

GOBIERNO DE LA PROVINCIA DE CÓRDOBA
Ministerio de Agua Ambiente y Servicios Públicos
Secretaría de Desarrollo Energético
Dirección General de Energías Renovables y Comunicación

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PERMER 2017

SISTEMAS FOTOVOLTAICOS PARA ESCUELAS RURALES EN LA PROVINCIA DE CÓRDOBA

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	4
1 Alcances.....	4
2 Definiciones.....	4
3 Condiciones Generales.....	5
4 Descripción de los sistemas fotovoltaicos.....	6
5 Descripción de la clasificación de las escuelas.....	7
6 Características técnicas mínimas de los componentes del sistema.....	7
6.1 Generador fotovoltaico.....	7
6.1.1 Módulos fotovoltaicos.....	7
6.1.2 Estructura de Soporte.....	8
6.1.3 Puesta a tierra.....	12
6.1.4 Cajas de conexión.....	12
6.2 Cuarto técnico.....	12
6.2.1 Puesta a tierra.....	14
6.2.2 Tomacorriente para grupo electrógeno.....	14
6.2.3 Interruptor y protección del circuito de iluminación.....	15
6.2.4 Cañerías y cajas.....	15
6.4 Regulador de Carga.....	16
6.4.1 Cálculo de la máxima tensión de entrada.....	17
6.4.2 Cálculo del rango operativo del MPPT.....	18
6.4.3 Cálculo de la máxima corriente de entrada.....	18
6.5 Unidad convertidora (Inversor).....	18
6.6 Cargador de baterías.....	20
6.7 Conductores (CC).....	21
6.8 Conductores (CA).....	21
6.9 Tablero de CC.....	22
6.9.1 Elementos de protección y seccionamiento.....	23
6.9.1.1 Fusibles y portafusibles.....	23
6.9.1.2 Interruptores termomagnéticos.....	23
6.10 Tablero de transferencia.....	23
6.10.1 Elementos de protección y maniobra.....	24
6.10.1.1 Selector rotativo.....	24
6.10.1.2 Interruptor termomagnético.....	25
6.10.1.3 Conductores.....	25
6.11 Sistema de adquisición de datos (datalogger).....	25
6.12 Instalación eléctrica en la escuela.....	26
6.12.1 Tablero de CA.....	26
6.12.1.1 Elementos de protección y seccionamiento.....	26
6.12.1.2 Conductores.....	27
6.12.2 Instalación interna escuela.....	27
6.12.2.1 Interruptores y tomacorrientes.....	28
6.12.2.2 Lámparas.....	28
6.12.2.3 Luminarias.....	29
6.12.2.4 Conductores (CA).....	29
6.12.2.5 Cañerías y cajas.....	29
6.12.2.6 Puesta a tierra.....	30
6.13 Conexión de puesta a tierra.....	30
6.14 Resumen del Sistema.....	30
6.15 Documentación.....	32
6.16 Garantías del Equipamiento.....	33
6.17 Garantía de las Instalaciones.....	34

6.18	Repuestos y asesoramiento	34
6.19	Ensayos.....	35
6.20	Documentación conforme a obra	36
6.21	Señalética.....	37
6.22	Capacitación.....	37
6.23	Planillas de datos técnicos garantizados	37
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE MONTAJE		46
7	Objetivo.....	46
8	Generador fotovoltaico	46
8.1	Instalación de los equipos fotovoltaicos.....	46
8.2	Orientación e inclinación de los módulos fotovoltaicos	46
8.3	Emplazamiento.....	46
8.4	Conexión de módulos - Caja de conexión.....	47
9	Cuarto técnico	48
9.1	Emplazamiento del cuarto técnico	48
9.2	Instalación interna	48
9.3	Puesta a tierra.....	49
10	Tablero de CC	50
10.1	Seccionadores y elementos de protección.....	50
11	Conductores (CC).....	51
12	Tablero de transferencia.....	52
12.1	Seccionadores y elementos de protección y maniobra.....	53
13	Tablero de CA	53
13.1	Elementos de protección	54
13.2	Resumen de protecciones	54
13.3	Conductores (CA)	54
14	Puesta a tierra de la escuela	55
14.1	Puesta a tierra de protección	55
14.2	Puesta a tierra de servicio.....	55
15	Especificaciones Técnicas de la Instalación Interna	56
15.1	Características de la instalación	56
15.2	Cantidad de circuitos.....	56
15.3	Conductores.....	56
15.4	Canalizaciones	57
15.5	Interruptores y tomacorrientes.....	57
15.6	Lámparas y luminarias	57

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

1 Alcances

El presente llamado a licitación comprende la provisión de energía eléctrica a cincuenta y siete (57) Escuelas Rurales localizadas en la Provincia de Córdoba. La dotación de energía se efectuará mediante la provisión e instalación de sistemas de generación fotovoltaica e instalación eléctrica interna.

En los casos donde las escuelas rurales posean sistemas fotovoltaicos existentes, se deberá remover la totalidad de los componentes de dichos sistemas, trasladando los rezagos y los componentes potencialmente útiles (módulos, baterías, etc.) a lugares asignados por la provincia de Córdoba.

Si bien se reutilizará la instalación eléctrica interna de las escuelas, deberá reinstalarse el tablero de CA detallado más adelante en estas especificaciones, como así también, deberá realizarse la adaptación de la instalación eléctrica de luminarias, permitiendo la utilización de las tecnologías LED especificadas en este documento.

Estas especificaciones técnicas detallan las características técnicas mínimas que deberán reunir los sistemas fotovoltaicos para uso en escuelas rurales dentro del marco del proyecto PERMER, entendiendo como tales a los sistemas destinados a satisfacer las demandas de las mismas.

Cada uno de los componentes de los sistemas fotovoltaicos deberá tener características técnicas mínimas, las cuales se detallan también en las siguientes especificaciones técnicas.

2 Definiciones

Los sistemas fotovoltaicos responden a un diseño común y tienen los siguientes componentes:

- **Generador fotovoltaico** compuesto por uno o más módulos fotovoltaicos interconectados.
- **Estructura de soporte** para los módulos fotovoltaicos.
- **Caja de conexión** para conectar en paralelo los arreglos serie de módulos fotovoltaicos.
- **Regulador de carga** con seguidor de punto de máxima potencia (MPPT).
- **Batería(s)** de placas tubulares OPzV, libre mantenimiento y vasos de 2Vcc nominal.
- **Unidad convertora (inversor)** de corriente continua a alterna.
- **Cargador de baterías** para la carga del banco de baterías mediante un generador externo.

- **Tablero de CC (tablero de Corriente Continua)** compuesto por un gabinete, regulador de carga, dos portafusibles bipolares, dos interruptores termomagnéticos, borneras varias y barras de distribución.
- **Tablero de transferencia** para seleccionar el tipo de generador (generador fotovoltaico o grupo electrógeno). Compuesto por un gabinete, tres interruptores termomagnéticos y una llave selectora rotativa tripolar de tres posiciones.
- **Tablero de CA (tablero de Corriente Alterna)** compuesto por un gabinete, un interruptor diferencial e interruptores termomagnéticos para los circuitos de iluminación y tomacorrientes.
- **Sistema de adquisición de datos (datalogger)** para el registro de datos de la instalación fotovoltaica y de los consumos de las escuelas rurales.
- **Cables:** Subterráneos con aislación y cubierta de PVC, unipolares flexibles con aislación de PVC, más elementos de conexión para los módulos y las baterías.

Se considerarán también parte del sistema a todos los materiales (tornillos, tuercas, terminales, etc.) que sean necesarios para el montaje del conjunto o de una de sus partes.

La instalación interior responde a un diseño común y tiene los siguientes componentes:

- **Lámparas:** compuestas por una lámpara LED con casquillo E27 y/o tubos LED con sus correspondientes accesorios.
- **Interruptor de un punto exterior:** de tipo tecla, con base para fijación.
- **Tomacorrientes:** del tipo exterior con base para su fijación.
- **Cañerías:** compuestas por caños semipesados de PVC para instalación sobrepuesta, con fijación mediante grampas de PVC, más sus correspondientes accesorios.
- **Cables:** conductores unipolares con aislación de PVC.

3 Condiciones Generales

Los equipos por suministrar deberán ser nuevos, sin uso y proporcionar un servicio confiable, adecuado y durable para todas las condiciones de operación. No se admitirán prototipos ni productos que estén en etapa de desarrollo.

El diseño y fabricación de los equipos responderá a técnicas modernas y sus partes componentes serán apropiadas para un funcionamiento continuo sin degradación de sus parámetros operativos bajo los requerimientos de trabajo exigidos y para las condiciones ambientales propias de los lugares de instalación.

Toda la provisión se realizará empleando un mismo tipo y modelo para cada género de equipos y de sus accesorios. Este requerimiento se funda en la necesidad de que las partes y unidades puedan intercambiarse.

El proveedor garantizará el cumplimiento de las características señaladas en estas Especificaciones Técnicas y, salvo que se especifique lo contrario, los valores correspondientes deberán responder a las normas establecidas.

El diseño de cada equipo de generación y sus componentes deberá ser tal que permita que su instalación, reemplazo y mantenimiento general, puedan realizarse en el mínimo tiempo y al menor costo.

El hecho que un material haya sido aceptado por tener las características exigidas no eximirá al proveedor de solucionar los defectos que pudieren aparecer durante o después de la construcción o instalación. Será solicitada su reposición si los defectos que se manifestasen al instalarlo y ponerlo en funcionamiento no fuesen reparables.

El proveedor asegurará mediante un adecuado embalaje la integridad y durabilidad de los equipos, protegidos para resistir la acción de los agentes exteriores a que pudieren ser sometidos durante su transporte y almacenamiento.

En caso de mencionarse en las especificaciones marcas y modelos de fábricas, esto se hará al solo efecto de completar especificaciones técnicas y proporcionar una referencia más de las características de construcción y funcionamiento deseadas. Serán por lo tanto aceptables las ofertas de elementos que cumplan con las especificaciones correspondientes.

El oferente deberá suministrar con su oferta los manuales completos de operación y mantenimiento de los equipos cotizados, como así también información detallada respecto de su instalación y puesta en servicio.

Todos los componentes principales (módulos, regulador, batería, inversor, datalogger, cargador de baterías, etc.) deberán estar convenientemente etiquetados.

El montaje tanto del equipo generador como de la instalación interior deberá hacerse siguiendo las normas establecidas y con las medidas de seguridad adecuadas. De igual forma, la desinstalación de sistemas existentes. Además, el emplazamiento del montaje tanto del equipo generador como del cuarto técnico deberá ser acordado con los responsables de la escuela.

4 Descripción de los sistemas fotovoltaicos

De acuerdo con la demanda de energía y los valores de insolación, se definen tres (3) KITS fotovoltaicos cuyas especificaciones mínimas se listan a continuación:

Nomenclatura	Potencia pico mínima garantizada del generador FV	Capacidad mínima del banco de baterías (C ₁₀)	Tensión nominal del banco de baterías	Potencia nominal mínima del inversor	Corriente máxima de cargador de baterías
KIT 2	1200 Wp	450 Ah	48 V	1300 VA	15 A
KIT 5	1900 Wp	850 Ah	48 V	1600 VA	15 A
KIT 11	3200 Wp	1400 Ah	48 V	3200 VA	30 A

Se ha considerado que los sistemas fotovoltaicos abastecerán las demandas de iluminación, comunicación e informática durante todo el año.

Todos los sistemas serán instalados utilizando el mismo esquema de emplazamiento (ver plano N°01), el cual está conformado por el generador fotovoltaico, el cuarto técnico y la escuela.

A su vez, todos los sistemas responden a un diseño común de conexionado y equipamiento como se muestra en el esquemático del sistema (ver plano N°02).

La potencia pico mínima garantizada del generador fotovoltaico deberá estar referida a una irradiancia de 1 kW/m^2 , $MA = 1,5$ y a $25 \text{ }^\circ\text{C}$ de temperatura de celda.

La capacidad mínima del banco de baterías (C_{10}) deberá estar referida a una corriente de descarga de 10h, una temperatura ambiente de $20 \text{ }^\circ\text{C}$ y una tensión final de descarga de $1,8\text{Vcc}$ por celda.

5 Descripción de la clasificación de las escuelas

En base a la matrícula de alumnos en las escuelas y su funcionamiento, se definen tres (3) categorías:

Nomenclatura	Matrícula
Categoría 1	≤ 10
Categoría 2	$10 < y \leq 20$
Categoría 3	>20

6 Características técnicas mínimas de los componentes del sistema

6.1 Generador fotovoltaico

6.1.1 Módulos fotovoltaicos

- Se aceptarán módulos a partir de 200 Wp de potencia nominal. Todos los módulos deberán ser del mismo tipo y características.
- Los módulos deberán contar con un certificado de cumplimiento de las normas IEC-61215, UL 1703 o IRAM 210013.
- Los módulos deberán estar conformados por celdas fotovoltaicas de silicio policristalino o monocristalino. No se aceptarán módulos con celdas amorfas.
- El número de celdas en serie en cada módulo deberá ser como mínimo de 60 y deberán garantizar, con una irradiancia de 1kW/m^2 , $MA = 1,5$ y a $25 \text{ }^\circ\text{C}$ de temperatura de celda, la potencia nominal.
- Cada módulo deberá tener un marco de aluminio anodizado y las celdas deberán estar correctamente encapsuladas en material adecuado. La cubierta superior del módulo deberá ser de vidrio templado de bajo contenido de hierro.

- Cada módulo deberá tener su correspondiente caja de conexión adherida a la parte trasera del mismo. La misma deberá tener tapa, ser estanca y tener una protección mínima IP 54. En ella deberán estar instalados los diodos de bypass. Las cajas deberán tener indicadas, en bajo relieve o mediante pinturas indelebles, las polaridades eléctricas correspondientes.
- No deberán ser autorregulados.
- Asimismo, en cada módulo deberá estar claramente indicada, mediante sistema indeleble, la siguiente información:
 - Nombre comercial o símbolo del fabricante.
 - Modelo.
 - Número de serie o fabricación.
 - Fecha de fabricación.
 - Tensión, corriente y potencia nominales.
- Los módulos deberán proveerse acondicionados para ser almacenados sin uso hasta su instalación.
- El oferente deberá garantizar que los módulos cotizados resistirán como mínimo las siguientes condiciones climáticas:
 - Temperaturas: - 20 °C a 75 °C.
 - Humedad relativa ambiente: 0 – 100 %.
 - Vientos de cualquier cuadrante: como mínimo 150 km/h.
- El fabricante deberá garantizar que, a los 10 años de uso, la potencia pico de los módulos sea como mínimo un 90% de la potencia nominal especificada en la documentación técnica propuesta. A su vez, a los 20 años de uso, la potencia pico de los módulos deberá ser como mínimo un 80% de la potencia nominal.

6.1.2 Estructura de Soporte

- La estructura soporte estará constituida por columnas que soportarán el bastidor de los módulos solares como se indica en el plano N°03.
- Las fundaciones de los soportes deberán ser realizadas con hormigón armado, no aceptándose la ejecución de fundaciones de hormigón simple.
- No se admitirá la vinculación de las estructuras de soporte a las construcciones existentes. Se deberán instalar separadas de las edificaciones existentes a una distancia mínima, tal que, en caso de producirse la caída del soporte, no impacte sobre la construcción y/o ponga en peligro otros bienes materiales o humanos.
- La estructura de soporte deberá ser ubicada de tal forma que no interrumpa las actividades propias que se desarrollan en las diferentes edificaciones.
- Cada estructura, servirá de soporte al menos a cuatro (4) módulos solares.

- El bastidor para fijación de los módulos solares deberá estar construido en perfiles ángulos de acero de acuerdo con las pautas del plano N°03.
- La distancia mínima de despeje entre el bastidor y el piso será de 3 m.
- Previo a la ejecución de la fabricación de las estructuras, se deberá presentar una memoria de cálculo con dimensionamiento de la estructura de soporte, incluida su fundación. Este documento deberá estar firmado y registrado por un ingeniero matriculado y habilitado en la Provincia de Córdoba o en el Consejo Nacional con convenio de reciprocidad. Las obras deben registrarse en el colegio profesional provincial.
- La estructura de soporte deberá garantizar una buena ventilación de los módulos para no entorpecer la disipación del calor.
- La estructura de soporte deberá ser diseñada con una velocidad máximas de viento de acuerdo con especificaciones CIRSOC.
- La estructura deberá emplazar los módulos a un determinado ángulo respecto de la horizontal en función de la latitud del lugar de instalación, como se muestra a continuación:

Latitud de la instalación	Inclinación de los módulos
30° a 35°	45°

- Se deberá considerar una “Exposición C” y la estructura se clasificará de “Categoría II”.
- El anclaje del armazón de los módulos al caño de hierro galvanizado se realizará a través de un tornillo pasante galvanizado de cabeza redonda.
- El diseño y construcción de todas las estructuras deberán estar de acuerdo con las últimas ediciones de las normas nacionales o locales. Las normas de aplicación serán las siguientes:
 - AISC, American Institute of Steel Construction:
 - Specification for the Design, Fabrication and Erection of Structural Steel for Building.
 - Codes and Standards practice for steel buildings and bridges.
 - Specification for structural joints using ASTM.A.325 or ASTM.A.490 bolts.
 - AWS, American Welding Society:
 - AWS D.1.1 - Structural Welding Code.
 - AWS A2.4 - Symbols for Welding and Nondestructive Testing.
 - ASTM, American Society for Testing and Materials.

- Centro de Investigación de los Reglamentos Nacionales de Seguridad para las Obras Civiles:
 - CIRSOC 101 – Reglamento argentino de cargas permanentes y sobrecargas mínimas de diseño para edificios y otras estructuras.
 - CIRSOC 102 – Reglamento argentino de acción del viento sobre las construcciones.
 - INPRES-CIRSOC 103 – Reglamento argentino para construcciones sismo resistentes.
 - CIRSOC 201 – Reglamento argentino de estructuras de hormigón.
 - CIRSOC 301 – Reglamento argentino de estructuras de acero para edificios.
 - CIRSOC 302 – Reglamento argentino de elementos estructurales de tubos de acero para edificios.
- Los elementos que integran la estructura soporte deberán estar de acuerdo a las normas ASTM (American Society for Testing and Materials) standards, dentro de las cuales se pueden remarcar:
 - ASTM A36 - Standard specification for structural steel.
 - ASTM A53 - Standard Specification for Pipe, Steel, Black and Hot-Dipped, Zinc- Coated, Welded and Seamless.
 - ASTM A123 - Standard specification for Zinc (Hot-Dip Galvanized) Coatings on Iron and Steel Products.
 - ASTM A325 - Standard specification for High-Strength Bolts for Structural Steel Joints.
 - ASTM A307 - Standard specification for Carbon Steel Bolts and Studs.
 - ASTM A563 - Standard specification for Carbon and Alloy Steel Nuts.
 - ASTM F436 - Standard specification for Hardened Steel Washer.
- Las características de los elementos componentes de los soportes serán:
 - **Perfiles y chapas en general:** El acero estructural para perfiles y chapas en general debe ser según lo indicado en la especificación ASTM A36, con Límite de Fluencia Mínimo $\sigma_Y = 2530 \text{ kg/cm}^2$. En su defecto, podrán emplearse aceros F-24 de acuerdo con CIRSOC 301. Salvo algún caso particular, en general se empleará perfilería laminada en caliente estándar. No será aceptable el empleo de aceros de calidad “comercial”.
 - **Secciones tubulares:** En el caso de emplear secciones tubulares, el material para las mismas debe ser según lo indicado en la especificación ASTM A53 GR.B. Se deberán sellar, en ambos extremos, a fin de evitar el ingreso de

humedad o agua. No será aceptable el empleo de aceros de calidad “comercial”.

- **Bulones y tuercas:** Los bulones, tuercas y arandelas deben ser galvanizados en caliente por inmersión de acuerdo con ASTM A123. Los bulones serán, según especificación, ASTM A307 de Grado B. Las tuercas, según especificación ASTM A563 de Grado A. El diámetro mínimo de este tipo de bulones debe ser M12 y/o 1/2”.
- **Hormigón estructural:** La composición elegida para la preparación de los hormigones deberá estudiarse previo al inicio de la ingeniería de detalle, a fin de que queden garantizadas las características mecánicas, reológicas y de durabilidad que satisfagan las exigencias del proyecto y la conservación de las características requeridas a lo largo del tiempo. La calidad mínima del hormigón a emplear será H-17. Durante la etapa de la ingeniería de detalle, se deberá estudiar la necesidad de empleo de cementos ARS de acuerdo con norma IRAM 50001. Tanto los agregados finos como gruesos deberán cumplir la reglamentación CIRSOC 201-05. El contenido mínimo de cemento será de 300 kg/m³. El hormigón de limpieza y/o nivelación deberá ser de una calidad mínima H-8, con un contenido mínimo de cemento de 100 kg/m³. La relación agua cemento estará de acuerdo con el CIRSOC 201-05, pero no se admitirá una relación superior a 0.50.
- Salvo que se indique otro valor más riguroso en los códigos nacionales o locales aplicables y/o en las especificaciones de los proveedores de paneles, se deberán limitar las deformaciones de las estructuras de bastidores a L / 400. El desplazamiento admisible de las columnas será H / 250.
- Las uniones estructurales deberán ser, en su mayor posibilidad, soldadas en taller. Sólo en los casos donde esto no sea posible por cuestiones de transporte, se deberán emplear uniones abulonadas en obra. Las uniones soldadas en obra no serán admisibles. Las uniones soldadas deberán diseñarse y ejecutarse de acuerdo con AWS.
- Los elementos estructurales serán de una sola pieza, pero de ser requerido algún empalme en elementos principales por exceder longitudes estándar de perfiles u algún otro motivo, el mismo se hará por medio de soldadura de penetración total. Todas las soldaduras de penetración total deberán ser chequeadas por medio de líquidos penetrantes o partículas magnéticas en un 100%.
- Todas las uniones abulonadas deberán ser del tipo “antivandálico” y/o antirrobo. Se deberán entregar como parte del equipamiento, más un adicional del 10 % para cubrir futuras pérdidas en la instalación.
- La totalidad de los perfiles, tubos, bulones, tuercas y arandelas deberán ser galvanizados en caliente por inmersión en caliente de acuerdo con ASTM A123. No se

permitirá el empleo galvanizado en frío, pinturas galvanizantes en frío y/o procedimientos similares.

6.1.3 Puesta a tierra

- Los marcos metálicos de los módulos y la estructura soporte deberán estar debidamente conectados a tierra.
- Se proveerá jabalinas tipo Copperweld, de 3/4" de diámetro y 1,5 m de largo, soldadas por termofusión al conductor de puesta a tierra.
- Se proveerá conductor unipolar flexible de cobre con aislación de PVC ecológico en color verde y amarillo, de 25 mm² de sección como conductor de puesta a tierra a la jabalina y conductores de 6 mm² para la conexión a tierra de los módulos fotovoltaicos a la estructura metálica.

6.1.4 Cajas de conexión

- Deberán ser de plástico blanco con protección UV, cerradas estancas, con grado de protección IP 65.
- Deberán estar provistas de un sistema de sujeción a la estructura de soporte de los módulos para su montaje.
- Deberá poseer las entradas suficientes (dependiendo de la cantidad de arreglos de módulos fotovoltaicos en serie a conectar en paralelo) para cables del tipo subterráneo provenientes de los arreglos serie de módulos fotovoltaicos y una salida troncal para conductor del tipo subterráneo (ver plano N° 04).
- Deberá poseer dos barras separadas, cada una de ellas deberá permitir conectar los conductores provenientes de los arreglos de módulos fotovoltaicos y el conductor troncal. Las borneras deberán tener una capacidad de 125 A como mínimo (ver plano N° 04).
- Las cajas de conexión deberán tener diseño y tamaño tales que permitan un fácil interconexión de los arreglos fotovoltaicos.

6.2 Cuarto técnico

- Deberá realizarse mediante sistema de construcción en seco, con aislamiento térmico, puerta con cerradura de seguridad (tipo yale o acytra), con ventilación cruzada y pintada de blanco, apta para disponer el banco de baterías, el tablero de CC, el inversor, el cargador de baterías, el tablero de transferencia y el datalogger (ver planos N°05A, N°05B y N°06A).
- El cuarto técnico deberá estar construido sobre una cimentación de hormigón que sobresalga al menos, 20 cm del suelo en su parte más baja.

- El techo será de chapa con aislación y estará diseñado de tal forma que se impidan las filtraciones y la acumulación de agua sobre éstos, desaguando directamente al exterior desde su perímetro.
- La envolvente del edificio (bases, paredes y techos) deberá estar diseñada de manera que se garantice una total impermeabilidad y una elevada resistencia mecánica. En la base de la envolvente irán dispuestos los orificios para la entrada y salida de cables (corriente continua y corriente alterna). Los orificios de entrada y salida de cables al cuarto técnico deben estar adecuadamente sellados.
- El aislamiento térmico deberá ser el adecuado para que la temperatura en el interior del cuarto técnico oscile como máximo entre +10 °C y +30 °C. Deberá ser de muy baja o nula inflamabilidad, siendo auto extingüible y de nula o muy baja propagación de llamas.
- El cuarto técnico deberá construirse con paneles autoportantes aislados. En función de la temperatura exterior y la amplitud térmica donde se construirá el mismo, los paneles variarán en el espesor de su núcleo aislante el cual podrá ser de poliestireno expandido de alta densidad de 20kg/m³, poliuretano de alta densidad en densidades mayores a 40kg/m³ y en el caso de los lugares donde las temperaturas en el exterior sean muy elevadas utilizar un núcleo de lana de roca ignífuga o lana de basalto en densidades superiores a los 120kg/m³.
- Las paredes del cuarto técnico y su techo deberán ser siempre del mismo núcleo, el cual deberá estar siempre en canto, lo que quiere decir que en su montaje las esquinas deberán estar cortadas a 45 grados para que los aislantes estén en contacto y no haya puentes térmicos. Los mismos deberán estar sellados en su exterior con selladores butílicos para su correcta estanqueidad y selladores siliconados en su interior en las juntas de encastre. Los espesores de paneles podrán variar desde un mínimo de 50 mm de espesor a 250 mm de espesor.
- Las rejillas de ventilación estarán diseñadas y dispuestas de manera que la circulación del aire, provocada por tiro natural, ventile eficazmente el cuarto técnico. Las lamas de las rejillas estarán diseñadas para impedir la entrada de agua de lluvia y todas las rejillas deberán ir provistas de una tela mosquitera.
- Las dimensiones mínimas deben ser 3,2 m de ancho, 3,0 m de profundidad y 2,2 m de altura. El diseño del mismo debe permitir el acceso fácil a los elementos del tablero de CC, teniendo en cuenta que ni el tablero de CC, ni el inversor, ni el cargador de baterías, ni el tablero de transferencia, ni el datalogger deben ubicarse arriba de las baterías (ver plano N°05A, N°05B y N°06) a fin de evitar el contacto directo con los gases de gasificación.
- Deberá poseer un tomacorriente estanco, que permita la conexión de un grupo electrógeno. El tomacorriente deberá instalarse en el lateral exterior del cuarto técnico (ver plano N°05A, N°05B).
- También deberá instalarse un circuito de iluminación compuesto por una luminaria tipo tortuga (ver plano N°05A, N°05B).

- No se construirá el Cuarto Técnico en los cuatro (4) emplazamientos de las Repetidoras de Comunicaciones de la Red Única de Emergencias, por cuanto la construcción existente permite la instalación del equipamiento.
- El diseño y construcción del cuarto técnico deberá estar de acuerdo con las últimas ediciones de las normas nacionales o locales. Las normas de aplicación serán las siguientes:
 - CIRSOC, Centro de Investigación de los Reglamentos Nacionales de Seguridad para las Obras Civiles:
 - CIRSOC 101 – Reglamento argentino de cargas permanentes y sobrecargas mínimas de diseño para edificios y otras estructuras.
 - CIRSOC 102 – Reglamento argentino de acción del viento sobre las construcciones.
 - INPRES-CIRSOC 103 – Reglamento argentino para construcciones sismo resistentes.
 - CIRSOC 201 – Reglamento argentino de estructuras de hormigón.

6.2.1 Puesta a tierra

- Se proveerá jabalinas tipo Copperweld, de 3/4" de diámetro y 1,5 m.de largo, soldadas por termofusión al conductor correspondiente.
- Se deberá proveer conductores unipolares de cobre electrolítico recocido, aislados en PVC antillama, según norma IRAM 2183 y clase 5 según norma IRAM 2022.
- Aislante de PVC ecológico en color amarillo y verde.
- La sección del conductor para la puesta a tierra de los elementos de Corriente Continua deberá ser igual a la mayor sección empleada en los circuitos de Corriente Continua.
- La sección del conductor para la puesta a tierra de la masa del inversor, cargador de baterías y datalogger deberá ser de 4mm² como mínimo.

6.2.2 Tomacorriente para grupo electrógeno

- Se utilizará un tomacorriente modular de acuerdo con IRAM 2071.
- Para su montaje, se proveerá además una caja rectangular estanca, con tapa y bastidor para intemperie, grado de protección IP 55, según norma IRAM 2444, resistente a rayos UV, color blanco. Se suministrarán además los juegos necesarios de tornillos y tarugos para su correcto montaje en pared.
- La caja estanca contendrá un tomacorriente con tierra, para 250 V y 20 A.
- Deberá ser de material aislante no propagante de la llama.

6.2.3 Interruptor y protección del circuito de iluminación

- Se deberán emplear un interruptor bipolar que cumpla con la norma IEC 60947-2.
- Corriente nominal: 10 A.
- Deberán permitir su instalación en riel DIN.
- Poder de corte: 3 kA.
- Curva C.
- Tensión de empleo: 230 V (2 polos) – 50 Hz.
- Capacidad de conexionado: Para cable flexible 1 a 16 mm².

6.2.4 Cañerías y cajas

- Cañerías rígidas de PVC semipesado según normas IEC 61386-1, IEC 61386-21, IRAM 62386-1, IRAM 62386-22, IEC 60670 e IRAM 62670, AEA 90364 o PVC de 5/8" y 1".
- Se deberá suministrar además los siguientes materiales de PVC: curvas, uniones, conectores, cajas rectangulares (para interruptores y tomacorrientes) y cajas octogonales (para bocas de luz y de paso).
- Se deberá proveer grampas omegas de PVC, para caños de 5/8" y 1", con sus respectivos tornillos y tarugos.

6.3 Baterías

- Se suministrarán bancos de baterías compuestos por celdas de plomo-ácido con válvula reguladora (VRLA), placas tubulares y rejillas de aleación de PbCaSn, libre mantenimiento (GEL), denominadas OPzV.
- Las celdas de batería deberán contar con un certificado de cumplimiento de las normas internacionales: IEC 60896-21, IEC 60896-22, DIN 40742, IEC 61427-1. A su vez, el fabricante deberá estar certificado en el cumplimiento de: ISO 9001 e ISO 14001.
- Tensión nominal de operación de las celdas de batería $V_{nom} = 2 V_{cc}$.
- La capacidad nominal de la batería deberá referirse a una descarga en 10h (C_{10}), temperatura ambiente de 20 °C y una tensión de fin de descarga de 1,8Vcc por celda.
- No se permitirá la conexión en paralelo.
- La auto-descarga mensual deberá ser menor al 3 % de la capacidad nominal a 20 °C y menor al 6 % de la capacidad nominal a 30 °C.

- Temperatura de trabajo: -10 °C a 40 °C.
- Deberán permitir ciclados frecuentes de diversa profundidad de descarga, con un máximo de descarga profunda del 70%.
- Con una temperatura ambiente de 20 °C, la batería deberá ser capaz de tolerar un mínimo de 1800 ciclos con una profundidad de descarga del 70%. A su vez, con una temperatura ambiente de 30 °C, deberán realizarse como mínimo 1200 ciclos con una profundidad de descarga del 70%.
- En cada celda de batería deberá indicarse: Símbolo o nombre comercial del fabricante, capacidad nominal en Ah y tensión nominal.
- Se deberá identificar la polaridad de los bornes en forma indeleble y visible.
- El contratante deberá adjuntar el certificado de garantía en el que se detallan los alcances y limitaciones de la misma.

6.4 Regulador de Carga

- Regulador de carga controlado por microprocesador y construido con elementos de estado sólido.
- Deberán contar con seguidor de punto de máxima potencia MPPT (Maximum Power Point Tracking).
- Tensión nominal de batería: 48 V.
- Máxima tensión de entrada: Se aceptarán equipos con tensiones máximas en el rango de 120 V_{CC} a 150 V_{CC}.
- Temperatura de operación: -10 °C a 45 °C.
- Potencia nominal: Ver tabla.
- Rendimiento pico del regulador: ≥ 96 %.
- Potencia continua (sin derrateo) a 30 °C ambiente: Ver tabla.
- Rendimiento a potencia continua (sin derrateo) a 30 °C ambiente: ≥ 90 %.
- A continuación, se listan las especificaciones de funcionamiento mínimas del regulador de carga según el Sistema correspondiente:

Nomenclatura	Potencia nominal mínima	Potencia continua mínima a 30 °C
KIT 2	1200 W	1200 W
KIT 5	1900 W	1900 W
KIT 11	3200 W	3200 W

- La corriente máxima de carga de batería deberá ser, como máximo, el 20% de la capacidad del banco de baterías (0,2 C10).
- El auto consumo no deberá superar el 0,5% respecto de la potencia nominal del regulador de carga.
- Estará permitido la conexión de dos o más reguladores en paralelo para satisfacer las necesidades de regulación, separando los arreglos de módulos fotovoltaicos y siguiendo las recomendaciones del fabricante.
- Deberá tener algoritmo de carga de cuatro etapas: carga masiva ($I_{cc} = cte$), absorción, flote y ecualización. Se deberá poder ajustar el tipo de batería a utilizar, permitiendo personalizar los valores de tensión de las etapas de: absorción (2,35 Vpc), flote (2,25 Vpc) y ecualización (2,35 Vpc). Estos valores deberán ser compensados por temperatura mediante la utilización de una sonda remota que funcione en un rango de [-10 °C a 45 °C] instalada en el punto medio del banco de baterías.
- Deberá tener un sistema anti-retorno de corriente, protección de corriente inversa en la noche, protección por sobrecargas de panel y/o de carga, desconexión por sobretensión, protección contra descargas atmosféricas, transitorios y sobretensión, protección por inversión de polaridad, cortocircuito y desconexión por alta temperatura del banco de baterías.
- En caso de que se active alguna protección, deberá restablecerse automáticamente.
- Deberá tener incorporado un indicador visual de fácil lectura del valor de tensión del banco de batería, corriente de consumo y corriente de carga (corriente de panel fotovoltaico), de por lo menos 3 (tres) dígitos.
- Deberá poseer indicadores de estado de carga, estado de funcionamiento y errores.
- Protección mínima IP: IP22según IEC 529 o DIN 40050.
- Las borneras deberán admitir el conexionado de cables de hasta 25 mm² de sección.

6.4.1 Cálculo de la máxima tensión de entrada

- El cálculo de la máxima tensión de entrada del regulador de carga se calculará de la siguiente manera:

$$V_{MAX} \geq 1,25 \cdot N_{SERIE} \cdot V_{OC}$$

Donde:

- V_{MAX} es la máxima tensión admitida por la entrada del regulador de carga. Sobrepasar este valor puede dañar el mismo.
- N_{SERIE} es la cantidad de módulos fotovoltaicos en serie por arreglo.

- V_{OC} es la tensión de circuito abierto de los módulos (irradiancia de 1kW/m^2 , $MA = 1,5$ y a $25\text{ }^\circ\text{C}$ de temperatura de celda).
- Como la máxima tensión de entrada permitida para el regulador de carga debe estar comprendida entre $120 V_{CC} \leq V_{MAX} \leq 150 V_{CC}$, este cálculo limitará la máxima cantidad de módulos fotovoltaicos en serie por arreglo.

6.4.2 Cálculo del rango operativo del MPPT

- El rango mínimo de trabajo del seguidor de punto de máxima potencia (MPPT) deberá calcularse de la siguiente manera:

$$0,65 \cdot N_{SERIE} \cdot V_P \leq V_{MPP} \leq 1,1 \cdot N_{SERIE} \cdot V_P$$

Donde:

- V_{MPP} es el punto de trabajo del seguidor de punto de máxima potencia (MPPT).
- N_{SERIE} es la cantidad de módulos fotovoltaicos en serie por arreglo.
- V_P es la tensión pico de los módulos (irradiancia de 1kW/m^2 , $MA = 1,5$ y a $25\text{ }^\circ\text{C}$ de temperatura de celda).

6.4.3 Cálculo de la máxima corriente de entrada

- El cálculo de la máxima corriente de entrada del regulador se calculará de la siguiente manera:

$$I_{MAX} \geq 1,25 \cdot N_{PARALELO} \cdot I_{CC}$$

Donde:

- I_{MAX} es la máxima corriente admitida por la entrada del regulador de carga. Sobrepasar este valor puede dañar el mismo.
- $N_{PARALELO}$ es la cantidad de arreglos de módulos fotovoltaicos en paralelo.
- I_{CC} es la corriente de cortocircuito de los módulos (irradiancia de 1kW/m^2 , $MA = 1,5$ y a $25\text{ }^\circ\text{C}$ de temperatura de celda).

6.5 Unidad convertora (Inversor).

- Tensión de salida regulada: $220 V_{CA} \pm 3\%$.
- Frecuencia de salida regulada: $50\text{Hz} \pm 0,5\%$.
- Forma de onda: Senoidal pura con una distorsión armónica total (DHT) menor al 3%.
- Temperatura de operación: entre $-10\text{ }^\circ\text{C}$ y $40\text{ }^\circ\text{C}$.
- Potencia nominal: Ver tabla.
- Rendimiento pico del inversor: $\geq 95\%$.

- Potencia promedio a 30 °C ambiente: Ver tabla.
- Rendimiento promedio a 30 °C ambiente: $\geq 85 \%$
- Tensión nominal de entrada: 48 V.
- A continuación, se listan las especificaciones de funcionamiento mínimas del inversor según el Sistema correspondiente:

Nomenclatura	Potencia nominal mínima	Potencia promedio mínima a 30 °C
KIT 2	1300 VA	1300 VA
KIT 5	1600 VA	1600 VA
KIT 11	3200 W	3200 W

- El consumo en vacío no deberá superar el 1,5% respecto de la potencia nominal del inversor.
- Se deberá poder ajustar el tipo de batería a utilizar, permitiendo personalizar los valores de tensión de alarmas, corte y nivel de carga de baterías.
- El factor de cresta (I_P/I_{RMS}), definido como el cociente entre el corriente pico de salida (I_P) y la corriente RMS de salida (I_{RMS}) deberá ser mayor a 2,5.
- Deberá poseer protección (corte) por bajo y alto voltaje de batería, sobre temperatura, sobrecarga, cortocircuito a la salida de 220 V_{CA}, sobretensión transitoria a la salida de 220 V_{CA}, tensión inversa a la salida de 220 V_{CA} y protección contra descargas atmosféricas, transitorios y sobretensión.
- Deberá poseer aislación galvánica entre la entrada de CC y la salida de CA.
- Deberá poseer indicador luminoso de estado de funcionamiento, descarga excesiva de batería y sobre temperatura.
- Deberá poseer un terminal para la conexión del equipo a tierra en el caso en el que la carcasa de la unidad convertora sea metálica.
- Protección mínima IP: IP20según IEC 529 o DIN 40050 o IRAM 2444.
- Los inversores deberán estar identificados con, al menos, la siguiente información:
 - Potencia nominal (VA)
 - Tensión nominal de entrada (V)
 - Tensión (V_{RMS}) y frecuencia (Hz) nominales de salida
 - Fabricante (nombre o logotipo) y número de serie
 - Polaridad y terminales

6.6 Cargador de baterías

- Cargador de baterías monofásico con algoritmo de carga de cuatro etapas, el cual será energizado por un grupo electrógeno monofásico existente en el establecimiento.
- Tensión de entrada: Deberá funcionar en el rango de 187 V_{CA} a 242 V_{CA}.
- Frecuencia de entrada: 50 Hz +/- 5 %.
- Temperatura de operación: entre -10 °C y 40 °C.
- Corriente nominal máxima de carga: Ver tabla.
- Rendimiento nominal del cargador de baterías: ≥90 %.
- Corriente máxima de carga a 30 °C ambiente: Ver tabla.
- Rendimiento a corriente máxima de carga a 30 °C de temperatura ambiente: ≥ 85 %
- Tensión nominal de entrada: 48 V.
- A continuación, se listan las especificaciones de funcionamiento mínimas del cargador de baterías según el Sistema correspondiente:

Nomenclatura	Corriente máxima de carga	Corriente máxima de carga a 30 °C
KIT 2	15 A	15 A
KIT 5	15 A	15 A
KIT 11	30 A	30 A

- El ripple de corriente eficaz (RMS) de salida con la batería conectada deberá ser menor al 2% de la I_{CC}.
- El cargador deberá tener la funcionalidad de disminuir automáticamente la corriente de carga de baterías (derrateo de corriente) en el caso de detectar que la tensión de entrada del grupo electrógeno disminuye sistemáticamente por debajo del mínimo umbral de entrada.
- Deberá tener algoritmo de carga de cuatro etapas: carga masiva (I_{CC} = cte), absorción, flote y ecualización. Se deberá poder ajustar el tipo de batería a utilizar, permitiendo personalizar los valores de tensión de las etapas de: absorción (2,35 Vpc), flote (2,25 Vpc) y ecualización (2,35 Vpc). Estos valores deberán ser compensados por temperatura mediante la utilización de una sonda remota que funcione en un rango de [-10 °C a 45 °C] instalada en el punto medio del banco de baterías.
- Deberá contar con protecciones contra inversión de polaridad de la batería, sobre temperatura e infra temperatura, sobretensión de batería y sobrecarga de batería.
- Deberá poseer aislación galvánica entre la entrada de CA y la salida de CC.

- Protección mínima IP: IP20según IEC 529 o DIN 40050 o IRAM 2444.
- Deberá poseer un terminal para la conexión del equipo a tierra en el caso en el que la carcasa de la unidad convertora sea metálica.
- Los cargadores de baterías deberán estar identificados con, al menos, la siguiente información:
 - Corriente nominal (A)
 - Tensión nominal de salida (V)
 - Tensión (V_{RMS}) y frecuencia (Hz) nominales de entrada
 - Fabricante (nombre o logotipo) y número de serie
 - Polaridad y terminales.

6.7 Conductores (CC)

- Para el conexionado de módulos fotovoltaicos y el tendido subterráneo se utilizarán conductores de cobre electrolítico recocido, no compacto, dispuesto en forma de 7 hebras. La aislación deberá ser de PVC, con relleno de material extruido y aislación exterior de PVC, del tipo subterráneo y con protección UV cuando corresponda.
- También se utilizarán conductores unipolares flexibles de cobre electrolítico recocido, aislados en PVC antillama, según norma IRAM 2183 y clase 5 según norma IRAM 2022.
- El color de los conductores deberá ser negro (negativo) y rojo (positivo) para los cables unipolares flexibles.
- Las secciones mínimas de los conductores deberán estar determinadas por la ampacidad corregida por: temperatura, agrupación y tipo de montaje. A su vez, deberán dimensionarse en base a las caídas de tensión que se listan a continuación:

	Máxima caída de tensión	Temperatura de operación	Tipo de cable
Módulos en serie a caja de conexión	0,5%	60°C	Subterráneo + UV
Caja de conexión a regulador de carga	1 %	20°C	Subterráneo
Regulador de carga a batería	0,5 %	40 °C	Unipolar flexible
Batería a unidad convertora	1 %	40 °C	Unipolar flexible
Conexión entre baterías	0,5 %	40 °C	Unipolar flexible

- Para el cálculo de las caídas de tensión, deberá considerarse las distancias de emplazamiento como se muestra en el plano N°01 .

6.8 Conductores (CA)

- El tendido eléctrico desde el cuarto técnico a la escuela se realizará de manera subterránea mediante un cable subterráneo de 2x 6 mm². El material conductor deberá ser cobre electrolítico recocido, no compacto, dispuesto en forma de 7 hebras. La

aislación deberá ser de PVC, con relleno de material extruido y aislación exterior de PVC del tipo subterráneo.

- También se utilizarán conductores unipolares de cobre electrolítico recocido, aislados en PVC antillama, según norma IRAM 2183 y clase 5 según norma IRAM 2022.
- El color de los conductores deberá ser castaño (vivo), celeste (neutro) y verde-amarillo (tierra).

6.9 Tablero de CC

- Se suministrará un tablero de CC completo, montado de acuerdo con las disposiciones indicadas en el plano N°07.
- Todo el tablero deberá estar montado dentro de un gabinete plástico, el que a su vez será fijado en la pared, según se indica en el plano N°06A.
- El interior del gabinete deberá contar con una bandeja “porta elementos” fabricada en chapa BWG#16, con bordes plegados, montada sobre el fondo del gabinete mediante tornillos.
- El tablero deberá disponer de una contratapa transparente que permita la visualización del regulador de carga.
- Las dimensiones del gabinete deberán ser tales que:
 - Brinde un espacio suficiente para que el mantenimiento y la reposición de elementos en el mismo sea realizada con facilidad.
 - Permita una correcta y cómoda disposición de los sensores provenientes del sistema de adquisición de datos (datalogger) (ver plano N°06A, N°06B y N°07).
 - Se respeten las distancias requeridas por el regulador de carga para su normal disipación de calor.
- En caso de que el espacio en el tablero no sea suficiente debido al tamaño o cantidad de reguladores de carga, o por motivos de disipación de calor del mismo, estará permitida la disposición de los reguladores de carga fuera del tablero de CC, teniendo en cuenta adecuadas medidas de seguridad eléctrica, estanqueidad y que los mismos no deberán instalarse arriba de las baterías.
- El grado de protección deberá ser IP 55, según norma IRAM 2444.
- Todas sus partes deberán poseer características de no inflamabilidad, no higroscopicidad y propiedades dieléctricas adecuadas.
- Los componentes eléctricos no podrán ser montados directamente sobre las caras posteriores o laterales del tablero, sino en soportes, perfiles o accesorios dispuestos a tal efecto.

- Las partes de los tableros no deberán superar las temperaturas establecidas en la Norma IRAM 2186.

6.9.1 Elementos de protección y seccionamiento

Los elementos de protección y seccionamiento deben realizar siempre una protección bipolar.

6.9.1.1 Fusibles y portafusibles

- **Fusibles:** Tipo NH. Normas IEC 60269, IRAM 2245. Tamaños T-00 y T-1 según corresponda. Capacidad mínima de ruptura nominal 120 kA. Corriente nominal de acuerdo con cálculo por circuito. Deberán poder utilizarse en corriente continua de al menos 80 V_{cc} sin modificación apreciable de su capacidad de ruptura.
- **Portafusibles:** Base de una sola pieza tamaño T-00 y T-1 según corresponda. Normas DIN 43620 - VDE 0660 - IRAM 2245 e IEC 269. Estructura resistente y sólida.

6.9.1.2 Interruptores termomagnéticos

- Se deberán emplear interruptores bipolares que cumplan con la norma IEC 60947-2.
- Corriente nominal: de acuerdo con cálculo por circuito.
- Deberán permitir su instalación en riel DIN.
- Poder de corte mínimo: 6 kA.
- Curva C.
- Deberán poder utilizarse en corriente continua de al menos 96 V_{cc} sin modificación apreciable de su curva de disparo ni de su capacidad de ruptura.
- Capacidad de conexionado: Para cable flexible hasta 25 mm².

6.10 Tablero de transferencia

- Se suministrará un tablero de transferencia completo, montado de acuerdo con las disposiciones indicadas en el plano N°08A y N°08B.
- Todo el tablero deberá estar montado dentro de un gabinete plástico, el que a su vez será fijado en la pared, según se indica en el plano N°06A.

- El tablero deberá disponer de una contratapa transparente movable que permita la visualización y operación de las protecciones.
- Sobre un lateral, deberá embutirse un selector rotativo trifásico de tres posiciones que permita el cambio de generador de manera manual en forma segura.
- Las dimensiones del gabinete deberán ser tales que:
 - Brinde un espacio suficiente para que el mantenimiento y la reposición de elementos en el mismo sea realizada con facilidad.
 - Permita una correcta y cómoda disposición de los sensores provenientes del sistema de adquisición de datos (datalogger)(ver plano N°06A, N°06B, N°08A y N°08B).
- El grado de protección del conjunto tablero – interruptor rotativo deberá ser IP 55, según norma IRAM 2444.
- Todas sus partes deberán poseer características de no inflamabilidad, no higroscopicidad y propiedades dieléctricas adecuadas.
- A excepción del selector rotativo, los componentes eléctricos no podrán ser montados directamente sobre las caras posteriores o laterales del tablero, sino en soportes, perfiles o accesorios dispuestos a tal efecto.
- Las partes de los tableros no deberán superar las temperaturas establecidas en la Norma IRAM 2186.

6.10.1 Elementos de protección y maniobra

- Los elementos de protección y seccionamiento deben realizar siempre una protección bipolar.

6.10.1.1 Selector rotativo

- Se deberá emplear un interruptor rotativo trifásico de tres posiciones que cumpla con la norma IEC 60947-3 e IEC 60947-5-1.
- Tensión de empleo CA: 230 V – 50 Hz.
- Tensión de empleo CC: 80 V.
- Corriente nominal de CA: de 20 A.
- Montaje sobrepuesto en tablero que permita alcanzar protección IP55.
- Capacidad de conexionado: Para cable flexible 1 a 16 mm².

6.10.1.2 Interruptor termomagnético

- Se deberán emplear interruptores bipolares que cumplan con la norma IEC 60947-2.
- Corriente nominal: 20 A.
- Deberán permitir su instalación en riel DIN.
- Poder de corte: 3 kA.
- Curva C.
- Tensión de empleo: 230 V (2 polos) – 50 Hz.
- Capacidad de conexionado: Para cable flexible 1 a 16 mm².

6.10.1.3 Conductores

- Serán de cobre electrolítico recocido, aislados en PVC antillama, según norma IRAM 2183 y clase 5 según norma IRAM 2022.
- Se deberá proveer conductores de 4 mm² de sección en los colores castaño (vivo), celeste (neutro) y verde-amarillo (tierra).

6.11 Sistema de adquisición de datos (datalogger)

- El dispositivo de adquisición de datos (ver plano N° 09) y sus sensores será provisto por el PERMER y monitoreará los siguientes parámetros:
 - Tensión de los paneles fotovoltaicos.
 - Corriente entregada por el generador fotovoltaico.
 - Potencia instantánea entregada por el regulador solar.
 - Energía diaria generada por los paneles fotovoltaicos.
 - Tensión del banco de baterías.
 - Corriente de carga y descarga del banco de baterías.
 - Estado de carga del banco de baterías.
 - Corriente entregada por el cargador de baterías al banco de baterías.
 - Temperatura del banco de baterías.
 - Tensión alterna de consumos de usuario.
 - Corriente alterna de consumos de usuario.
 - Potencia instantánea de CA.
 - Energía diaria consumida.
 - Posición de la llave selectora.
- El datalogger deberá ser instalado por el adjudicatario de acuerdo con el manual de instalación del fabricante y en base a los planos N°02, N°06A, N°06B, N°07, N°08A y N°08B.

6.12 Instalación eléctrica en la escuela

6.12.1 Tablero de CA

- Se suministrará un tablero de CA completo, montado en la escuela a una altura de 1,2m del suelo.
- Todo el tablero deberá estar montado dentro de un gabinete plástico, el que a su vez será fijado en la pared, según se indica en el plano N° 12.
- El tamaño del tablero dependerá de la cantidad de circuitos de la escuela a proteger como se muestra a continuación:

Nomenclatura	Matrícula	Tablero
Categoría 1	≤ 10	Plano N°11A
Categoría 2	10 < y ≤ 20	Plano N°11A
Categoría 3	>20	Plano N°11B

- El tablero deberá disponer de una contratapa transparente movable que permita la visualización y operación de las protecciones.
- Las dimensiones del gabinete deberán ser tales que:
 - Brinde un espacio suficiente para que el mantenimiento y la reposición de elementos en el mismo sea realizada con facilidad.
- El grado de protección deberá ser IP 55, según norma IRAM 2444.
- Todas sus partes deberán poseer características de no inflamabilidad, no higroscopicidad y propiedades dieléctricas adecuadas.
- Los componentes eléctricos no podrán ser montados directamente sobre las caras posteriores o laterales del tablero, sino en soportes, perfiles o accesorios dispuestos a tal efecto.
- Las partes de los tableros no deberán superar las temperaturas establecidas en la Norma IRAM 2186.

6.12.1.1 Elementos de protección y seccionamiento

- Los elementos de protección y seccionamiento deben realizar siempre una protección bipolar.

6.12.1.1.1 Interruptor diferencial

- Se deberán emplear interruptores diferenciales bipolares que cumplan con la norma IEC 61008-2.

- Corriente nominal: 25 A.
- Sensibilidad: 30 mA.
- Deberán permitir su instalación en riel DIN.
- Poder de corte mínimo: 3 kA.
- Tensión de empleo: 230 V (2 polos) – 50 Hz.
- Capacidad de conexionado: Para cable flexible 1 a 16 mm².

6.12.1.1.2 Interruptor termomagnético

- Se deberán emplear interruptores bipolares que cumplan con la norma IEC 60947-2.
- Corriente nominal: 15 A para circuitos de tomacorrientes y 10 A para circuitos de iluminación.
- Deberán permitir su instalación en riel DIN.
- Poder de corte: 3 kA.
- Curva C.
- Tensión de empleo: 230 V (2 polos) – 50 Hz.
- Capacidad de conexionado: Para cable flexible 1 a 16 mm².

6.12.1.2 Conductores

- Serán de cobre electrolítico recocido, aislados en PVC antillama, según norma IRAM 2183 y clase 5 según norma IRAM 2022.
- Se deberá proveer conductores de 6 mm² color verde-amarillo (tierra) y de 4 mm² y 2,5 mm² de sección en los colores castaño (vivo), celeste (neutro) y verde-amarillo (tierra).

6.12.2 Instalación interna escuela

- La instalación eléctrica interna deberá realizarse cumpliendo con la reglamentación para la ejecución de instalaciones eléctricas en Inmuebles AEA 90364 de la Asociación Electrotécnica Argentina en base a los planos N°13A y N°13B.

6.12.2.1 Interruptores y tomacorrientes

- Los interruptores y tomacorrientes deberán ser del tipo modular de acuerdo con la norma IRAM 2071, montados sobre un bastidor apto para tres módulos y con tapa estética color blanco.
- Para su montaje se proveerá además una caja rectangular sobrepuesta de PVC, color blanco. Se suministrarán además los cuatro juegos de tornillos y tarugos para su correcto montaje en pared.
- Los tomacorrientes deberán poseer tierra, con contactos de latón, para 250 V y 10 A.
- Deberán ser de material aislante no propagante de la llama.

6.12.2.2 Lámparas

6.12.2.2.1 Lámparas para aulas

- Lámparas LED del tipo “tubo”.
- Longitud: 600 mm.
- Potencia nominal: 10 W
- Factor de potencia: > 0,9
- Tensión de trabajo: 220 V_{AC}.
- Frecuencia de trabajo: 50 Hz.
- Rendimiento luminoso mínimo: 100 lm/W.
- Temperatura de operación: -25 °C a 45 °C.
- Temperatura de color: 3000 K.
- Ángulo de apertura: 150 °.
- Protección contra sobre temperatura.
- Vida útil: no menor de 50.000 horas.

6.12.2.2.2 Lámparas generales

- Lámparas LED con casquillo E27.
- Potencia nominal para exteriores: 10 W.

- Factor de potencia: > 0,9
- Tensión de trabajo: 220 VAC.
- Frecuencia de trabajo: 50Hz.
- Rendimiento luminoso mínimo: 90 lm/W.
- Temperatura de operación: -25 °C a 45 °C.
- Temperatura de color: 4000 K.
- Vida útil mínima: 15.000 horas.

6.12.2.3 Luminarias

- **Luminaria para interiores excepto baños, locales húmedos y cuarto técnico:** serán del tipo campana, colgante, de 32cm de diámetro, consistente en un reflector cónico de metal, preferentemente aluminio que permita una apertura mínima del haz de luz de 150° con porta lámparas para casquillo E27, las cuales deberán ajustarse al plano de trabajo más conveniente.
- **Luminaria para exteriores:** para baños, locales húmedos, galerías, zonas exteriores y cuarto técnico se utilizarán artefactos tipo tortuga con grado de protección IP 65 según norma IRAM 2444., adecuados para el tipo de lámparas que se utilizarán, alojando en su interior un portalámparas para casquillo E27.
- **Luminarias para aulas:** plafones compactos para dos tubos LED L: 600mm, cuerpo y difusor de policarbonato. Grado de protección IP 54 según norma IRAM 2444.

6.12.2.4 Conductores (CA)

- Se deberá proveer conductores unipolares. Serán de cobre electrolítico recocido, aislados en PVC antillama, según norma IRAM 2183 y clase 5 según norma IRAM 2022.
- Se deberá proveer conductores de 1,5 mm² para iluminación 2,5 mm² para tomacorrientes en colores castaño (vivo), celeste (neutro) y verde-amarillo (tierra).

6.12.2.5 Cañerías y cajas

- Cañerías rígidas de PVC semipesado según normas IEC 61386-1, IEC 61386-21, IRAM 62386-1, IRAM 62386-22, IEC 60670 e IRAM 62670, AEA 90364 o PVC de 5/8".
- Se deberá suministrar además los siguientes materiales de PVC: curvas, uniones, conectores, cajas rectangulares (para interruptores y tomacorrientes) y cajas octogonales (para bocas de luz y de paso).

- Se deberá proveer grampas omegas de PVC, para caños de 5/8", con sus respectivos tornillos y tarugos.

6.12.2.6 Puesta a tierra

- Se proveerá jabalinas tipo Copperweld, de 3/4" de diámetro y 1,5 m. de largo, soldadas por termofusión al conductor correspondiente.
- Se deberá proveer conductores unipolares de cobre electrolítico recocido, aislados en PVC antillama, según norma IRAM 2183 y clase 5 según norma IRAM 2022.
- Aislante de PVC ecológico en color amarillo y verde, de 6 mm² de sección para la puesta a tierra de servicio y de protección.

6.13 Conexión de puesta a tierra

- Todas las jabalinas del sistema deberán estar conectadas entre sí por un cable desnudo de al menos 25 mm² de sección de acuerdo a la norma IRAM 2004 (ver plano N°1).

6.14 Resumen del Sistema

El siguiente cuadro indica los requerimientos mínimos que deben ser satisfechos:

	Potencia mínima garantizada generador [Wp]	Tensión nominal de batería [Vcc]	*Estructuras de soporte	*Caja de conexión	Potencia mínima regulador de carga [W]	Capacidad mínima banco de baterías [Ah] (C ₁₀)	Potencia mínima unidad convertora [VA]
KIT 2	1200	48	-	-	1200	450	1300
KIT 5	1900	48	-	-	1900	850	1550
KIT 11	3200	48	-	-	3200	1400	3200

**La cantidad de estructuras soporte y cajas de conexión dependerá de la potencia pico de los módulos fotovoltaicos ofrecidos y configuración de arreglos.*

La potencia pico mínima garantizada del generador fotovoltaico deberá estar referida a una irradiancia de 1 kW/m², MA =1,5y a 25 °C de temperatura de celda.

La capacidad mínima del banco de baterías (C₁₀) deberá estar referida a una corriente de descarga de 10h, una temperatura ambiente de 20 °C y una tensión final de descarga de 1,8 V/celda.

A continuación, se indican los requerimientos mínimos y cantidades mínimas estimativas de equipos solicitados, con su correspondiente instalación interior:

N°	Equipo	Unidad	CATEGORÍA 1	CATEGORÍA 2	CATEGORÍA 3
1	Cuarto técnico	u	1	1	1
2	Tablero de CC	u	1	1	1
3	Tablero de transferencia	u	1	1	1
4	Cajas de paso cuarto técnico	u	2	2	2
5	Tablero de CA (plano N°11A)	u	1	1	-
6	Tablero de CA (plano N°11B)	u	-	-	1
7	Lámpara LED 10W tipo tubo	u	4	8	8
8	Lámpara LED 10W casquillo E27: Escuela + cuarto técnico	u	8+1	18+1	18+1
9	Luminaria tipo tortuga: exterior y baños+ cuarto técnico	u	3+1	5+1	5+1
10	Luminaria interior (campana)	u	5	13	13
11	Luminaria para aula (plafón)	u	2	4	4
12	Tomacorriente combinado doble	u	15	25	30
13	Interruptor de una tecla	u	8	20	20
14	Caño PVC semipesado 5/8"	m	160	230	260
15	Caño PVC semipesado 1"	m	25	25	25
16	Curva caño PVC 5/8"	u	40	60	70
17	Curva caño PVC 1"	u	20	20	20
18	Unión caño PVC 5/8"	u	110	160	180
19	Unión caño PVC 1"	u	10	10	10
20	Grampas omega caño PVC 5/8"	u	110	160	182
21	Grampas omega caño PVC 1"	u	50	50	50
22	Caja derivación PVC sobrepuesta	u	8	10	10
23	Caja octogonal PVC sobrepuesta	u	10	22	22
24	Caja rectangular PVC sobrepuesta	u	23	45	50
25	Conductor 1,5 mm ² castaño	m	86	121	136
26	Conductor 1,5 mm ² celeste	m	69	97	108
27	Conductor 2,5 mm ² castaño	m	86	121	136
28	Conductor 2,5 mm ² celeste	m	86	121	136
29	Conductor 2,5 mm ² verde-amarillo	m	151	211	237
30	Conductor 4 mm ² castaño	m	15	15	15
31	Conductor 4 mm ² celeste	m	15	15	15
32	Conductor 4 mm ² verde-amarillo	m	20	20	20
33	Conductor 6 mm ² verde-amarillo	m	30	30	30
34	*Conductor de CC mm ² rojo	m	25	25	25
35	*Conductor de CC mm ² negro	m	25	25	25
36	*Conductor de CC mm ² rojo	m	25	25	25
37	*Conductor de CC mm ² negro	m	25	25	25
38	*Conductor de CC mm ² verde-amarillo	m	35	35	35
39	*Conductor subterráneo de CC	m	30	30	30
40	Conductor subterráneo 2x6 mm ²	m	30	30	30
41	Cable de cobre desnudo 25 mm ²	m	60	60	60
42	Jabalina tipo Copperweld 3/4" – 1,5m	u	10	10	10

*La sección de los conductores de CC dependerá del cálculo de corriente de los circuitos de CC en base a los equipos ofertados (módulos fotovoltaicos, reguladores(s) de carga, inversor, cargador de baterías, etc.).

6.15 Documentación

El oferente deberá adjuntar folletos técnicos completos y toda otra información sobre las características constructivas y de funcionamiento que contribuya a una mejor evaluación de las ofertas, en idioma español legalizado o en su defecto, los originales en idioma extranjero acompañados de su traducción apostillada.

- **Módulo Fotovoltaico:** Se presentará con la oferta folletos técnicos de los módulos ofrecidos que comprendan como mínimo la siguiente información:
 - Marca y modelo del módulo ofrecido.
 - Descripción de sus características constructivas, donde consten los requisitos exigidos en las especificaciones técnicas.
 - Especificación de sus parámetros técnicos, expresados en condiciones estándar (1 kW/m² de irradiancia y 25 °C de temperatura en celda): Potencia pico, corriente nominal, tensión nominal, potencia pico, corriente de cortocircuito, tensión de circuito abierto.
 - Curvas de corriente en función de tensión para varias temperaturas e insolación.
 - Certificados de calidad que posea el módulo.

- **Estructuras de soporte: Se presentará con la oferta:**
 - Marca y modelo si corresponde.
 - Descripción de las características constructivas, donde consten los requisitos exigidos en las especificaciones técnicas.
 - Cálculo y planos de la estructura y las fundaciones y especificaciones/procedimientos de montaje.

- **Baterías:** Se presentará con la oferta folletos técnicos de las celdas de baterías ofrecidas que comprendan la descripción de sus características constructivas y de funcionamiento, entre otras:
 - Marca y modelo ofrecido
 - Capacidad nominal de la batería en 5 horas, 10 horas y en 100 horas expresada en Ah, especificándose la temperatura y tensión final de celda a las que se mide.
 - Porcentaje de máxima profundidad de descarga, referido a la capacidad nominal de la batería en 10 hs y 100 hs.
 - Ciclos de vida de la batería cuando se las descarga hasta una profundidad del 70 % a 25 °C, 30 °C y 35 °C.
 - Reducción de los ciclos de vida en función de la temperatura a 30 °C y 35 °C
 - Reducción porcentual de la vida útil en función de la temperatura a 30 °C y 35 °C
 - Autodescarga a 25 °C, 30 °C y 35 °C.
 - Parámetros de carga: Tensión máxima, tensión de flote, máxima corriente de carga.
 - Dimensiones.
 - Manual de instalación y mantenimiento.

- **Regulador de carga:** Se presentará con la oferta el manual técnico del regulador donde conste marca y modelo, especificaciones técnicas (incluyendo todos los requisitos exigidos para los rangos de temperatura especificados en las mismas), instalación, operación y mantenimiento.
- **Inversor:** Se presentará con la oferta el manual técnico del inversor donde conste marca y modelo, especificaciones técnicas para los rangos de temperatura exigidos (incluyendo todos los requisitos exigidos para los rangos de temperatura especificados en las mismas), instalación, operación y mantenimiento.
- **Cargador de baterías:** Se presentará con la oferta el manual técnico del cargador de baterías donde conste marca y modelo, especificaciones técnicas para los rangos de temperatura exigidos (incluyendo todos los requisitos exigidos para los rangos de temperatura especificados en las mismas), instalación, operación y mantenimiento.
- **Elementos de protección y maniobra:** Se presentará con la oferta folletos técnicos del selector rotativo trifásico de tres posiciones, interruptores termomagnéticos, fusibles NH, interruptores diferenciales donde conste marca, modelo, características técnicas incluyendo curvas de actuación del interruptor termomagnético.
- **Lámparas:** Se presentará con la oferta folletos técnicos de las lámparas LED con casquillo E27 y de los tubos LED donde conste marca, modelo y todas las características solicitadas en las especificaciones técnicas.

6.16 Garantías del Equipamiento

- **Módulo Fotovoltaico:** se deberá garantizar por defectos de fabricación por el término de dos (2) años a partir de la fecha de entrega.
- **Soportes:** se deberá garantizar por defectos de fabricación por el término de dos (2) años a partir de la fecha de entrega.
- **Baterías:** se deberá garantizar por defectos de fabricación por el término de dos (2) años a partir de la fecha de entrega.
- **Reguladores de carga:** se deberá garantizar por defectos de fabricación por el término de dos (2) años a partir de la fecha de entrega.
- **Unidad convertora (inversor):** se deberá garantizar por defectos de fabricación por el término de dos (2) años a partir de la fecha de entrega.
- **Cargador de baterías:** se deberá garantizar por defectos de fabricación por el término de dos (2) años a partir de la fecha de entrega.
- **Luminarias:** se deberán garantizar por defectos de fabricación por el término de dos (2) años a partir de la fecha de entrega.

La reposición de cualquiera de los elementos por falla de fabricación o por pérdida de potencia o prestaciones respecto de los valores garantizados deberá hacerse en la localidad en la cual está instalado.

Todas las garantías mencionadas deberán ser suministradas al contratante, junto con las instalaciones terminadas para ser aprobadas.

En caso de productos que no sean fabricados en el país del contratante se exige la designación de un representante local para reclamos en garantía.

6.17 Garantía de las Instalaciones

Se deberá ofrecer garantía por un (1) año contra defectos y vicios ocultos de:

- Mala ubicación y/u orientación de estructuras y módulos.
- Tendido, trazado, mal conexionado e identificación de conductores de corriente continua.
- Configuración y/o conexión defectuosa del regulador de carga.
- Configuración y/o conexión defectuosa de la unidad convertora.
- Configuración y/o conexión defectuosa del cargador de baterías.
- Configuración y/o conexión defectuosa del sistema de adquisición de datos (datalogger).
- Mal montaje, roturas y mala ubicación del banco de baterías y del cuarto técnico.
- Montaje defectuoso del tablero de CC, tablero de CA o tablero de transferencia.
- Conexiones defectuosas de tomas a tierra.
- Conexiones defectuosas de elementos seccionadores, fusibles e interruptores de protección en general.
- Mal montaje y/o suspensión de las luminarias.

6.18 Repuestos y asesoramiento

Se deberá ofrecer un stock garantizado de elementos de reposición en el país (Reguladores de Carga, Unidades Convertoras y Cargadores de Baterías), los que deberán estar disponibles finalizada la obra y vencido el período de garantía, de acuerdo al siguiente cuadro establecido por categorías:

- Regulador de carga
- Unidad convertora

- Cargador de baterías

A su vez, también deberá garantizarte asesoramiento y servicio técnico en el país de módulos fotovoltaicos, reguladores de carga, inversores, cargadores de batería y baterías por cinco (5) años a partir de la fecha de entrega de equipos.

6.19 Ensayos

Con el fin de comprobar la calidad y el cumplimiento satisfactorio de las condiciones funcionales y operativas para cada parte de la provisión, se deberá realizar una serie de ensayos.

- Cada uno de los ensayos deberán realizarse en fábrica o en laboratorio oficial habilitado (INTI, CNEA, Universidades, etc.).
- El Proveedor deberá notificar al Contratante o su representante con 15 días de anticipación la fecha en que los equipos estarán disponibles para los ensayos y la aceptación de los mismos.
- Los componentes aprobados deberán ser identificados.
- El Contratante o su representante podrá rechazar los materiales que según los ensayos no se ajusten a lo especificado en los documentos de contrato.
- El proveedor dispondrá de los medios para facilitar las inspecciones y suministrará la información que se requiera en cada caso.
- El Contratante designará un inspector.

Dichos ensayos se refieren a los siguientes elementos y en los términos que se detallan a continuación:

- **Módulo Fotovoltaico:** Del total del suministro se seleccionará una muestra equivalente al medio por ciento (0,5%). A cada módulo fotovoltaico seleccionado, se le realizarán los siguientes ensayos:
 - Inspección y verificación de las dimensiones físicas.
 - Medición de las características eléctricas (curva I-V en condiciones estándar)
 - Resistencia al impacto.
 - Aislación eléctrica.
 - Robustez de los terminales de conexión.
- **Regulador:** Del total del suministro se seleccionará una muestra equivalente al 2% (uno por ciento). Los ensayos comprenderán:
 - Verificación de los valores de regulación especificados y funcionamiento general.

- **Unidad convertora (inversor):** Del total del suministro se seleccionará una muestra equivalente al 2 % (dos por ciento). Los ensayos comprenderán:
 - Verificación de los valores de tensión, frecuencia y tipo de onda de salida.
 - Verificación de la protección por bajo y alto voltaje de batería y reconexión automática.
 - Verificación de las demás protecciones y funcionamiento general.

- **Cargador de baterías:** Del total del suministro se seleccionará una muestra equivalente al 2 % (dos por ciento). Los ensayos comprenderán:
 - Verificación de los valores de carga especificados y funcionamiento general.

- **Lámparas y luminarias:** Del total del suministro se seleccionará una muestra equivalente al 1% (uno por ciento). Los ensayos comprenderán:
 - Ausencia de interferencia en frecuencias de radio (SW y FM) en condiciones de funcionamiento.
 - Verificación de las protecciones de inversión de polaridad y seguridad eléctrica de la luminaria.
 - Ensayo de rendimiento luminoso.

- **Equipo de generación ensamblado:** Se ensamblará y probará un equipo de generación completo. Los ensayos comprenderán:
 - Funcionamiento correcto del equipo de generación.
 - Verificación de la conformidad de los valores de regulación del regulador de carga con los valores de profundidad de descarga máxima y de capacidad de la batería.

La aceptación de los ensayos no implicará de modo alguno, la disminución o cancelación de alguna de las condiciones de garantía establecidas en el Contrato.

6.20 Documentación conforme a obra

Por cada equipo instalado en las escuelas, el proveedor deberá presentar la siguiente información:

- Mínimo de cuatro fotografías color en formato digital de cada escuela con la instalación finalizada.

- Planos de instalaciones eléctricas en formato .dwg (acad) del sistema de generación e instalación interna.

- Se deberá entregar tres fotografías de la instalación de los módulos fotovoltaicos. Las mismas deberán realizarse por detrás de los módulos fotovoltaicos, hacia al Norte geográfico, sobrepuestas a las trazas del solsticio de invierno y del solsticio de verano de forma de verificar la correcta instalación respecto al sombreado. Para esto podrá utilizarse aplicaciones como el SunSurveyor.

6.21 Señalética

- La parte posterior de los módulos fotovoltaicos, la caja de conexión, el frente del tablero de CC y el banco de baterías deberán tener carteles de advertencia de “Riesgo eléctrico”. Los mismos deberán poseer un soporte de PVC, semirrígido y resistente a la intemperie. Podrá adherirse vinilo adhesivo impreso al PVC.
- Deberá aplicarse la Reglamentación para la Señalización de Instalaciones Eléctricas en la Vía Pública de la Asociación Electrotécnica Argentina (AEA 95704).
- También en la parte posterior de los módulos fotovoltaicos deberán tener carteles con el texto “PROPIEDAD DEL GOBIERNO DE LA PROVINCIA DE CÓRDOBA “. Los mismos deberán poseer un soporte de PVC, semirrígido y resistente a la intemperie. Podrá adherirse vinilo adhesivo impreso al PVC.

6.22 Capacitación

- Al finalizar la obra deberá realizarse un curso teórico-práctico de capacitación al personal del organismo competente a la operación y mantenimiento de los sistemas fotovoltaicos, el cual comprenderá los aspectos teóricos sobre la conformación del sistema, funcionamiento, operación y mantenimiento y medidas de seguridad. Los contenidos sobre mantenimiento incluirán la secuencia de inspección del sistema, el mantenimiento preventivo y la detección y corrección de fallas.
- Conjunto con la capacitación, deberá entregarse un manual de operación y mantenimiento con los contenidos del curso.

6.23 Planillas de datos técnicos garantizados

Para la presentación de la oferta, el oferente deberá completar con los datos de los equipos ofrecidos para cada KIT las siguientes planillas de datos garantizados:

KIT 2 – Sistema de 48 V nominal				
N°	Descripción	Unidad	Solicitado	Garantizado
1	Generador FV	Wp	1200	
	Módulos FV - Marca y modelo	-	-	
	Tipo	-	Silicio mono o policristalino	
	Potencia nominal módulos FV	Wp	≥ 200	
	Potencia pico garantizada a los 10 años de uso respecto a la nominal	%	90	
	Potencia pico garantizada a los 20 años de uso respecto a la nominal	%	80	
	Rango de temperatura de funcionamiento	°C	-20° a 75°	
	Normas	-	IEC- 61215, UL 1703 o IRAM 210013	
2	Banco de baterías	Ah	450	
	Baterías - Marca y modelo	-	-	

	Tipo	-	OPzV, tubulares, Gel, baja gasificación	
	Tensión nominal	V	2	
	Capacidad (C ₁₀ a 20°C y 1,8 V/celda tensión final)	Ah	-	
	Número de ciclos a 20 °C y 70% PD (C ₁₀)	#	≥ 1800	
	Número de ciclos a 30 °C y 70% PD (C ₁₀)	#	≥ 1200	
	Auto-descarga mensual a 20 °C	%	≤ 3	
	Auto-descarga mensual a 30 °C	%	≤ 6	
	Temperatura de trabajo	°C	-10° a 40°	
	Normas	-	IEC 60896-21, IEC 60896-22, DIN 40742, IEC 61427-1	
3	Inversor	VA	1300	
	Marca y modelo	-	-	
	Tensión de salida regulada	-	220 V _{CA} +/- 3 %	
	Frecuencia de salida regulada	-	50 Hz +/- 0,5 %.	
	Forma de onda	-	Senoidal pura	
	DHT	%	≤ 3	
	Rendimiento pico	%	≥ 95	
	Potencia promedio a 30 °C ambiente	VA	1300	
	Rendimiento promedio a 30 °C ambiente	%	≥ 85	
	Consumo en vacío	%	≤ 1,5	
	I _p /I _{RMS}	%	> 2,5	
	Protecciones:			
	Corte por alto y bajo voltaje de batería	-	Si	
	Sobretemperatura, sobrecarga y cortocircuito	-	Si	
	Sobretensión transitoria y tensión inversa a la salida de 220 Vca	-	Si	
	Descargas atmosféricas, transitorios y sobretensión	-	Si	
	Aislación galvánica entre la entrada de CC y la salida de CA	-	Si	
	Indicador luminoso de funcionamiento, descarga excesiva. de bat. y sobre temp.	-	Si	
	Protección mínima IP20	-	Si	
4	Regulador(es) de carga	W	1200	
	Marca y modelo	-	-	
	Tipo	-	MPPT	
	Potencia continua (sin derrateo) a 30 °C ambiente	W	1200	
	Tensión nominal de batería	V	48	
	Rendimiento pico	%	≥ 96	
	Máxima tensión de entrada	V _{cc}	120 - 150	
	Rendimiento a potencia continua (sin derrateo) a 30 °C ambiente	%	≥ 90	
	Algoritmo de carga en 4 etapas y compensación por temperatura	-	Si	
	Temperatura de operación	°C	-10° a 45°	

	Autoconsumo	%	≤ 5	
	Protecciones:			
	Sistema antirretorno de corriente	-	Si	
	Corriente inversa durante la noche	-	Si	
	Sobrecargas	-	Si	
	Desconexión por sobretensión	-	Si	
	Descargas atmosféricas, transitorios y sobretensión	-	Si	
	Inversión de polaridad	-	Si	
	Cortocircuito	-	Si	
	Desconexión por alta temperatura de baterías	-	Si	
	Indicador visual de tensión bat. y corrientes panel y consumo	-	Si	
	Indicadores estados de carga, funcionamiento y errores	-	Si	
	Protección mínima IP22	-	Si	
5	Cargador de Baterías	A	15	
	Marca y modelo	-	-	
	Tensión de entrada	-	187 V _{CA} a 242 V _{CA}	
	Frecuencia de entrada	-	50 Hz +/- 5 %	
	Algoritmo de carga en 4 etapas, ajustable y con compensación de temp.	-	Si	
	Rendimiento nominal	%	≥ 90	
	Corriente nominal máxima de carga	A	15	
	Corriente máxima de carga a 30 °C ambiente	A	15	
	Rendimiento a corriente máxima de carga a 30 °C de ambiente	%	≥ 85	
	Temperatura de operación	°C	-10° a 40°	
	Ripple de I _{RMS} de salida con bat. Conectada como % de I _{CC}	%	< 2	
	Derrateo de corriente	-	Si	
	Protecciones:			
	Inversión de polaridad	-	Si	
	Sobre e infra temperatura	-	Si	
	Sobretensión y sobrecarga de baterías	-	Si	
	Aislación galvánica entre la entrada de CC y la salida de CA	-	Si	
	Protección mínima IP20	-	Si	

KIT 5 – Sistema de 48 V nominal				
N°	Descripción	Unidad	Solicitado	Garantizado
1	Generador FV	Wp	1900	
	Módulos FV - Marca y modelo	-	-	
	Tipo	-	Silicio mono o policristalino	
	Potencia nominal módulos FV	Wp	≥ 200	
	Potencia pico garantizada a los 10 años de uso respecto a la nominal	%	90	
	Potencia pico garantizada a los 20 años de uso respecto a la nominal	%	80	
	Rango de temperatura de funcionamiento	°C	-20° a 75°	
	Normas	-	IEC- 61215, UL 1703 o IRAM 210013	
2	Banco de baterías	Ah	850	
	Baterías - Marca y modelo	-	-	
	Tipo	-	OPzV, tubulares, Gel, baja gasificación	
	Tensión nominal	V	2	
	Capacidad (C ₁₀ a 20°C y 1,8 V/celda tensión final)	Ah	-	
	Número de ciclos a 20 °C y 70% PD (C ₁₀)	#	≥ 1800	
	Número de ciclos a 30 °C y 70% PD (C ₁₀)	#	≥ 1200	
	Auto-descarga mensual a 20 °C	%	≤ 3	
	Auto-descarga mensual a 30 °C	%	≤ 6	
	Temperatura de trabajo	°C	-10° a 40°	
	Normas	-	IEC 60896-21, IEC 60896-22, DIN 40742, IEC 61427-1	
3	Inversor	VA	1600	
	Marca y modelo	-	-	
	Tensión de salida regulada	-	220 V _{CA} +/- 3 %	
	Frecuencia de salida regulada	-	50 Hz +/- 0,5 %.	
	Forma de onda	-	Senoidal pura	
	DHT	%	≤ 3	
	Rendimiento pico	%	≥ 95	
	Potencia promedio a 30 °C ambiente	VA	1600	
	Rendimiento promedio a 30 °C ambiente	%	≥ 85	
	Consumo en vacío	%	≤ 1,5	
	I _p /I _{RMS}	%	> 2,5	
	Protecciones:			
	Corte por alto y bajo voltaje de batería	-	Si	
	Sobretemperatura, sobrecarga y cortocircuito	-	Si	
	Sobretensión transitoria y tensión inversa a la salida de 220 Vca	-	Si	
	Descargas atmosféricas, transitorios y sobretensión	-	Si	

	Aislación galvánica entre la entrada de CC y la salida de CA	-	Si	
	Indicador luminoso de funcionamiento, descarga excesiva. de bat. y sobre temp.	-	Si	
	Protección mínima IP20	-	Si	
4	Regulador(es) de carga	W	1900	
	Marca y modelo	-	-	
	Tipo	-	MPPT	
	Potencia continua (sin derrateo) a 30 °C ambiente	W	1900	
	Tensión nominal de batería	V	48	
	Rendimiento pico	%	≥ 96	
	Máxima tensión de entrada	V _{cc}	120 - 150	
	Rendimiento a potencia continua (sin derrateo) a 30 °C ambiente	%	≥ 90	
	Algoritmo de carga en 4 etapas y compensación por temperatura	-	Si	
	Temperatura de operación	°C	-10° a 45°	
	Autoconsumo	%	≤ 5	
	Protecciones:			
	Sistema antirretorno de corriente	-	Si	
	Corriente inversa durante la noche	-	Si	
	Sobrecargas	-	Si	
	Desconexión por sobretensión	-	Si	
	Descargas atmosféricas, transitorios y sobretensión	-	Si	
	Inversión de polaridad	-	Si	
	Cortocircuito	-	Si	
	Desconexión por alta temperatura de baterías	-	Si	
	Indicador visual de tensión bat. y corrientes panel y consumo	-	Si	
	Indicadores estados de carga, funcionamiento y errores	-	Si	
	Protección mínima IP22	-	Si	
5	Cargador de Baterías	A	15	
	Marca y modelo	-	-	
	Tensión de entrada	-	187 V _{CA} a 242 V _{CA}	
	Frecuencia de entrada	-	50 Hz +/- 5 %	
	Algoritmo de carga en 4 etapas, ajustable y con compensación de temp.	-	Si	
	Rendimiento nominal	%	≥ 90	
	Corriente nominal máxima de carga	A	15	
	Corriente máxima de carga a 30 °C ambiente	A	15	
	Rendimiento a corriente máxima de carga a 30 °C de ambiente	%	≥ 85	
	Temperatura de operación	°C	-10° a 40°	
	Ripple de I _{RMS} de salida con bat.	%	< 2	

	Conectada como % de Icc			
	Derrateo de corriente	-	Si	
	Protecciones:			
	Inversión de polaridad	-	Si	
	Sobre e infra temperatura	-	Si	
	Sobretensión y sobrecarga de baterías	-	Si	
	Aislación galvánica entre la entrada de CC y la salida de CA	-	Si	
	Protección mínima IP20	-	Si	

KIT 11 – Sistema de 48 V nominal				
N°	Descripción	Unidad	Solicitado	Garantizado
1	Generador FV	Wp	3200	
	Módulos FV - Marca y modelo	-	-	
	Tipo	-	Silicio mono o policristalino	
	Potencia nominal módulos FV	Wp	≥ 200	
	Potencia pico garantizada a los 10 años de uso respecto a la nominal	%	90	
	Potencia pico garantizada a los 20 años de uso respecto a la nominal	%	80	
	Rango de temperatura de funcionamiento	°C	-20° a 75°	
	Normas	-	IEC- 61215, UL 1703 o IRAM 210013	
2	Banco de baterías	Ah	1400	
	Baterías - Marca y modelo	-	-	
	Tipo	-	OPzV, tubulares, Gel, baja gasificación	
	Tensión nominal	V	2	
	Capacidad (C ₁₀ a 20°C y 1,8 V/celda tensión final)	Ah	-	
	Número de ciclos a 20 °C y 70% PD (C ₁₀)	#	≥ 1800	
	Número de ciclos a 30 °C y 70% PD (C ₁₀)	#	≥ 1200	
	Auto-descarga mensual a 20 °C	%	≤ 3	
	Auto-descarga mensual a 30 °C	%	≤ 6	
	Temperatura de trabajo	°C	-10° a 40°	
	Normas	-	IEC 60896-21, IEC 60896-22, DIN 40742, IEC 61427-1	
3	Inversor	VA	3200	
	Marca y modelo	-	-	
	Tensión de salida regulada	-	220 V _{CA} +/- 3 %	
	Frecuencia de salida regulada	-	50 Hz +/- 0,5 %.	
	Forma de onda	-	Senoidal pura	
	DHT	%	≤ 3	
	Rendimiento pico	%	≥ 95	
	Potencia promedio a 30 °C ambiente	VA	3200	
	Rendimiento promedio a 30 °C ambiente	%	≥ 85	
	Consumo en vacío	%	≤ 1,5	
	I _p /I _{RMS}	%	> 2,5	
	Protecciones:			
	Corte por alto y bajo voltaje de batería	-	Si	
	Sobretemperatura, sobrecarga y cortocircuito	-	Si	
	Sobretensión transitoria y tensión inversa a la salida de 220 Vca	-	Si	

	Descargas atmosféricas, transitorios y sobretensión	-	Si	
	Aislación galvánica entre la entrada de CC y la salida de CA	-	Si	
	Indicador luminoso de funcionamiento, descarga excesiva. de bat. y sobre temp.	-	Si	
	Protección mínima IP20	-	Si	
4	Regulador(es) de carga	W	3200	
	Marca y modelo	-	-	
	Tipo	-	MPPT	
	Potencia continua (sin derrateo) a 30 °C ambiente	W	3200	
	Tensión nominal de batería	V	48	
	Rendimiento pico	%	≥ 96	
	Máxima tensión de entrada	V _{cc}	120 - 150	
	Rendimiento a potencia continua (sin derrateo) a 30 °C ambiente	%	≥ 90	
	Algoritmo de carga en 4 etapas y compensación por temperatura	-	Si	
	Temperatura de operación	°C	-10° a 45°	
	Autoconsumo	%	≤ 5	
	Protecciones:			
	Sistema antirretorno de corriente	-	Si	
	Corriente inversa durante la noche	-	Si	
	Sobrecargas	-	Si	
	Desconexión por sobretensión	-	Si	
	Descargas atmosféricas, transitorios y sobretensión	-	Si	
	Inversión de polaridad	-	Si	
	Cortocircuito	-	Si	
	Desconexión por alta temperatura de baterías	-	Si	
	Indicador visual de tensión bat. y corrientes panel y consumo	-	Si	
	Indicadores estados de carga, funcionamiento y errores	-	Si	
	Protección mínima IP22	-	Si	
5	Cargador de Baterías	A	30	
	Marca y modelo	-	-	
	Tensión de entrada	-	187 V _{CA} a 242 V _{CA}	
	Frecuencia de entrada	-	50 Hz +/- 5 %	
	Algoritmo de carga en 4 etapas, ajustable y con compensación de temp.	-	Si	
	Rendimiento nominal	%	≥ 90	
	Corriente nominal máxima de carga	A	30	
	Corriente máxima de carga a 30 °C ambiente	A	30	
	Rendimiento a corriente máxima de carga a 30 °C de ambiente	%	≥ 85	

	Temperatura de operación	°C	-10° a 40°	
	Ripple de I _{RMS} de salida con bat. Conectada como % de I _{cc}	%	< 2	
	Derrateo de corriente	-	Si	
	Protecciones:			
	Inversión de polaridad	-	Si	
	Sobre e infra temperatura	-	Si	
	Sobretensión y sobrecarga de baterías	-	Si	
	Aislación galvánica entre la entrada de CC y la salida de CA	-	Si	
	Protección mínima IP20	-	Si	

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE MONTAJE

7 Objetivo

Esta norma tiene por objetivo, establecer las especificaciones generales y disposiciones de instalación que deberán cumplir los elementos que componen el sistema fotovoltaico.

8 Generador fotovoltaico

8.1 Instalación de los equipos fotovoltaicos

La estructura de soporte, juntamente con los módulos se hará de manera no vinculada a ninguna estructura existente.

Las estructuras soportes de los paneles fotovoltaicos deberá estar fundada en el suelo, con una altura libre desde el piso de 3 m (ver plano N°03).

Los marcos metálicos de los módulos y la estructura soporte deberán estar debidamente conectados a tierra mediante una jabalina tipo Copperweld, de 3/4" de diámetro y 1,5 m de largo, soldadas por termofusión al conductor de protección. Este conductor deberá ser de cobre con aislación de PVC ecológico en color verde y amarillo, de 25 mm² de sección. El conexionado a tierra entre módulos y la estructura metálica deberá hacerse con conductores de 6 mm² de las mismas características que el anterior.

De haber varias estructuras de soporte, cada jabalina deberá estar conectada entre sí por un cable desnudo de al menos 25 mm² de sección de acuerdo con la norma IRAM 2004.

8.2 Orientación e inclinación de los módulos fotovoltaicos

Los módulos fotovoltaicos estarán montados sobre estructuras metálicas que deberán estar orientadas al norte geográfico.

Asu vez, las estructuras deberán permitir inclinar los módulos fotovoltaicos un ángulo de inclinación fijo respecto a la horizontal en función de la latitud del lugar de la instalación, como se muestra a continuación:

Latitud de la instalación	Inclinación de los módulos
30° a 35°	45°

8.3 Emplazamiento

Los módulos fotovoltaicos con su estructura soporte, deberán ser instalados a una distancia máxima de 20 m del cuarto técnico, previendo espacio para futuras ampliaciones. Los paneles fotovoltaicos no deberán ser instalados a la sombra de árboles, techos, aleros, tanques, postes, antenas, mástiles, etc., y deberán estar siempre expuestos al sol, libre de obstáculos que puedan sombrear total o parcialmente su superficie. Se deberá comprobar que los módulos fotovoltaicos

no serán sombreados por obstáculos cuando la declinación del sol alcance su valor máximo en el solsticio de invierno (ver planos N°01 y N°03).

En base a la latitud del lugar de la instalación, la distancia mínima entre una estructura soporte y un obstáculo (ver plano N° 1) estará determinada por:

Latitud de la instalación	Distancia mínima
Latitud < 30°	2 veces la diferencia de altura entre los módulos y la altura del obstáculo
30° ≤ Latitud < 40°	3 veces la diferencia de altura entre los módulos y la altura del obstáculo
40° ≤ Latitud < 45°	4 veces la diferencia de altura entre los módulos y la altura del obstáculo
45° ≤ Latitud < 50°	6 veces la diferencia de altura entre los módulos y la altura del obstáculo
Latitud ≥ 50°	14 veces la diferencia de altura entre los módulos y la altura del obstáculo

Cuando el equipo de generación disponga de dos o más estructuras de soporte, las mismas se emplazarán de manera tal que no se proyecten sombra mutuamente.

La parte posterior de los módulos fotovoltaicos debe estar despejada y libre de obstáculos de modo de no entorpecer la disipación de calor de los mismos.

8.4 Conexión de módulos - Caja de conexión

El conexionado entre módulos serie se realizará mediante cables del tipo subterráneo con protección UV.

Las secciones mínimas de los conductores deberán estar determinadas por la ampacidad corregida por: temperatura, agrupación y tipo de montaje. A su vez, deberán dimensionarse en base a las caídas de tensión que se listan a continuación:

	Máxima caída de tensión	Temperatura de operación	Tipo de cable
Módulos en serie a caja de conexión	0,5%	60°C	Subterráneo + UV
Caja de conexión a regulador de carga	1 %	40 °C	Subterráneo

Para la conexión en paralelo de los arreglos serie de los módulos, se dispondrá de una caja de conexión, la cual será el nexo de conexión entre los módulos y el (los) regulador(es) de carga (ver plano N° 04).

El tendido eléctrico desde la(s) caja(s) de conexión hasta el(los) regulador(es) de carga, ubicado en el tablero de CC en el cuarto técnico (ver plano N°01) deberá realizarse de manera subterránea utilizando cable del tipo subterráneo y su instalación deberá estar de acuerdo con la Reglamentación para la Ejecución de Instalaciones Eléctricas en Inmuebles de la Asociación Electrotécnica Argentina (AEA). La longitud del tendido no deberá ser mayor a los 20 m (ver plano N°01).

La bajada del cable subterráneo desde la caja de conexión hasta la zanja donde se realizará el tendido subterráneo deberá realizarse mediante una cañería de PVC para exterior de 1" (ver plano N°01).

9 Cuarto técnico

9.1 Emplazamiento del cuarto técnico

La distancia máxima entre las estructuras soporte de los módulos fotovoltaicos y el cuarto técnico y entre el cuarto técnico y la escuela no deberá superar los 20 m (ver plano N°01).

El cuarto técnico deberá estar alejadas de focos calientes (chimeneas, hornos de barro, etc.) y de zonas de baja temperatura (nieve, escarcha, etc.) y preferiblemente a la sombra.

9.2 Instalación interna

La conexión entre el banco de baterías, tablero de CC, tablero de transferencia, cargador de baterías, datalogger e inversor, deberá realizarse de manera sobrepuesta, mediante cañería semipesada de PVC (ver plano N°06A y N°06B).

El diámetro mínimo de las cañerías de PVC deberá ser de 1" para los circuitos individuales de Corriente Continua (hasta tres conductores) y de 5/8" para los circuitos individuales con conductores de 4 mm² (hasta tres conductores). Cualquier variación de los diámetros propuestos deberá ser el adecuado para la cantidad de circuitos y sección de conductores de acuerdo con la Reglamentación Para la Ejecución de Instalaciones Eléctricas en Inmuebles de la Asociación Electrotécnica Argentina (AEA).

El tendido eléctrico desde el cuarto técnico a la escuela se realizará de manera subterránea mediante cable del tipo subterráneo de 2x6 mm², y su instalación deberá estar de acuerdo con la Reglamentación Para la Ejecución de Instalaciones Eléctricas en Inmuebles de la Asociación Electrotécnica Argentina (AEA). La longitud del tendido no deberá ser mayor a los 20 m (ver planos N°01 y N°10A).

El circuito eléctrico entre el grupo electrógeno y el tablero de transferencia deberá realizarse mediante tres cables unipolares flexibles de 4 mm² de sección (vivo, neutro y tierra), instalados dentro de cañerías semipesadas de PVC de al menos 5/8" de diámetro. El grupo electrógeno se conectará mediante un tomacorriente de 20 A instalado en el exterior del cuarto técnico (ver planos N°05A, N°05B, N°06A y N°06B).

El circuito de iluminación del cuarto técnico se realizará a través de la caja de paso (ver plano N°10A) mediante dos cables unipolares flexibles de 4 mm² de sección (vivo y neutro), instalados dentro de cañerías semipesadas de PVC de 5/8" de diámetro. La interrupción y protección del circuito de iluminación se realizará a través de un interruptor termomagnético bipolar de 10 A y 3 kA de capacidad de ruptura. El mismo estará montado dentro de una caja plástica para montaje sobrepuesto, con capacidad de dos módulos, con protección IP40 y puerta transparente (ver plano N° 05). Desde esta caja se realizará el conexionado mediante dos cables unipolares flexibles de 1,5 mm² de sección (vivo y neutro) instalados dentro de cañerías semipesadas de PVC de al menos 5/8" de diámetro a la luminaria correspondiente.

Los conductos de ventilación no deberán ser utilizados como paso de los conductores de baterías a tablero.

Deberá respetarse siempre las distancias de separación entre el tablero de CC y el inversor, entre el inversor y el cargador de baterías, entre el cargador de baterías y el tablero de transferencia, entre el tablero de transferencias y el datalogger y entre el datalogger y la pared del cuarto técnico de modo tal de garantizar una adecuada disipación de calor en base a las recomendaciones de los fabricantes de cada equipo (ver plano N°06A y 06B).

En el caso en el que, por razones de disipación o espacio, uno o más reguladores de carga deban instalarse por fuera del tablero, debe verificarse que se cumplan las distancias mínimas de separación para facilitar la disipación de calor de los mismos. A su vez, todo el conexionado desde el (los) regulador(es) de carga al tablero deberán realizarse mediante el uso de cañerías semipesadas de PVC de al menos 1" de diámetro.

La instalación de uno o más reguladores de carga deberá realizarse teniendo en cuenta adecuadas medidas de seguridad eléctrica, estanqueidad y que los mismos no deberán instalarse arriba de las baterías.

La disposición física de las celdas de baterías podrá ser vertical (ver plano N° 05A) u horizontal (ver plano N° 05B) siempre y cuando estas inclinaciones estén permitidas por el fabricante.

Las celdas de baterías deberán instalarse en un rack metálico, resistente a la corrosión ácida y ambiental. Deberá estar pintada con pintura epoxi aislante. La separación mínima entre celdas continuas de celdas de baterías deberá ser de 1cm. El rack deberá permitir un fácil acceso a las terminales de las celdas de baterías.

Los bornes de las baterías deberán estar recubiertos por grasa de litio o vaselina. El cableado entre celdas de baterías deberá ser realizando mediante conductores de igual longitud y de mínimo largo.

9.3 Puesta a tierra

El cuarto técnico deberá contar con una puesta a tierra de CC donde se conectará el polo positivo de las baterías. La sección del conductor de puesta a tierra deberá ser igual a la mayor sección empleada en los circuitos de Corriente Continua (ver plano N°06A, y 06B).

La puesta a tierra de CC aumenta la seguridad de las personas y minimiza los efectos de los rayos y otras sobretensiones inducidas en los equipos, a su vez, reduce también el ruido de radiofrecuencia causado por el inversor.

A su vez, se conectarán al mismo punto de puesta a tierra las masas del inversor, cargador de baterías y datalogger. Esta conexión se realizará mediante la unificación de todas las masas dentro del tablero de transferencia (ver plano N°08A y N°08B). La sección mínima del conductor de puesta a tierra de la masa de estos equipos deberá ser de 4 mm².

La unificación de la tierra de CC y de las masas de los equipos se realizará dentro de la caja de distribución de tierras (ver plano N°08A, N°08B, N°10B).

La puesta a tierra se realizará mediante jabalinas tipo Copperweld de 3/4" de diámetro y 1,5 m de largo (ver plano N° 12), utilizando un único conductor de puesta a tierra de cobre electrolítico aislado (Normas IRAM: 2183, 2220; 2261, 2262) de color verde-amarillo, de sección igual a la

mayor sección empleada en los circuitos de Corriente Continua. Los conductores conectados a las jabalinas deberán estar soldados por termofusión.

La medición de la resistencia de la puesta a tierra no deberá superar los 10 ohmios, caso contrario se deberá instalar jabalinas adicionales hasta conseguir el valor indicado.

10 Tablero de CC

El tablero de CC se deberá montar dentro del cuarto técnico. Se instalará en lugar seco, de fácil acceso y alejado de otras instalaciones, tales como las de agua, gas, teléfono, etc. No deberá instalarse arriba de las baterías.

La altura de instalación para el adecuado accionamiento de los elementos de maniobra y protección deberá ser de 1,2 m.

Delante de la superficie frontal del tablero habrá un espacio libre para facilitar la realización de trabajos y operaciones.

El tablero de CC deberá contener al regulador de carga, los elementos seccionadores y de protección del banco de baterías, del generador fotovoltaico, de la unidad convertora y del cargador de baterías (ver plano N°07).

El tablero deberá contar con borneras que permita efectuar el conexionado o remoción de cada uno de los elementos de maniobra, cómodamente y sin interferir con los restantes.

Se deberá realizar el conexionado de los señores provenientes del datalogger como se indica en el plano N°02 y N°07. El conexionado e instalación de los sensores de corriente y tensión dentro del tablero deberá realizarse de forma tal que facilite la realización de trabajos, operación y configuración del regulador de carga.

Ninguna de las partes de una instalación que normalmente está bajo tensión, deberá ser accesible al contacto con las personas. La protección debe lograrse mediante una aislación adecuada de las partes, que sólo puede quedar sin efecto destruyéndola mediante el uso de herramientas.

Dichos elementos de protección deberán tener suficiente rigidez mecánica para que impidan que, por golpes o presiones, se pueda establecer contacto eléctrico con las partes bajo tensión. Si las protecciones son chapas perforadas o rejas, deberá asegurarse la imposibilidad de alcanzar las partes bajo tensión, haciendo que el tamaño de los orificios cumpla con las condiciones establecidas por el grado IP2X de la Norma IRAM 2444 "Grados de protección mecánica proporcionadas por las envolturas de equipos eléctricos".

10.1 Seccionadores y elementos de protección

Los seccionadores y elementos de protección deberán montarse sobre riel DIN o atornillados a la bandeja y estarán destinados a la protección y desconexión de tales elementos para mantenimiento del sistema (ver plano N°07).

Los mismos deberán estar instalados en el tablero de CC mediante la siguiente distribución:

- Se ubicará un portafusible NH bipolar, de corriente nominal de acuerdo con el cálculo de diseño del circuito entre el banco de baterías y la barra de distribución del tablero (ver plano N°07).
- Se ubicará otro portafusible NH bipolar, de corriente nominal de acuerdo con el cálculo de diseño del circuito entre el banco de baterías y el cargador de baterías (ver plano N°07).
- Un interruptor termomagnético bipolar, de 6kA de capacidad de ruptura, de corriente nominal de acuerdo con el cálculo de diseño del circuito entre la(s) caja(s) de conexión del generador fotovoltaico y el regulador(es) de carga (ver plano N°07).
- Un interruptor termomagnético bipolar, de 6kA de capacidad de ruptura, de corriente nominal de acuerdo con el cálculo de diseño del circuito entre la barra de distribución del tablero y la unidad convertora (ver plano N°07).

11 Conductores (CC)

En instalaciones exteriores se utilizarán conductor tipo subterráneos con y sin protección UV según corresponda. El material conductor deberá ser cobre electrolítico recocido, no compacto, dispuesto en forma de 7 hebras. El relleno deberá ser material extruido y la aislación de PVC.

El tendido eléctrico desde la(s) caja(s) de conexión del generador fotovoltaico hasta el cuarto técnico deberá realizarse de manera subterránea mediante cable del tipo subterráneo y su instalación deberá estar de acuerdo con la Reglamentación para la Ejecución de Instalaciones Eléctricas en Inmuebles de la Asociación Electrotécnica Argentina (AEA). La longitud del tendido no deberá ser mayor a los 20 m (ver plano N°01).

El conexionado entre módulos serie se realizará mediante cables del tipo subterráneo con protección UV.

Para instalaciones en interiores se utilizarán conductores unipolares flexibles de cobre electrolítico recocido, aislados en PVC antillama.

La unión de los conductores con los bornes de los equipos se realizará con terminales de conexión. No se permitirá la unión de conductores entre sí.

Las secciones mínimas de los conductores deberán satisfacer la ampacidad corregida por temperatura, agrupamiento, tipo de montaje y máxima caída de tensión admisible que se indica a continuación:

	Máxima caída de tensión	Temperatura de operación	Tipo de cable
Arreglo serie de módulos fotovoltaicos	0,5%	60 °C	Subterráneo + UV
Caja de conexión a regulador de carga	1 %	20 °C	Subterráneo
Regulador de carga a batería	0,5 %	40 °C	Unipolar flexible
Batería a unidad convertora	1 %	40 °C	Unipolar flexible
Conexión entre baterías	0,5 %	40 °C	Unipolar flexible

El conexionado entre baterías deberá hacerse con cables unipolares flexibles de igual longitud y de mínima longitud.

Se respetará para el montaje la siguiente codificación de colores:

Conductor	Color
Positivo	Rojo
Negativo	Negro
Tierra de CC	Verde - amarillo
Tierra de masas	Verde - amarillo

12 Tablero de transferencia

El tablero de transferencia se deberá montar dentro del cuarto técnico. Se instalará en lugar seco, de fácil acceso y alejado de otras instalaciones, tales como las de agua, gas, teléfono, etc. No deberá instalarse arriba de las baterías.

La altura de instalación para el adecuado accionamiento de los elementos de maniobra y protección deberá ser de 1,2 m.

Delante de la superficie frontal del tablero y sobre el lateral donde se instalará el selector rotativo de generador, habrá un espacio libre para facilitar la realización de trabajos y operaciones.

El selector rotativo permitirá la selección manual del generador (ver plano N°08A y N°08B) pudiéndose elegir entre el grupo electrógeno, inversor u OFF. La salida general del selector rotativo será única e irá a través de una caja de paso mediante de un tendido subterráneo a la escuela (ver planos N°01, N°06A y N°10A).

Se deberá realizar el conexionado de los sensores provenientes del datalogger como se indica en los planos N°02, N°08A y N°08B. El conexionado e instalación de los sensores de corriente y tensión dentro del tablero deberá realizarse de forma tal que facilite la realización de trabajos y operación.

El tablero deberá contar con una barra de distribución de tierra para riel DIN donde se unificarán los conductores de tierra provenientes de las masas del inversor, cargador de baterías y datalogger. La disposición de esta bornera debe ser tal que permita el accionamiento o remoción de cada uno de los elementos de maniobra, cómodamente y sin interferir con los restantes (ver plano N°08B).

Ninguna de las partes de una instalación que normalmente está bajo tensión, deberá ser accesible al contacto con las personas. La protección debe lograrse mediante una aislación adecuada de las partes, que sólo puede quedar sin efecto destruyéndola mediante el uso de herramientas.

Dichos elementos de protección deberán tener suficiente rigidez mecánica para que impidan que, por golpes o presiones, se pueda establecer contacto eléctrico con las partes bajo tensión. Si las protecciones son chapas perforadas o rejas, deberá asegurarse la imposibilidad de alcanzar las partes bajo tensión, haciendo que el tamaño de los orificios cumpla con las condiciones establecidas por el grado IP2X de la Norma IRAM 2444 "Grados de protección mecánica proporcionadas por las envolturas de equipos eléctricos".

12.1 Seccionadores y elementos de protección y maniobra

Los seccionadores y elementos de protección deberán montarse sobre riel DIN y estarán destinados a la protección y desconexión de tales elementos para mantenimiento del sistema. (ver planos N°08A y N°08B).

Los mismos deberán estar instalados en el tablero mediante la siguiente distribución:

- Se ubicará un selector rotativo de tres posiciones, tres polos y 20A de corriente nominal sobre el lateral del tablero, de forma tal que no se modifique el grado de protección IP del tablero original (ver plano N° 08A).
- Se instalará un interruptor termomagnético bipolar, de 3kA de capacidad de ruptura, de 20 A de corriente nominal entre la salida del inversor y el selector rotativo (ver plano N° 08A).
- Se instalará otro interruptor termomagnético bipolar, de 3kA de capacidad de ruptura, de 20 A de corriente nominal entre la salida del grupo electrógeno y el selector rotativo (ver plano N° 08A).
- Por último, se instalará otro interruptor termomagnético bipolar, de 3kA de capacidad de ruptura, de 20 A de corriente nominal entre la salida del grupo electrógeno y la entrada del cargador de baterías (ver plano N° 08A).

13 Tablero de CA

El tablero de CA se deberá montar dentro de la escuela. Se instalará en lugar seco, de fácil acceso y alejado de otras instalaciones, tales como las de agua, gas, teléfono, etc.

La altura de instalación para el adecuado accionamiento, de los elementos de maniobra y protección deberá ser de 1,2 m (ver plano N° 12).

Delante de la superficie frontal del tablero habrá un espacio libre para facilitar la realización de trabajos y operaciones.

El tablero deberá contar con una barra de distribución de tierra para riel DIN donde se unificará la puesta a tierra de servicio y la puesta a tierra de protección. La barra deberá permitir el conexionado múltiple de los conductores de tierra de protección de los distintos circuitos de la escuela. A su vez, servirá para realizar la puesta de servicio de la instalación, aterrizando el conductor neutro “aguas arriba” del interruptor diferencial. La disposición de esta bornera debe ser tal que permita el accionamiento o remoción de cada uno de los elementos de maniobra, cómodamente y sin interferir con los restantes (ver planos N° 11^a y N° 11B).

Ninguna de las partes de una instalación que normalmente está bajo tensión, deberá ser accesible al contacto con las personas. La protección debe lograrse mediante una aislación adecuada de las partes, que sólo puede quedar sin efecto destruyéndola mediante el uso de herramientas.

Dichos elementos de protección deberán tener suficiente rigidez mecánica para que impidan que, por golpes o presiones, se pueda establecer contacto eléctrico con las partes bajo tensión. Si las protecciones son chapas perforadas o rejillas, deberá asegurarse la imposibilidad de alcanzar las partes bajo tensión, haciendo que el tamaño de los orificios cumpla con las condiciones

establecidas por el grado IP2X de la Norma IRAM 2444 “Grados de protección mecánica proporcionadas por las envolturas de equipos eléctricos”.

13.1 Elementos de protección

A la entrada del tablero se instalará un interruptor diferencial de 25 A de corriente nominal y 30 mA de sensibilidad. Se instalará sobre riel DIN, asegurando la protección complementaria en caso de falla de las otras medidas de protección contra contactos directos o imprudencia de los usuarios, provocando la desconexión de la parte afectada de la instalación, a partir del establecimiento de una corriente de falla a tierra (ver plano N°11A y 11B).

En serie y aguas abajo del interruptor diferencial se conectarán como protección para los circuitos de iluminación y tomacorrientes, interruptores termomagnéticos bipolares de corriente nominal 10 A y 15 A respectivamente cuya capacidad de ruptura sea como mínimo de 3 kA. Se instalarán en el tablero sobre riel DIN y estarán destinados a proteger la instalación interior de sobrecargas y cortocircuitos (ver planos N° 11A y 11B).

13.2 Resumen de protecciones

Resumen del tipo de protección del tablero de CC en base a plano N°7:

Conexiones	Tipo de protección	Corriente nominal
Caja de conexión a regulador de carga	Termomagnética bipolar	Según cálculo
Batería a barra de distribución CC	Fusibles NH bipolar	Según cálculo
Barra de distribución CC a inversor	Termomagnética bipolar	Según cálculo
Cargador de baterías a Baterías	Fusibles NH bipolar	Según cálculo

Resumen del tipo de protección del tablero de transferencia en base a plano N° 8A:

Conexiones	Tipo de protección	Corriente nominal
Grupo electrógeno a selector rotativo	Termomagnética bipolar	20 A
Inversor a selector rotativo	Termomagnética bipolar	20 A
Cargador de batería a baterías	Termomagnética bipolar	20 A

Resumen del tipo de protección del tablero de CA en base a planos N°11A y N°11B

Conexiones	Tipo de protección	Corriente nominal
Entrada tablero de CA	Interruptor diferencial	25 A – 30 mA
Circuitos de tomacorrientes	Termomagnética bipolar	15 A
Circuitos de iluminación	Termomagnética bipolar	10 A

13.3 Conductores (CA)

El tendido eléctrico desde el cuarto técnico a la escuela se realizará de manera subterránea mediante cable del tipo subterráneo de 2x6 mm², y su instalación deberá estar de acuerdo con la Reglamentación Para la Ejecución de Instalaciones Eléctricas en Inmuebles de la Asociación Electrotécnica Argentina (AEA). La longitud del tendido no deberá ser mayor a los 20 m (ver plano N°01).

Se respetará para el montaje la siguiente codificación de colores:

Conductor	Color
Vivo	Castaño
Neutro	Celeste
Tierra de servicio	Celeste
Tierra de protección	Verde - amarillo

14 Puesta a tierra de la escuela

Deberá realizarse una puesta a tierra de servicio y otra de protección en el interior de la escuela, a la distancia mínima posible al tablero de CA (ver plano N° 12). Para esto se unificarán ambas tierras mediante la barra de distribución de tierra del tablero de CA (ver planos N° 11A, N° 11B y N° 11C).

La puesta a tierra se realizará mediante jabalinas tipo Copperweld de 3/4" de diámetro y 1,5 m de largo (ver plano N° 12), utilizando un único conductor de puesta a tierra de cobre electrolítico aislado (Normas IRAM: 2183, 2220; 2261, 2262) de color verde-amarillo, de sección mínima 6 mm² y se conectará a una barra de conexión múltiple instalada sobre el riel DIN del tablero de CA (ver planos N°11A, N°11B y N°12). Los conductores conectados a las jabalinas deberán estar soldados por termofusión.

La medición de la resistencia de la puesta a tierra no deberá superar los 10 ohmios, caso contrario se deberá instalar jabalinas adicionales hasta conseguir el valor indicado.

14.1 Puesta a tierra de protección

La puesta a tierra de protección tiene como función descargar a tierra las corrientes de falla, para proteger a las personas contra tensiones de contacto peligrosas.

Las masas que son simultáneamente accesibles y pertenecientes a la misma instalación eléctrica estarán unidas al mismo sistema de puesta a tierra. El sistema de puesta a tierra será eléctricamente continuo y tendrá la capacidad de soportar la corriente de cortocircuito máxima coordinada con las protecciones instaladas en el circuito.

Las tierras de protección de cada circuito de iluminación y tomacorrientes se unirán en un único punto que será la barra de distribución de tierra del tablero de CA (ver planos N° 11A, N° 11B, N° 11C y N° 12).

El conductor de puesta a tierra de protección será de color verde-amarillo, de cobre electrolítico recocido, aislados en PVC antillama, según norma IRAM 2183 y clase 5 según norma IRAM 2022 y con una sección mínima de 2,5 mm².

14.2 Puesta a tierra de servicio

La puesta a tierra de servicio tiene la función de asegurar en todo momento el potencial "cero" del neutro de la instalación interior.

El conductor de puesta a tierra de servicio será de color celeste, de cobre electrolítico recocido, aislados en PVC antillama, según norma IRAM 2183 y clase 5 según norma IRAM 2022 y con una sección mínima de 4 mm². Dicho conductor deberá conectarse aguas arriba de la protección diferencial general.

15 Especificaciones Técnicas de la Instalación Interna

15.1 Características de la instalación

La instalación interior estará constituida por circuitos para iluminación y tomacorrientes, ambos en 220 V_{CA}.

15.2 Cantidad de circuitos

La instalación interior estará constituida por uno o más circuitos circuito de iluminación y tomacorrientes de 220 V_{CA}. La cantidad de circuitos interiores dependerá de la categoría de la escuela.

Nomenclatura	Matrícula	Tablero	Circuitos de tomacorriente	Circuitos de iluminación
Categoría 1	≤ 10	Plano N° 11A	2	2
Categoría 2	10 < y ≤ 20	Plano N° 11A	2	2
Categoría 3	>20	Plano N° 11B	3	3

15.3 Conductores

Serán de cobre electrolítico recocido, aislados en PVC antillama, según norma IRAM2183 y clase 5 según norma IRAM 2022.

Se respetará para el montaje la codificación de colores vigente:

Conductor Color	Color
Circuito iluminación	Castaño
Circuito tomacorriente	Castaño
Neutro	Celeste
Tierra de protección	Verde-Amarillo

Las secciones mínimas por emplear en los circuitos se indican en el cuadro siguiente:

Circuito	Sección del conductor
Iluminación	1,5 mm ²
Tomacorrientes	2,5 mm ²
Protección	2,5 mm ²

15.4 Canalizaciones

Se utilizarán cañerías rígidas de PVC semipesado de 5/8". La instalación se realizará de acuerdo con la reglamentación para la ejecución de instalaciones eléctricas en Inmuebles AEA 90364 de la Asociación Electrotécnica Argentina.

Para ensamblarlas entre sí se utilizarán curvas, uniones y conectores de PVC, y cajas de derivación de 10 x 10 cm de PVC, para montaje sobrepuesto, con su correspondiente tapa. La instalación de las cañerías deberá realizarse a la vista, a la altura del cielorraso o techo para el circuito principal y las bajadas saldrán de las cajas de derivación, hasta una altura de 1,20 m o de 0,40 m medido desde el nivel del piso (ver plano N° 13A y 13B).

En caso de que el inmueble posea instalación embutida, se utilizarán las mismas que estén en buen estado, pero reemplazando los conductores por otros nuevos aquí especificados.

Si no es posible utilizar las instalaciones embutidas total o parcialmente, se realizará la misma a la vista, conforme las especificaciones de esta norma.

15.5 Interruptores y tomacorrientes

Los interruptores y tomacorrientes deberán ser de tipo modular, montados sobre un bastidor apto para tres módulos y con tapa estética color blanco.

Para su montaje se utilizará una caja rectangular sobrepuesta de PVC, color blanco, la cual se instalará a una altura de 1,20 m desde el nivel del piso para el caso de interruptores y a una altura de 0,40 m desde el nivel del piso para el caso de tomacorrientes.

El montaje de la caja sobrepuesta de PVC se realizará mediante tornillos y tarugos; cuando el material de la pared no permita una buena fijación de la caja, se montará la misma sobre una base de madera.

15.6 Lámparas y luminarias

Las lámparas para aulas deberán ser LED del tipo "tubo" de 10 W y deberán instalarse utilizandoplafones compactos para dos tubos LED de 600 mm (ver plano N° 13B).

Las lámparas para interiores, exceptuando las aulas, deberán ser de tipo LED, con casquillo E27 y 10 W. Las luminarias interiores deberán ser de tipo campana de 32 cm de diámetro, consistente en un reflector cónico de metal, que permita una apertura mínima del haz de luz de 150° desde la base de la lámpara. Su cara interna deberá ser de acabado blanco brillante y no poseerá tapa protectora. Dicha luminaria deberá permitir la conexión de una lámpara de casquillo E27 de 10W.

Para los casos de iluminación exterior, locales húmedos y cuarto técnico se utilizarán lámparas con casquillo E27 de 10W. Las mismas se instalarán en luminarias tipo tortuga para techo/pared con reja de fundición de aluminio esmaltado. La cubierta deberá ser de vidrio prismado, y la luminaria en su conjunto deberá permitir la conexión de una lámpara con casquillo E27 de 10 W.