en base a los requerimientos establecidos en el anexo XXVIII – requisitos de comunicaciones.

En las pruebas de recepción se deberán comprobar todas las funcionalidades requeridas del sistema de comunicación. UTE se reserva el derecho de realizar pruebas donde se simulen fallas para comprobar el comportamiento del sistema.

Los equipos de comunicación del parque deberán ser ensayados de acuerdo al anexo XXVIII – Comunicaciones.

9.5 PUESTA A TIERRA

Antes de la entrada en servicio el Contratista realizará ensayos de verificación de los potenciales de tierra, paso y toque, bien como medidas para verificar la impedancia de tierra y la continuidad de la red de puesta a tierra. Estos ensayos se harán de acuerdo con la IEEE Std.81 y lo especificado en el capítulo 6.9.

Se debe ensayar resistencia de PAT, por separado y desconectadas, a cada una de las mallas instaladas y los tramos de conductor tendidos entre las mismas.

Todo ensayo para ser validado debe ser presenciado por UTE.

El contratista debe pedir inspección por parte de la Supervisión de UTE de cada una de las soldaduras y tomas de tierras antes de cubrirlas

El contratista debe proponer 4 ubicaciones distintas para ensayar tensión de paso y 5 puntos de contacto distintos para ensayar tensión de toque (los cuales debe aprobar UTE) en los centros de transformación, estación meteorológica y tableros dentro del Parque solar Fotovoltaico.

9.6 PROTECCIONES

En las pruebas de recepción se deberán comprobar todas las funcionalidades requeridas del sistema de protecciones. UTE se reserva el derecho de realizar pruebas donde se simulen fallas para comprobar el comportamiento del sistema.

Se deberán realizar las pruebas y ensayos indicados en el anexo XXXVII del volumen III "Protecciones".

9.7 SISTEMA DE MONITOREO Y SISTEMA DE CONTROL

En las pruebas de recepción se deberán comprobar todas las funcionalidades requeridas del sistema de monitoreo y control. UTE se reserva el derecho de realizar pruebas donde se simulen fallas para comprobar el comportamiento del sistema.

Se deberán realizar las pruebas y ensayos indicados en el anexo XXV del volumen III "Seguridad".

9.8 SERVICIOS AUXILIARES

En las pruebas de recepción se deberán comprobar todas las funcionalidades requeridas. UTE se reserva el derecho de realizar pruebas donde se simulen fallas para comprobar el comportamiento del sistema.

Se deberán realizar las pruebas y ensayos indicados en el anexo XXXIV del volumen III "Servicios Auxiliares".

9.9 CELDAS

Las celdas deberán ser ensayadas con los requisitos impuestos por las siguientes normas del anexo XXIV:

- NORMA DE DISTRIBUCIÓN NO-DIS-MA-5500 CELDAS MODULARES PRIMARIAS DE MEDIA TENSIÓN (HASTA 36 KV)
- NORMA DE DISTRIBUCIÓN NO-DIS-MA-5501 CELDAS Y TABLEROS SECUNDARIOS DE MEDIA TENSIÓN

9.10 CONVENIO DE USO TIPO

El contratista responsable del ítem 2 será responsable de que la planta cumpla los requerimientos establecidos en el Anexo XXVII - Convenio de Uso Tipo del Volumen III, así como los ensayos asociados.

9.11 MEDICIÓN DE DESEMPEÑO DE LA PLANTA

Luego de la firma del acta de recepción parcial de la planta se procederá a medir el PR de la planta en base a las normas IEC 61724-1 y IEC 61724-3, durante el primer año de funcionamiento (365 días) de la misma.

El ensayo se realizará bajo las siguientes condiciones:

- El ensayo se realizará a la totalidad de la planta.
- El contratista podrá realizar limpiezas de paneles y sensores.
- La energía producida se medirá en el sistema SMEC.
- Las medidas medioambientales se realizarán en las estaciones de medición del parque.
- Se utilizará la definición de PR dada en el capítulo 10.3.1 de la norma IEC 61724-1.

9.12 CONFIABILIDAD

Concluidas las pruebas y la puesta en marcha de cada sistema de manera independiente se pasará a la fase de prueba de confiabilidad. Se deberá comprobar que todos los sistemas y elementos que forman parte del suministro funcionan correctamente de manera conjunta durante un mínimo de 240 horas seguidas, sin interrupciones o paradas causadas por fallos o errores del sistema suministrado.

10 GARANTÍAS

Durante el período de garantía previsto en el capítulo 6.2 del volumen I parte B del presente pliego de condiciones el Contratista será responsable de la conservación de la instalación, siendo de su cuenta y cargo todas las reparaciones originadas por defecto de diseño, construcción, montaje, puesta en marcha y pruebas de la misma o mala calidad de los materiales.

Si durante el período de garantía más del 10% de la cantidad total de un determinado

componente de la instalación no cumpliera con las especificaciones dadas, el Contratista deberá probar que no se trata de un defecto que pudiera producirse en toda la instalación. En caso contrario, el Contratista deberá volver a diseñar, certificar y reemplazar dicho componente en toda la instalación.

El Contratista garantizará la existencia de repuestos para los equipos instalados durante la vida operativa de la instalación (estimada en 30 años desde la puesta en servicio industrial del parque), aportando la documentación técnica, referencias de suministros y despiece de subconjuntos con el nombre del fabricante de los componentes.

Los inversores tendrán una garantía comercial de al menos 20 años de funcionamiento y podrán disponer de pólizas de garantía extendida de hasta 25 años.

Toda documentación que avale las garantías técnicas de los equipos incorporados o suministrados por el contratistas deberán ser entregados a UTE en el momento de la recepción definitiva.

11 CURSO PARA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

Previo a la recepción Provisoria, será requisito del Contratista brindar un curso de capacitación al personal de UTE de OyM. El mismo tendrá una duración mínima de una semana y contará con clases teóricas y prácticas.

El objetivo del curso es brindar conocimiento detallado de los dispositivos que integran el suministro, su instalación y mantenimiento durante todo el ciclo de vida. Presentar los aspectos generales de diseño y requerimientos para mantenimiento y operación. Se examinará la funcionalidad del conjunto de equipos y su performance dentro de los requerimientos operacionales especificados, rutinas de mantenimiento y operación.

Los asistentes al curso deben entonces ser capaces de entender el funcionamiento de los equipos, realizar su instalación, configuración y ajustes, podrán ensayarlos y realizar su mantenimiento y operación, así como también entender las señales y registros que generan. También deben conocer y entender el funcionamiento de la instalación proyectada y poder leer y comprender los planos y toda la documentación relativa.

El curso estará previsto para 10 cupos de personal de UTE y 20 cupos de personal o estudiantes de CEFOMER.

El idioma del curso debe ser español, inglés o portugués. Durante el desarrollo completo de la capacitación el contratista deberá prever un traductor de Lengua de origen/español disponible, en caso de ser requerido.

El curso estará orientada a profesionales y técnicos designados por UTE y por CEFOMER.

El contratista deberá presentar un Programa detallado del curso para su aprobación por parte de UTE.

Los temas a tratar en el curso incluirá:

- I. Normas de seguridad.
- II. Descripción detallada de las instalaciones.
- III. Descripción detallada de los mantenimientos rutinarios de los equipos y las instalaciones.
- IV. Descripción detallada de los procedimientos correctivos usuales.
- V. Descripción de las operaciones normales de los equipos.
- VI. Detección de fallas y comportamientos anormales posibles de los equipos.
- VII. Sistema SCADA. Tratamiento de datos y alarmas.

El programa deberá incluir como mínimo los siguientes temas:

A. PROGRAMA BÁSICO

a. ESTADO DEL ARTE

- Operación y mantenimiento de plantas FV en el mundo y en Uruguay.
- Evolución de procesos y tecnología en O&M
- Principales actores de la industria mundial
- Tendencias futuras.

b. RIESGOS EN LA INSTALACIÓN QUE AFECTAN OYM DE PROYECTOS FOTOVOLTAICOS.

- Consideraciones del diseño de planta.
- Compra, Logística y almacenaje de Equipos.
- Instalación y manipulación de equipos.
- Instalaciones eléctricas: errores frecuentes
- Auditorías técnicas para la entrega de proyecto.

c. FACTORES MEDIO AMBIENTALES

- Recurso Solar de Uruguay y Punta del Tigre.
- Influencia de la humedad y la salinidad del aire en equipos FV
- Condiciones óptimas de radiación y temperatura.
- El Efecto Soiling: Tipos de polvo y partículas en suspensión.
- Recurso hídrico y calidad del agua para mantenimiento.

d. PRINCIPALES PARTES DE LAS INSTALACIONES. INGENIERÍA, ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS

- Esquemas básicos y tensiones normalizadas de conexión.
- Principio de funcionamiento de los componentes.
- Descripción de hardware y software, planos y documentación.
- Campo de paneles fotovoltaicos.
- Inversor.
- Cableado campo fotovoltaico-inversor.
- Protecciones.

- Protección en la parte de corriente continua.
- Protección en la parte de corriente alterna.
- Protección contra sobretensiones
- Transformador de potencia BT/MT.
- Celdas de potencia MT.
- Celda de medida MT.
- Cableado celda-Transformador de potencia.
- Instalaciones de evacuación en MT.
- Sistemas de puestas a tierra de las instalaciones.
- Servicios auxiliares.
- Comunicaciones.
- Control y SCADA.
- FAT Test a equipos
- Normas IEC que apliquen en las plantas y equipos, para la fase de Ingeniería y Construcción.
- Normativa internacional aplicable para Diseño, Construcción y Commissioning de plantas PV

B. CONSTRUCCIÓN, PUESTA EN MARCHA E INTERCONEXIÓN

- a. Generalidades en CONSTRUCCIÓN DE UNA PLANTA FV
 - Montaje electromecánico de la planta
 - Conducciones y canalizaciones
 - Errores habituales
- b. Generalidades del MÓDULO E INTERCONEXIÓN
 - El módulo fotovoltaico y montaje
 - Identificación de parámetros fotovoltaicos según placa de características.
 - Procedimiento de interconexión de paneles para la formación de las cadenas y sistema de puesta a tierra de estructura soporte.
- c. PUESTA EN MARCHA

- Verificación de cumplimiento de la normativa y tests a realizar
- Análisis del certificado de conformidad.
- Aceptación
- Estudio de impacto de red

C. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

a. INDICADORES DE RENDIMIENTO DE PLANTAS FV.

- Performance Ratio.
- Factor de Planta.
- Disponibilidad.
- Monitoreo de componentes y registro histórica
- Estaciones meteorológicas.
- Análisis de datos e interpretación de resultados

b. SISTEMA DE MONITORIZACIÓN Y SISTEMAS DE CONTROL, MEDIDA Y PROTECCIÓN

- Elementos de un sistema de control
 - Sensores
 - Transmisores
 - CPU
 - Actuadores
- Características generales de los sistemas de control y de los sistemas de seguridad
- Circuitos a controlar
- Permisivos, salvaguardas y sistemas de seguridad
- Particularidades de los Sistemas SCADA habituales en Plantas FV

c. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE UNA PLANTA FV

- MANTENIMIENTO PREVENTIVO, CORRECTIVO Y PREDICTIVO:
 - Tipo de mantenimiento según etapas del proyecto.
 - Objetivos de un plan de mantenimiento.
 - Procedimientos Técnicas y tecnología efectivas.

- Procedimientos preventivos.
 - Líneas de acción y su frecuencia
 - Gestión de Repuestos recomendados por fabricante
- Correctivos usuales.
 - Reparación/sustitución de componentes o equipos.
 - Ajuste de tiempos, parámetros de funcionamiento.
 - Ajuste de tiempos, parámetros de equipos de potencia.
 - Extracción/Inserción de carros de celdas.
 - Ajuste de carreras y/o recorridos en celdas.
 - Sustitución de fusibles.
- ANÁLISIS DE REPORTES Y DOCUMENTACIÓN:
 - Reportes de producción.
 - Reportes de fallas.
 - Registro y seguimiento.
- MANTENIMIENTO Y LIMPIEZA DE PANELES FV
 - Degradación en módulos: Hotspot, Snail Trail, Microfisuras, otros.
 - Recomendaciones de los fabricantes de módulos FV.
 - Desafíos de la limpieza de módulos. Intervalos y frecuencia de limpieza, tipo de agua y presión.
- ENSAYOS
 - Procedimientos y valores de referencia para evaluación y diagnóstico.
 - Sistemas de Protección.
 - Sistemas de Control.
 - Equipos de potencia.
 - Cables MT.
 - Pruebas de gestión local y remota de los equipos.
- Operación de Sistemas de enclavamiento de celdas.
- Maniobra de disyuntores/seccionadores.

- Comunicación y gestión remota de los equipos (cambio de ajustes, extracción automática y manual de registros)
- Operación desde el teclado del relé y a través de una conexión directa.
- Mantenimiento eléctrico.
- Tratamientos fitosanitarios.
- Personal y medios para la operación y mantenimiento de una planta solar.
- Estimación del coste de operación y mantenimiento.

d. RIESGO ELÉCTRICO Y PREVENCIÓN

- Efectos de la corriente en el cuerpo humano
- Trabajadores autorizados y cualificados
- Distancias de seguridad
- Las 5 reglas de oro
- Principales accidentes
- Principales medidas preventivas

D. PRÁCTICO DESARROLLO Y APLICACIÓN DEL O&M

- Teoría de Utilización de equipos de medición para sistemas fotovoltaicos
- Medición en Terreno Utilizando Cámara de Infrarrojos y descripción de los resultados
- Checklist de mantenimiento preventivo
- Medición en Terreno con Medidor de Curva IV y descripción de resultados
- Utilización de Equipo de Electroluminiscencia y descripción de los resultados.
- OyM de Instalación eléctrica