



CHECK LIST DE RECEPCIÓN

PROYECTOS FOTOVOLTAICOS E INSTRUCTIVO

Elaborado por:
Departamento Agua, Riego y Energía
INDAP Atacama

V2.

Copiapó, febrero 2025

INDICE

1	INTRODUCCIÓN	1
2	OBJETIVOS	2
2.1	OBJETIVO GENERAL.....	2
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	2
3	MEMORIA EXPLICATIVA DE LOS ASPECTOS A VERIFICAR EN TERRENO	3
3.1	LA INSTALACION ELECTRICA EJECUTADA CONCUERDA CON EL PROYECTO DECLARADO.....	3
3.2	LOS TABLEROS, LOS INVERSORES Y DEMÁS COMPONENTES DE LA INSTALACIÓN CUMPLEN CON EL GRADO IP PARA EL LUGAR DONDE ESTÁN INSTALADOS	5
3.3	CARACTERÍSTICAS GENERALES QUE SE DEBEN CUMPLIR EN TODA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA	6
3.4	LA UG Y SUS COMPONENTES CUMPLEN CON EL ETIQUETADO, SEÑALÉTICAS, PROCEDIMIENTOS DE APAGADO DE EMERGENCIA Y PLACA REQUERIDA (EN FORMA LEGIBLE E INDELEBLE).....	6
3.5	EXISTE CAMARILLA DE REGISTRO O UN PUNTO ACCESIBLE DE MANERA PERMANENTE PARA LA MEDICIÓN DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA.....	10
3.6	PARTES METÁLICAS DE LA INSTALACIÓN ESTÁN PROTEGIDOS CONTRA TENSIONES PELIGROSAS. ESTO INCLUYE LAS ESTRUCTURAS DE SOPORTE Y LOS EQUIPOS. (SE DEBE VERIFICAR QUE LAS UNIONES ESTÉN BIEN AFIANZADAS	11
3.7	EXISTE CONTINUIDAD DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA Y / O RED EQUIPOTENCIAL	13
3.8	LAS CONEXIONES DE LOS MÓDULOS FOTOVOLTAICOS CUENTAN CON CONECTADORES TIPO MC4 O EQUIVALENTES	14
3.9	LOS MÓDULOS FOTOVOLTAICOS ESTÁN SIN DAÑOS Y LOS MÓDULOS QUE CONFORMAN UN STRING CORRESPONDEN A UN MISMO TIPO DE PANEL. (MARCA, MODELOS Y CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS)	14
3.10	EL CONDUCTOR FV DEL PANEL AL INVERSOR ES DEL TIPO PV, PV1-F, ENERGYFLEX, EXZHELLENT SOLAR ZZ-F (AS), XZ1FA3Z-K (AS) O EQUIVALENTE. (NORMA TÜV 2 PFG 1169/08.2007) O NORMA UNE-EN 50618	15
3.11	EL PROCEDIMIENTO DE APAGADO DE EMERGENCIA DE LA UG ESTÁ VISIBLE EN EL COSTADO DE LA UG O CERCANO AL TABLERO ELECTRICO QUE LO COMANDE.....	16
3.12	COMPROBAR PRUEBA BÁSICA ANTI ISLA (SITEMAS ON GRID)	16
3.13	PRUEBA BÁSICA DE CONEXIÓN Y RECONEXIÓN (SISTEMAS ON GRID)	17
3.14	INFRAESTRUCTURA EN TECHUMBRE REQUERIDA SEGÚN POTENCIA INSTALADA	17

3.15 LOS ALIMENTADORES Y CONDUCTORES DE LOS CIRCUITOS DE AC QUEDAN PROTEGIDOS POR LA CAPACIDAD DE SU CORRESPONDIENTE PROTECCIÓN	19
3.16 EL TABLERO ESTÁ ROTULADO Y TIENE CUADROS INDICATIVOS DE CIRCUITOS	19
3.17 LA UG (UNIDAD DE GENERACIÓN) CUENTA EN EL TABLERO GENERAL O DE DISTRIBUCIÓN, CON UN INTERRUPTOR MAGNETOTÉRMICO	21
3.18 LA UG CUENTA EN EL TABLERO GENERAL O DE DISTRIBUCIÓN, CON UN PROTECTOR DIFERENCIAL DESTINADOS A LA UG.....	22
3.19 LOS TABLEROS DE AC CUMPLEN CON LA NCH ELEC. 4/2003 (NORMA ELECTRICA DE BAJA TENSIÓN).	23
3.20 LOS CONDUCTORES DE UG EN CC Y CA, SE IDENTIFICAN O CUMPLEN CON EL CÓDIGO DE COLORES	25
3.21 LOS TABLEROS EXTERNOS DE CC O CAJAS DE COMBINACIÓN DE STRING CUENTAN CON UN SECCIONADOR BAJO CARGA, DESCARGADORES DE SOBRETENSIÓN TIPO 2, FUSIBLES O INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS EN CC. (APLICABLE CONEXIONES DE INVERSOR CENTRAL).....	25
3.22 LA CANALIZACIÓN ESTÁ EN CONFORMIDAD CON LA NCH 4/2003 (NORMA ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN).	26
3.23 LOS CONDUCTORES, CANALIZACIONES Y CONEXIONES ELÉCTRICAS NO QUEDAN SOMETIDOS A ESFUERZOS MECÁNICOS PERMANENTES NI ACCIDENTALES.....	28
3.25 NIVELES DE TENSION EN BATERIAS	30
3.26 COMO REALIZAR MEDICIÓN DE TENSIÓN EN LAS BATERÍAS	31
3.27 INSPECCION VISUAL BANCO BATERIAS.....	32
ANEXO 1. “PLANILLA CHECK LIST DE RECEPCIÓN “	35
ANEXO 2 “DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN”	37
A2.1 PROTECCIÓN TERMOMAGNÉTICA.....	37
A2.2 PROTECCION DIFERENCIAL.....	38
A2.4 CONEXIÓN ENTRE PANELES	40

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3- 1: Simbología y definiciones de protecciones electricas	4
Tabla 3- 2: Seccion Nominal y capacidad de corriente para conductores tipicos.....	19
Tabla 3- 3: Porcentaje de carga vs tension batería	31

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 3-1: Tablero general en diagrama unilineal	3
Figura 3-2: Tablero Fotovoltaico de corriente alterna	4
Figura 3-3: Ficha tecnica panel solar	7
Figura 3-4: Señaletica UG	7
Figura 3-5: Señaletica panel solar	8
Figura 3-6: Señaletica equipo de medida	8
Figura 3-7: Tablero caja de conexión	9
Figura 3-8: Placa de identificacion tablero electrico UG	10
Figura 3-9: Camarilla de registro bajo norma.....	11
Figura 3-10: Partes metalicas aterrizadas a tierra.....	12
Figura 3-11: Platina dentada para aterrizar dos paneles a riel.	12
Figura 3-12: Medición de continuidad	13
Figura 3-13: Conectores MC4.....	14
Figura 3-14: Paneles en buen y mal estado.....	14
Figura 3-15: Ficha tecnica panel solar	15
Figura 3-16: Conductores que se deben utilizar en CC.	15
Figura 3-17: Instrucciones para apagar un inversor.....	16
Figura 3-18: Escalera tipo gatera.....	18
Figura 3-19: Cuerda de vida	18
Figura 3-20: Pasillos tecnicos	19
Figura 3-21: Rotulos en tableros electricos.....	21
Figura 3-22: Disyuntores magnetotermicos bipolar y tetrapolar.....	22
Figura 3-23: Prueba en disyuntores diferenciales.....	22
Figura 3-24: Tablero general bajo norma.....	23
Figura 3-25: Uso de borneras	24
Figura 3-26: Colores para conductores monofásicos y trifásicos.....	25
Figura 3-27: Equipos de un tablero CC a) Seccionador bajo carga, b) Descargador de sobretension y c) fusible y disyuntor termomagnetico en CC.....	26
Figura 3-28: Canalizaciones no metalicas.....	27
Figura 3-29: Canalizaciones metalicas.....	28
Figura 3-30: Ejemplos de buenas y malas canalizaciones	29

Figura 3-31: Guia medicion de Tension baterias.....	31
Figura 3-32: Medicion de tension baterias.....	32
Figura 3-33: Conductores en buen y mal estado	33
Figura 3-34: Tablero Ficha tecnica bateria	33
Figura 3-35: Bornes en buen y mal estado.....	34

1 INTRODUCCIÓN

El presente “check list de recepción de proyectos fotovoltaicos (FV) e instructivo”, ha sido elaborado por INDAP ATACAMA, estando el check list de recepción de proyectos FV, INDAP debe generar instrumentos y herramientas de apoyo, tales como manuales y estándares técnicos, que permitan establecer y formalizar un protocolo para la formulación, evaluación, recepción y seguimiento de proyectos de Eficiencia Energética y Energías Renovables aplicados a la agricultura familiar y campesina”.

Por ello, se ha elaborado la presente documentación, con la proyección de convertirse en un protocolo de recepción de proyectos fotovoltaicos (On Grid / Off Grid), para riego o para cualquier proyecto en donde se implemente esta tecnología solar. El propósito principal es que el consultor sepa identificar las eventuales falencias presentes en las instalaciones, logrando así, que se modifique todo aquello que queda fuera de la normativa eléctrica vigente en nuestro país.

La información que recopila este check list está de acuerdo a lo señalado por la Superintendencia de Electricidad y Combustible (SEC), según los puntos establecidos en el documento *check list de la declaración TE1 y TE4 para instalaciones ERNC* y en particular, de instalaciones fotovoltaicas; además de incorporar nuevos puntos de revisión para proyectos On Grid / Off-Grid. Por otro lado, se tiene un documento instructivo, el cual presenta una corta explicación de cada punto presente en el check list para mejor entendimiento del lector.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

El objetivo es generar check list de recepción de proyectos fotovoltaicos, con su respectivo instructivo, que permita al instalador, ejecutor, funcionario o fiscalizador, recibir los proyectos fotovoltaicos en terreno.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Generar un check list de recepción en terreno, cuyo perfil profesional es del área agrícola, a partir de los checklist TE1 y TE4 de la Superintendencia de Electricidad y Combustible (SEC).
- Generar un instructivo que explique cada uno de los puntos presentes en el check list de recepción de proyectos fotovoltaicos, de manera tal que cualquier persona pueda evaluar la buena ejecución de este tipo de proyectos en terreno.
- Explicar en forma gráfica cómo realizar las mediciones de variables eléctricas más relevantes en un sistema fotovoltaico e identificar cuando un proyecto está bien o mal ejecutado.
- Aclarar en forma simple los conceptos básicos en materia de electricidad y los componentes requeridos para sistemas fotovoltaicos ON Grid u Off Grid.
- Dar a conocer las normativas vigentes que regulan este tipo de instalaciones eléctricas en el país, en caso que la instalación sea ON Grid u Off Grid.

3 MEMORIA EXPLICATIVA DE LOS ASPECTOS A VERIFICAR EN TERRENO

3.1 LA INSTALACION ELECTRICA EJECUTADA CONCUERDA CON EL PROYECTO DECLARADO

En este punto, se debe verificar que la información entregada en la postulación del proyecto sea la misma información plasmada en los planos eléctricos unilineales puestos en los tableros eléctricos y a su vez concuerde con los equipos y/o dispositivos instalados en terreno. Para ello se debe tener conocimiento sobre la simbología utilizada en los planos, con el fin de poder distinguir cada uno de los elementos del sistema.

A modo de ejemplo en la siguiente imagen, se aprecia el diagrama unilineal de una instalación con un sistema fotovoltaico conectado a la red eléctrica, se tienen 4 interruptores termo magnéticos en total, de los cuales tres son monopolares y uno es bipolar (los polos que tiene una protección dice relación con la cantidad de conductores eléctricos que testea). Además, se aprecian también 2 diferenciales bipolares, uno para instalaciones fotovoltaicas (tipo A) y otro para instalaciones de consumo eléctrico convencional (tipo AC).

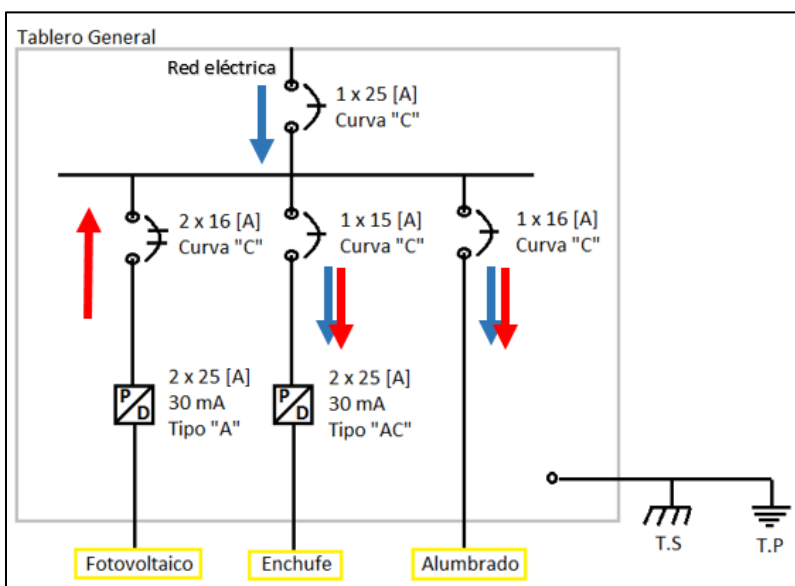


Figura 3-1: Tablero general en diagrama unilineal

Para un mejor entendimiento, se agregaron flechas que indiquen la dirección del flujo de potencia en la instalación, por lo que se da a entender al lector, que el termo magnético de 1x25 Amperes corresponde al interruptor general del tablero, el cual va directamente conectado al interruptor general de la propiedad ubicado en el medidor. Por otro lado, se tiene el circuito de la planta FV, el cual inyecta energía a la barra del tablero para luego ser consumida por el circuito de enchufe y el circuito de alumbrado.

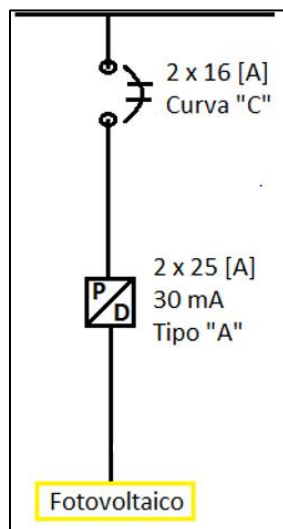


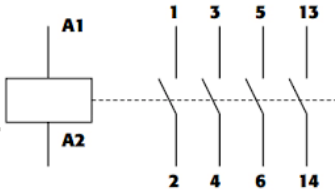
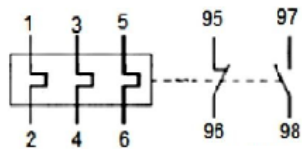
Figura 3-2: Tablero Fotovoltaico de corriente alterna

En este diagrama se indica el circuito fotovoltaico. Se debe verificar en el tablero que los automáticos instalados correspondan a la capacidad indicada en el diagrama unilineal. En la figura 3-2 se observa un termo magnético bipolar de 16 [A] de capacidad en serie con una protección diferencial bipolar de 25 Amperes nominales y 30mA de sensibilidad. Para un mejor entendimiento se profundizará en los principales aspectos de los dispositivos de protección en el Anexo 2.

A continuación, se muestra una tabla con la simbología de los dispositivos de protección comúnmente usados dentro de una instalación eléctrica presentes en el diagrama unilineal, con sus respectivas definiciones.

Tabla 3- 1: Simbología del diagrama unilineal y definiciones de protecciones electricas

NOMBRE	IMAGEN	SIMBOLOGÍA	DEFINICIÓN
Termomagnético monopolar (1 polo)			El interruptor termo magnético es el encargado de proteger los cables o conductores eléctricos de las subidas de cargas o cortocircuitos, ya que cortan la corriente cuando esta sobrepasa valores máximos.
Protección diferencial bipolar (2 polos)			Un interruptor diferencial, es un sistema de protección automático que tiene la función de proteger la instalación de derivaciones a tierra y a las personas de contactos directos o indirectos

Contactor			El contactor es un aparato eléctrico de mando a distancia, que puede cerrar o abrir circuitos, ya sea en reposo o en carga.
Relé térmico			Un relé térmico es un dispositivo de protección utilizado en motores. Cuando alcanza una determinada temperatura de funcionamiento, se activa provocando la desconexión del contactor.
Tierra de protección			La puesta a tierra es un mecanismo de seguridad que consiste en conducir eventuales desvíos de la corriente hacia la tierra, impidiendo que el usuario entre en contacto con la electricidad.

3.2 LOS TABLEROS, LOS INVERSORES Y DEMÁS COMPONENTES DE LA INSTALACIÓN CUMPLEN CON EL GRADO IP PARA EL LUGAR DONDE ESTÁN INSTALADOS

El índice de protección o grado IP, se debe verificar en el tablero eléctrico y cajas eléctricas del sistema, en donde se busca los dos números de una cifra cada uno. El primer número indica el grado de protección contra la introducción de cuerpos solidos al equipo, y el segundo número indica el grado de protección contra los efectos de penetración del agua. El número IP está estampado en una de las caras del tablero y cajas.

Para sistemas conectados a la red los grados de protección del equipamiento usado está normado, en concordancia, los tableros que tengan instalaciones de corriente continua deben tener un IP 65 en instalaciones exteriores y un IP 54 para instalaciones bajo techo. Se sugiere el mismo índice para instalaciones no conectadas a la red.

El fiscalizador en terreno debe fijarse cuál es el índice IP de cada componente del sistema y discriminar si está acorde al lugar donde está instalado o no (intemperie, cercano a canales, ríos o cualquier lugar donde se produzca humedad).

3.3 CARACTERÍSTICAS GENERALES QUE SE DEBEN CUMPLIR EN TODA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

Al momento de fiscalizar los proyectos, es de suma importancia que los productos declarados en los trámites eléctricos TE-1 y TE-4 deben ser iguales a productos instalados (modelo, marca y potencia). Además, el inversor no se puede instalar en baños, cocinas y dormitorios. Una vez instalado el inversor se debe contar con espacio libre mínimo de 15 cm a cada lado.

Adicionalmente, los conductores positivos y negativos en el lado de CC deberán ser canalizados en forma ordenada y separados con excepción de aquellos casos que cumplan con lo siguiente:

- En los casos que se utilice canalización metálica en los cuales podrá canalizarse en forma conjunta el positivo y negativo.
- En canalizaciones embutidas o pre-embutidas en muros de hormigón o lozas de una construcción sólida se podrá llevar ambos conductores en tuberías no metálicas.

3.4 LA UG Y SUS COMPONENTES CUMPLEN CON EL ETIQUETADO, SEÑALÉTICAS, PROCEDIMIENTOS DE APAGADO DE EMERGENCIA Y PLACA REQUERIDA (EN FORMA LEGIBLE E INDELEBLE).

Se debe verificar que los componentes de una instalación eléctrica tengan etiquetas, señaléticas y procedimientos con instrucciones de apagado inscritos en sus carcasas. Todas las rotulaciones, señalizaciones, procedimientos y advertencias requeridas en este instructivo deberán cumplir con lo siguiente:

- Ser indelebles
- Ser legibles
- Estar diseñadas y fijadas de manera que sean legibles durante la vida útil del equipo o tablero al que están adheridas o relacionadas
- Ser simples y comprensibles

Los módulos fotovoltaicos, deben tener a su reverso una placa con la información técnica requerida en la certificación y con los siguientes valores:

- Tensión de circuito abierto.
- Tensión de operación.
- Tensión máxima admisible del sistema.
- Corriente de operación.
- Corriente de cortocircuito.
- Potencia máxima.

WAAREE®		MADE IN INDIA
One with the Sun		www.waaree.com
(An ISO 9001,14001 & OHSAS certified company)		
WS - 200		
Maximum Power (Pmax)	200.0 W	Certified With  IEC 61215 IEC 61730 - 1 IEC 61730 - 2 IEC 61701 Intertek, UL
Open Circuit Voltage (Voc)	22.97 V	
Short Circuit Current (Isc)	11.64 A	
Maximum Power Voltage(Vmp)	17.97 V	
Maximum Power Current(Imp)	11.13 A	
Maximum System Voltage	1000 V DC	
Weight	17.5 Kg	
Dimension	1490 x 990 mm	
All Values measured at STC : 25°C Cell temp, 1000 W/m², AM 1.5		
 WARNING - ELECTRICAL HAZARD The Unit Produces Electricity When Exposed To Light. Cover The Glass With An Opaque Material, Before Opening Terminal Box. Don't Disconnect The Plugs Under Load.		
WAAREE ENERGIES LIMITED Plot No. 231-236; Surat Special Economic Zone, Diamond Park, Sachin, Surat-394230, Gujarat, INDIA.		Contact Details customercare@waaree.com Toll Free - 1800 212 1321 +91 90999 26499

Figura 3-3: Ficha tecnica panel solar

En el caso de señalética general, debe existir en la unidad de generación fotovoltaica lo siguiente:



Figura 3-4: Señalética UG

Esta señalética se deberá instalar cercana a los paneles fotovoltaicos, en la estructura que soporta a los paneles o en el acceso a estas instalaciones. La finalidad de esta señalética es la de advertir a las personas que acceden a este sistema fotovoltaico del riesgo que hay en las conexiones eléctricas.



Figura 3-5: Señalética panel solar

El equipo de medida deberá contar una placa de advertencia ubicada al frente o a un costado, de manera que sea visible y con el siguiente texto: *PRECAUCIÓN ESTA PROPIEDAD CUENTA CON UN SISTEMA DE GENERACIÓN FOTOVOLTAICA.*



Figura 3-6: Señalética equipo de medida

Todas las cajas de conexión o junction box de CC, deberán contar con una placa de identificación en forma legible e indeleble que indique este nombre, además de un etiquetado de peligro indicando que las partes activas dentro de la caja están alimentadas por la unidad generadora y que pueden todavía estar energizadas tras su aislamiento o apagado del inversor y la red pública.



Figura 3-7: Tablero caja de conexión

Se debe encontrar instalada una placa de identificación en la unidad de generación, ubicada en el tablero eléctrico que contiene las protecciones fotovoltaicas o en los medios de desconexión, en un sitio accesible, en el cual se especifique la capacidad de la fuente fotovoltaica y que indique:

- Nombre del tablero eléctrico
- La corriente de operación (CC)
- La tensión de operación (CC)
- La tensión máxima del sistema (CC)
- Potencia máxima (CA)
- Corriente de cortocircuito (CC)



Figura 3-8: Placa de identificación tablero electrico UG

Para los casos de microinversores, los datos se dejaran en el tablero, estos son los siguientes:

- Nombre del tablero eléctrico
- Cantidad de microinversores
- La tensión de operación (CC)
- Potencia máxima (CA)
- Corriente de cortocircuito (CC)

Se deberá identificar claramente el o los conductores provenientes del inversor o microinversor que ingresen a la barra de distribución de un tablero diferente al tablero fotovoltaico, tanto en su aislación o cubierta protectora como en el tablero. Se deberá identificar además, la barra de distribución donde se conecte la generación, diferenciándola del resto de barras de distribución que contenga el tablero eléctrico.

3.5 EXISTE CAMARILLA DE REGISTRO O UN PUNTO ACCESIBLE DE MANERA PERMANENTE PARA LA MEDICIÓN DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

Se debe verificar la existencia de una camarilla de registro, la cual generalmente está ubicada a nivel del suelo bajo los tableros o aledaño a la instalación de los paneles fotovoltaicos, permite el acceso desde la superficie a diversas instalaciones subterráneas. Esta herramienta sirve para identificar el lugar donde fue realizada la puesta a tierra de la instalación, por lo que permite realizar la medición para comprobar la resistencia de dicha puesta a tierra. Su color debe ser naranja, generalmente de material PVC, lo cual está regulado bajo la norma NCh 1410, la que indica la utilización de dicho color para partes designadas peligrosas, de maquinaria o equipos mecánicos que puedan causar un shock eléctrico o lesionar en cualquier forma.

Para poder realizar la medición de resistencia, dentro de la camarilla de registro debe haber un conductor verde o de cobre desnudo, con al menos 15 cm de largo, contabilizados desde su conexión con la barra de cobre (barra

copperweld) hasta la entrada a su canalización correspondiente. Se solicita la holgura de 15 cm de cableado para poder fiscalizar el valor de resistencia de la puesta a tierra.

En la tapa de la camarilla se debe encontrar una señalética que indique peligro por energización y que se trata de un sistema de puesta a tierra.

En muchas ocasiones se puede encontrar una camarilla de color gris con un conductor de tierra sin el largo suficiente para ingresar el equipo de medida, este tipo de camarillas no deben ser aprobadas.

En algunos casos es posible encontrarse con más de una camarilla de puesta a tierra, esto se debe a que los paneles fotovoltaicos están muy lejanos al tablero de distribución, lo cual eleva los costos de canalización del conductor hacia el tablero, por lo que se opta por realizar una nueva puesta a tierra. En estos casos todas las camarillas deben cumplir con los requerimientos mencionados, y el tablero fotovoltaico, de distribución y de bomba, deben estar aterrizados y debe existir continuidad en cada uno de ellos.

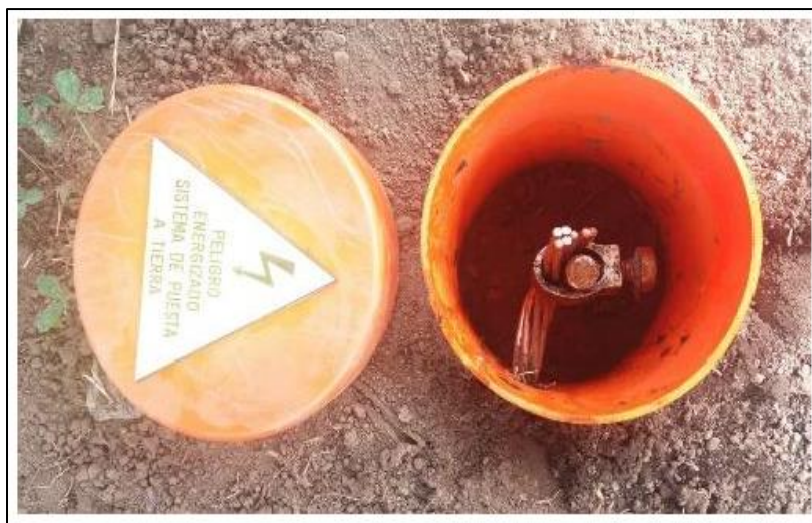


Figura 3-9: Camarilla de registro bajo norma

3.6 PARTES METÁLICAS DE LA INSTALACIÓN ESTÁN PROTEGIDOS CONTRA TENSIONES PELIGROSAS. ESTO INCLUYE LAS ESTRUCTURAS DE SOPORTE Y LOS EQUIPOS. (SE DEBE VERIFICAR QUE LAS UNIONES ESTÉN BIEN AFIANZADAS)

Se debe verificar que toda estructura metálica esté conectada a tierra a través de un conductor de cobre desnudo u con aislación verde/amarilla o por medio de platinas dentadas, ver las imágenes de las Figuras 3-10 y 3-11. El que exista la conexión a tierra permite que no se generen tensiones peligrosas en las partes metálicas del sistema.

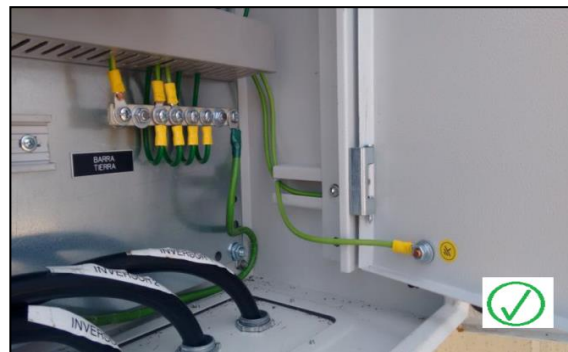


Figura 3-10: Partes metalicas aterrizadas a tierra.

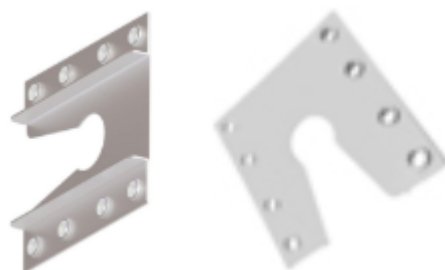


Figura 3-11: Platina dentada para aterrizzar dos paneles a riel.

3.7 EXISTE CONTINUIDAD DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA Y / O RED EQUIPOTENCIAL

Para verificar la continuidad del sistema de puesta a tierra, se mide continuidad entre tierra (cable verde/amarillo) y cualquier parte metálica del sistema, esto se realiza a través de un multímetro o tester que contenga esta función. La continuidad se relaciona con la protección de las personas contra tensiones peligrosas, lo cual implica que la corriente fluye a través del material el cual se está midiendo.

Para realizar esta medición, primeramente debemos comprobar si existe continuidad en las pinzas del multímetro. Para ello seleccionamos el símbolo correspondiente a continuidad (ver imagen) y unimos ambas puntas, debemos escuchar un pitido, el cual nos indicará que está en condiciones de realizar la medición. Comprobado esto, tomamos una de las puntas y la colocamos sobre el perno de unión tierra-panel, la otra punta la colocaremos en cualquier punto de la carcasa metálica en donde queramos medir su continuidad, por ejemplo: la estructura, base de los paneles, pilares metálicos o los perfiles metálicos de uniones. Se debe escuchar el mismo pitido si existiese continuidad entre las partes metálicas.

En conclusión, si existe continuidad entre todo lo metálico del sistema y su respectiva puesta a tierra, entonces el usuario queda protegido contra eventuales peligros de falla de aislación de conductores o descargas atmosféricas por medio de los paneles.

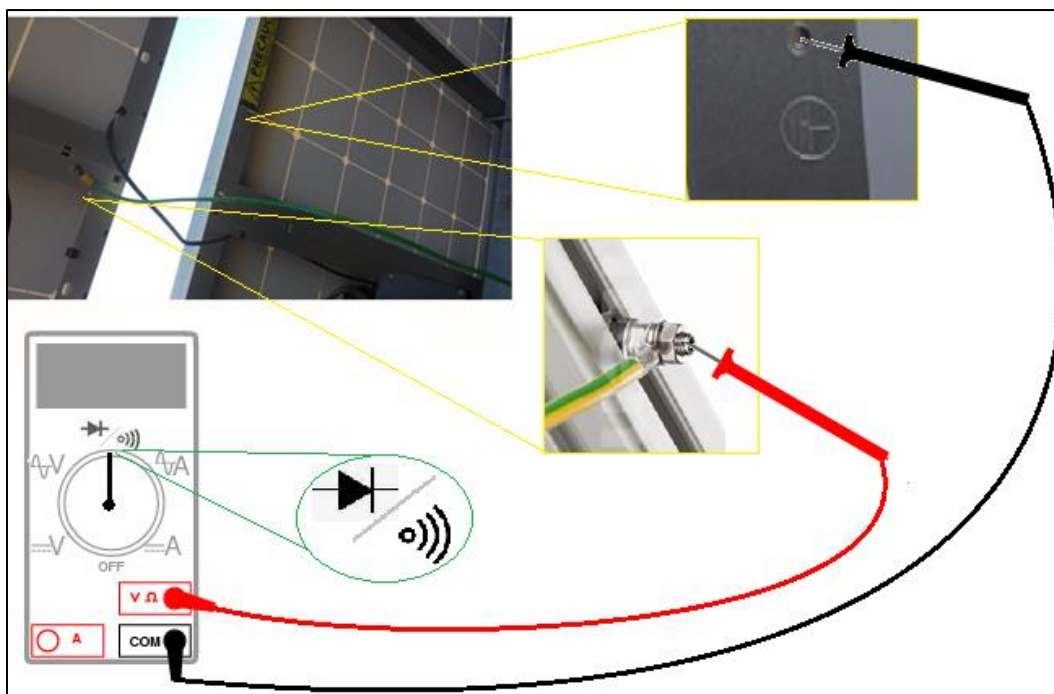


Figura 3-12: Medición de continuidad

3.8 LAS CONEXIONES DE LOS MÓDULOS FOTOVOLTAICOS CUENTAN CON CONECTADORES TIPO MC4 O EQUIVALENTES

Se debe comprobar que los paneles fotovoltaicos estén conectados entre sí utilizando conectores tipo MC4, tal como lo exige la normativa. Este tipo de conectores son resistentes al agua, rayos UV, etc. Los MC4 se muestran en la siguiente figura:



Figura 3-13: Conectores MC4

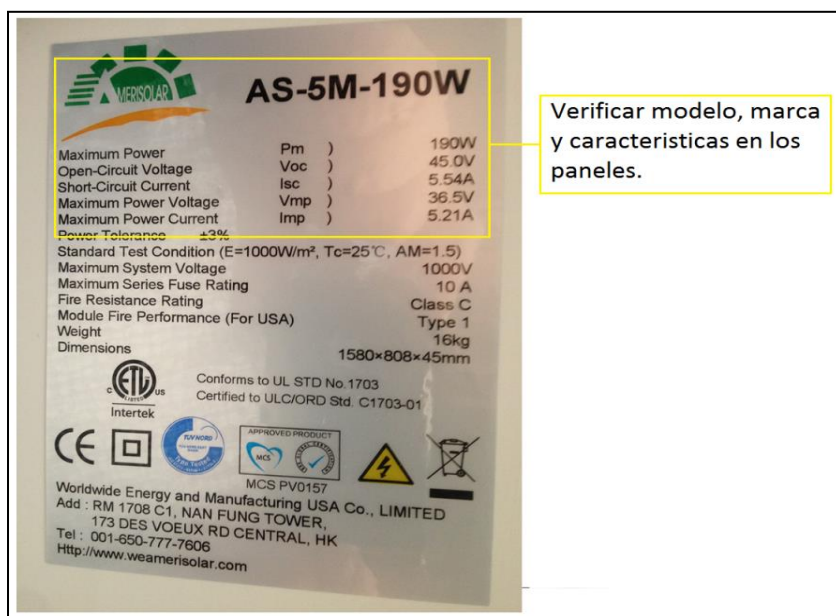
3.9 LOS MÓDULOS FOTOVOLTAICOS ESTÁN SIN DAÑOS Y LOS MÓDULOS QUE CONFORMAN UN STRING CORRESPONDEN A UN MISMO TIPO DE PANEL. (MARCA, MODELOS Y CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS)

Se debe verificar que los paneles se encuentran en estado óptimo, sin quebraduras, quemaduras o alguna anomalía que pueda afectar su buen funcionamiento.



Figura 3-14: Paneles en buen y mal estado

En el reverso de cada panel fotovoltaico, se debe verificar que todos los paneles correspondan al mismo modelo, marca y por ende las características de voltaje, corriente y potencia nominal deben ser iguales entre sí.



Verificar modelo, marca y características en los paneles.

Figura 3-15: Ficha técnica panel solar

3.10 EL CONDUCTOR FV DEL PANEL AL INVERSOR ES DEL TIPO PV, PV1-F, ENERGYFLEX, EXZHELLENT SOLAR ZZ-F (AS), XZ1FA3Z-K (AS) O EQUIVALENTE. (NORMA TÜV 2 PFG 1169/08.2007) O NORMA UNE-EN 50618

El tipo de cable que se debe utilizar en el lado CC (generación FV), debe tener rotulado su marca y modelo, que acrediten ser uno de los mencionados anteriormente o equivalente.

Los cables para aplicaciones fotovoltaicas están diseñados especialmente para esta finalidad, ya que a diferencia de los conductores de CA, estos se encuentran fabricados para resistir las exigentes condiciones ambientales que se producen en cualquier tipo de instalación fotovoltaica, ya sea fija, móvil o sobre tejado. Entre las características que podemos encontrar en este tipo de conductores se encuentra la resistencia a temperaturas extremas, una temperatura máxima en el conductor de 120°C, resistencia a los rayos UV, al ozono, a la absorción de agua, a los impactos y poseen una vida útil de 30 años.



Figura 3-16: Conductores que se deben utilizar en CC.

3.11 EL PROCEDIMIENTO DE APAGADO DE EMERGENCIA DE LA UG ESTÁ VISIBLE EN EL COSTADO DE LA UG O CERCANO AL TABLERO ELECTRIC QUE LO COMANDE

Es necesario cotejar que exista un procedimiento de apagado de emergencia en la instalación fotovoltaica Off u On Grid, dicho procedimiento debe contener las acciones a seguir bajo un escenario de emergencia, sea un incendio producto de un mal dimensionamiento o electrocución de animales, personas, etc. Dicho procedimiento debe ir en un lugar visible, como al costado del inversor, de manera que el agricultor o la persona que manipule el sistema, tenga conocimiento de las acciones a seguir en cada situación. A continuación se da un ejemplo de un procedimiento de emergencia de un inversor On Grid, pegado en la carcasa de este:



Figura 3-17: Instrucciones para apagar un inversor

3.12 COMPROBAR PRUEBA BÁSICA ANTI ISLA (SITEMAS ON GRID)

Para comprobar que el inversor instalado tiene la seguridad anti isla, se debe operar el termo magnético del empalme, es decir, desconectar el automático; si no se puede debido a que no hay automático en el empalme, se puede desconectar el automático del medidor y luego observar las luces de encendido del inversor. Un inversor homologado por la SEC debe tener un mecanismo anti isla por lo tanto al detectar que la red se ha desconectado el inversor se debería desconectar automáticamente y se puede comprobar al mirar las luces de encendido del inversor.

El funcionamiento en "isla" hace referencia a que el inversor inyecta energía aun cuando se ha cortado el suministro eléctrico desde la red. Este problema toma mayor importancia cuando ocurren accidentes con los postes y el tendido eléctrico está en el suelo y puede entrar en contacto con las personas o cuando se están realizando labores de mantenimiento, en este último caso si los operadores de mantenimiento cortan el

suministro eléctrico desde el transformador, pero a nivel residencial el inversor sigue inyectando energía a la red esto puede terminar en una electrocución de los operadores.

3.13 PRUEBA BÁSICA DE CONEXIÓN Y RECONEXIÓN (SISTEMAS ON GRID)

Para realizar la prueba de conexión y reconexión, se deberá apagar el inversor desconectándolo de la red CA (desde la protección termo magnética) y volver a conectar la red CA y verificar que el inversor se conecte en un tiempo no inferior a 60 segundos.

Para realizar la prueba de reconexión del inversor se debe desconectar el inversor apagándolo desde el botón de encendido/apagado que tiene el inversor, el inversor no debería conectarse a la red en menos de 60 segundos, para comprobar esto se pueden observar las luces que tiene el inversor (varía según la marca y modelo), a continuación, se presenta el procedimiento que se debería seguir para realizar las pruebas (varía para inversores de diferente marca y modelo).

Procedimiento para apagar el inversor:

- Girar la perilla del lado izquierdo o en la parte inferior, a la posición “0”
- Abrir el tablero fotovoltaico
- Identificar el automático bipolar
- Bajar el automático bipolar
- Identificar el diferencial
- Bajar el diferencial
- El led verde del inversor debe estar apagado o parpadeando

Procedimiento para encender el inversor:

- Abrir el tablero fotovoltaico
- Identificar el automático bipolar
- Subir el automático bipolar
- Identificar el diferencial
- Subir el diferencial
- Girar la perilla del lado izquierdo a la posición “I”
- El led verde del inversor debe estar apagado o parpadeando
- Luego de un minuto una luz azul en el inversor se quedará encendida.

Estos procedimientos aplican para un inversor SMA Sunny Boy (por ejemplo).

3.14 INFRAESTRUCTURA EN TECHUMBRE REQUERIDA SEGÚN POTENCIA INSTALADA

Para proyectos fotovoltaicos en techumbre cuya potencia instalada sea mayor o igual a 10 kW e inferior a 30kW deberán tener la infraestructura de acceso y cuerda de vida, según lo establece la actualización de la normativa para instalaciones On - Grid, realizada el año 2017, las cuales permiten la mantención de la instalación

fotovoltaica. Se muestra a continuación un ejemplo de este tipo de escalera tipo gatera, la cual permite realizar distintas operaciones de manera segura en la unidad de generación:



Figura 3-18: Escalera tipo gatera

Asimismo, se muestra un ejemplo de cuerda de vida requerida por norma:



Figura 3-19: Cuerda de vida

Para los proyectos en techumbre cuya potencia instalada sea mayor o igual a 30 kW deberán tener la infraestructura de acceso, pasillo técnico (ver Figura 3-20), cuerda de vida y vía de tránsito necesaria para permitir la mantención de la instalación fotovoltaica. En este caso, de manera adicional, se deben instalar vías de tránsito y pasillos técnicos para un correcto desplazamiento sobre la techumbre.



Figura 3-20: Pasillos técnicos

3.15 LOS ALIMENTADORES Y CONDUCTORES DE LOS CIRCUITOS DE AC QUEDAN PROTEGIDOS POR LA CAPACIDAD DE SU CORRESPONDIENTE PROTECCIÓN

Los alimentadores son los cables que van desde el medidor al tablero general. Para que los conductores estén protegidos no deben alcanzar corrientes elevadas, donde su aislación corre peligro de derretirse por efecto de la temperatura. Para esto, se utilizan termo magnéticos apropiados que protejan los conductores. Por ejemplo: si el conductor soporta 20 [A], se debe usar un termo magnético con una capacidad máxima de 16[A] para que dicha protección opere antes que el conductor alcance niveles de temperatura peligrosos en la instalación.

Para identificar la capacidad de los conductores se debe mirar el rótulo que debe ir impreso en la aislación. La normativa chilena 4/2003 define para cada sección transversal, un límite de corriente máxima permitido por conductor. A continuación, se muestra una tabla con valores de sección transversal y su correspondiente capacidad.

Tabla 3- 2: Sección Nominal y capacidad de corriente para conductores típicos

Sección nominal en [mm^2]	Capacidad de corriente [A] a 20°C
1,0	8
1,5	13
2,5	21
4,0	34
6,0	50

Fuente: Norma 4 / 2003.

3.16 EL TABLERO ESTÁ ROTULADO Y TIENE CUADROS INDICATIVOS DE CIRCUITOS

Se debe verificar que el tablero presente un rotulado mostrando su identificación, además al interior del este debe tener un rótulo que indique sus características dimensionales y debe tener un plano unilineal de los circuitos eléctricos instalados.

Todos los tableros, por normativa chilena, deberán llevar estampada en forma visible, legible e indeleble la marca de fabricación, la tensión de servicio, la corriente nominal y el número de fases. El responsable de la instalación deberá agregar en su oportunidad su nombre o marca registrada.

Adicional a esto, todos los aparatos de maniobra o protecciones deberán marcarse en forma legible, permanente e indeleble, indicando cuál es su función. De igual manera se hará a los alimentadores. Estas marcas deberán ser realizadas de forma de asegurar su permanencia durante la vida útil del elemento.

Los tableros deben tener adherida de manera clara, permanente y visible, la siguiente información:

- Cuadro para identificar los circuitos y su función.
- La posición que deben tener las palancas de accionamiento de los interruptores, al cerrar o abrir el circuito, en forma visible.
- Todo tablero debe tener su respectivo diagrama unilineal (plano) actualizado.

Adicional al rotulado, el fabricante de tableros debe poner a disposición del usuario el grado de protección y el tipo de ambiente para el que fue diseñado en caso de ser especial (corrosivo, intemperie, áreas explosivas).



Figura 3-21: Rotulos en tableros electricos

3.17 LA UG (UNIDAD DE GENERACIÓN) CUENTA EN EL TABLERO GENERAL O DE DISTRIBUCIÓN, CON UN INTERRUPTOR MAGNETOTÉRMICO

Los interruptores magneto térmicos o comúnmente llamados automáticos, en el caso de instalaciones fotovoltaicas, deben ser bipolares para el caso monofásico y tetra polares en caso trifásico. Se pueden identificar por la forma, en el caso monofásico dos interruptores están unidos entre sí, para el caso trifásico cuatro interruptores están unidos entre sí.

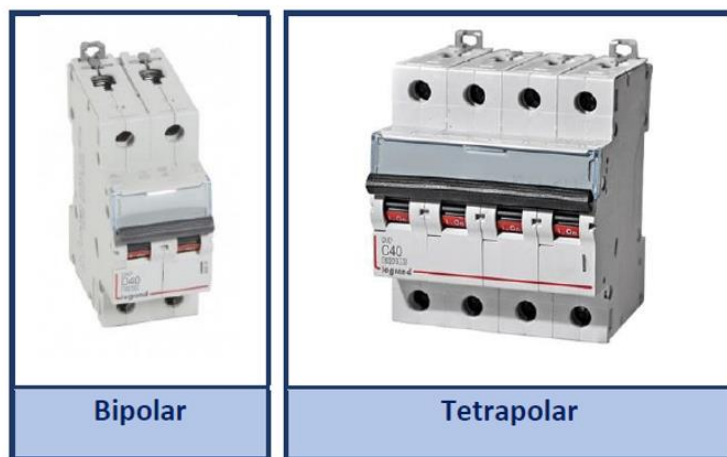


Figura 3-22: Disyuntores magnetotermicos bipolar y tetrapolar

3.18 LA UG CUENTA EN EL TABLERO GENERAL O DE DISTRIBUCIÓN, CON UN PROTECTOR DIFERENCIAL DESTINADOS A LA UG

El tablero debe contar con protectores diferenciales, los cuales detectan corrientes de fuga, que pueden ser mortales cuando están en contacto con una persona. El funcionamiento de este dispositivo, se basa principalmente en medir la corriente de entrada (a través del conductor de fase) y paralelamente medir la corriente de salida (a través del conductor de neutro), si llegase a existir una diferencia entre ambas mediciones, mayor a 30 o 300 mA (dependiendo del tipo de diferencial), operará cortando el paso de corriente en la instalación.

Por otro lado, se puede verificar el correcto funcionamiento del diferencial, lo cual puede se realiza presionando el botón “test” como se ve en la figura 3-13. Al presionar el botón, se está simulando una fuga de corriente, por lo cual las cargas conectadas al circuito deberán desenergizarse por completo, si esto no ocurre, el diferencial no funciona correctamente y debe ser reemplazado.



Figura 3-23: Prueba en disyuntores diferenciales

3.19 LOS TABLEROS DE AC CUMPLEN CON LA NCH ELEC. 4/2003 (NORMA ELECTRICA DE BAJA TENSIÓN).

Los tableros de AC deben cumplir con las siguientes normativas:

- Debe existir espacio suficiente entre las paredes del tablero y los automáticos para permitir un fácil mantenimiento.
- Se debe considerar un espacio libre de 25% para posibles ampliaciones de capacidad.
- Debe contener cubierta cubre equipos o contrapuerta y una puerta exterior.
- La puerta exterior deberá contar una chapa o llave o un dispositivo equivalente.
- Debe poseer un grado IP acorde al lugar de instalación.
- Debe estar aterrizado.

A continuación, se muestra como se debe ver un tablero construido bajo norma:

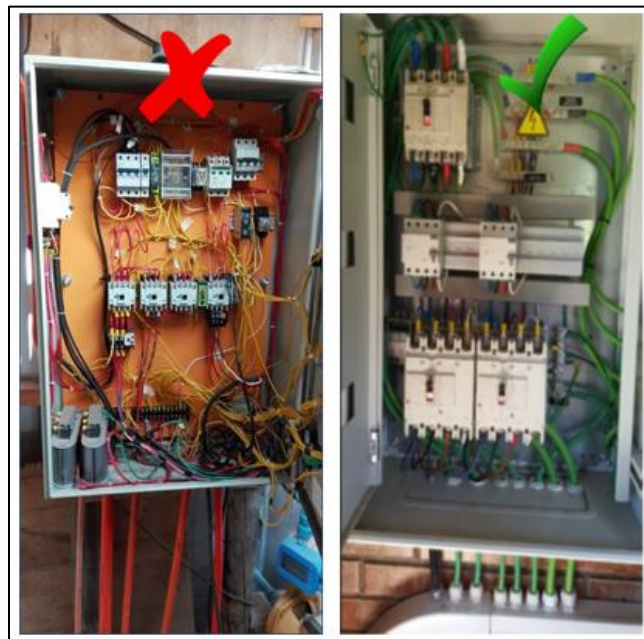


Figura 3-24: Tablero general bajo norma

En los automáticos sólo se debe conectar un conductor en su entrada y la continuación de dicho conductor en la salida. No está permitido ocupar las conexiones de las protecciones (o bornes de las protecciones) como puntos de conexión de cableados; para esto se debe utilizar una regleta o una barra de cobre que realice la derivación de la corriente a varios conductores. Lo anterior queda reflejado bajo la siguiente imagen:

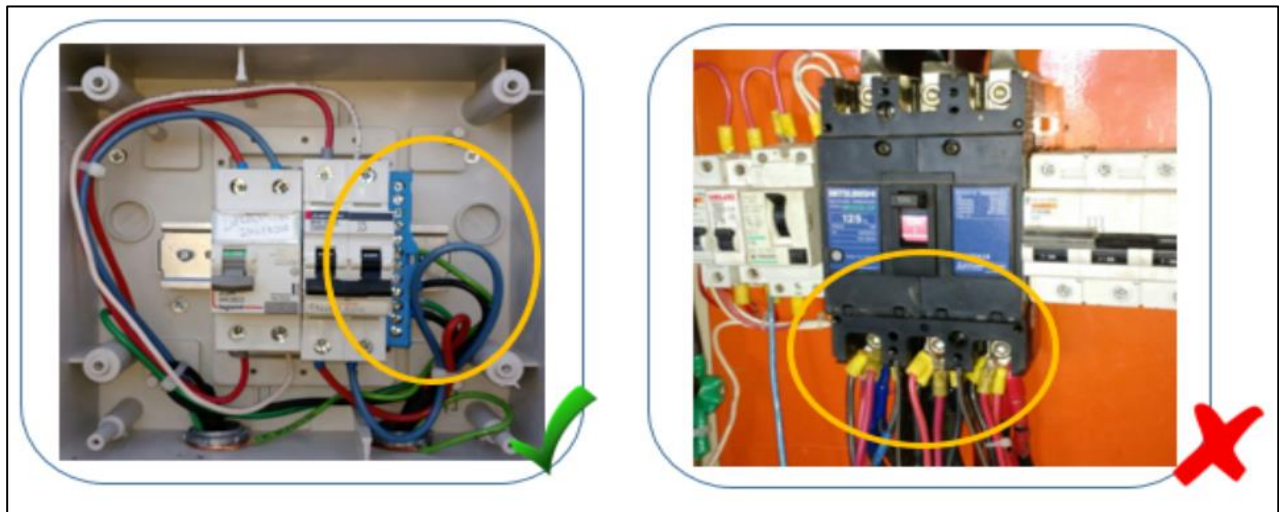


Figura 3-25: Uso de borneras

Para realizar el cálculo de capacidad de un tablero (dimensiones), debemos considerar la cantidad de módulos que éste soporta, esta información la encontraremos especificada en la ficha técnica. Los módulos hacen referencia a los disyuntores en el interior de un tablero, un disyuntor monopolar equivale a un módulo, un disyuntor bipolar equivale a dos módulos, un disyuntor tetrapolar equivale a cuatro módulos, por lo tanto se debe contar la cantidad de módulos existentes en el interior del tablero y luego considerar que el tablero debe tener un espacio libre de al menos un 25%.

3.20 LOS CONDUCTORES DE UG EN CC Y CA, SE IDENTIFICAN O CUMPLEN CON EL CÓDIGO DE COLORES

Para instalaciones monofásicas la fase debe ser de color Rojo, el neutro de color blanco y la tierra de color verde o verde/amarillo, por otro lado, para instalaciones trifásicas las fases deben ser de color azul, negro y rojo para las fases, el neutro de color blanco y la tierra verde/amarillo.



Figura 3-26: Colores para conductores monofásicos y trifásicos

3.21 LOS TABLEROS EXTERNOS DE CC O CAJAS DE COMBINACIÓN DE STRING CUENTAN CON UN SECCIONADOR BAJO CARGA, DESCARGADORES DE SOBRETENSIÓN TIPO 2, FUSIBLES O INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS EN CC. (APLICABLE CONEXIONES DE INVERSOR CENTRAL)

Los tableros de CC o cajas de combinación de string son necesarias cuando se cuenta con más de un string de paneles fotovoltaicos. Si se tiene más de un string y como los inversores por lo general cuentan con entradas limitadas (1 o máximo 2 entradas en CC) se deben juntar todos los string existentes para conectarlos al inversor. También se puede dar el caso, que la distancia entre los strings y el inversor sean tan extensas que sea más económico canalizar sólo un par de conductores, para lo cual se debe realizar la unión en paralelo de los strings. Dicho lo anterior, surge la necesidad de crear un tablero de CC. Estos tableros deben presentar las siguientes protecciones:

- Seccionador bajo carga.
- Descargadores de sobretensión tipo 2.
- Fusibles o interruptores automáticos en CC, polos negativos, por cada string.
- Fusibles o interruptores automáticos en CC, polos positivos, por cada string.

- Bornes de conexión CC para línea colectora hacia el inversor.
- Borne de conexión para conductor de puesta a tierra.
- Borne de conexión para contacto de aviso de fallo sin potencial,
- El tablero CC deberá tener un IP65, o mínimo IP54 cuando se ubique bajo techo

El tablero CC debe contener un seccionador bajo carga, un descargador de sobretensión tipo 2 y fusibles. El seccionador bajo carga, corta la conexión entre dos partes del circuito en cualquier momento de operación, por su parte un descargador de sobretensión tipo 2, protege a los sistemas de baja tensión contra sobretensiones y elevados picos de corriente que pueden generarse por la caída directa o indirecta de rayos y los fusibles, los disyuntores termo magnéticos se están comenzando a utilizar gradualmente, al igual que en corriente alterna el disyuntor debe tener una corriente de corte inferior a la capacidad nominal de los cables utilizados. A continuación, se muestran fusibles y disyuntores para corriente continua:

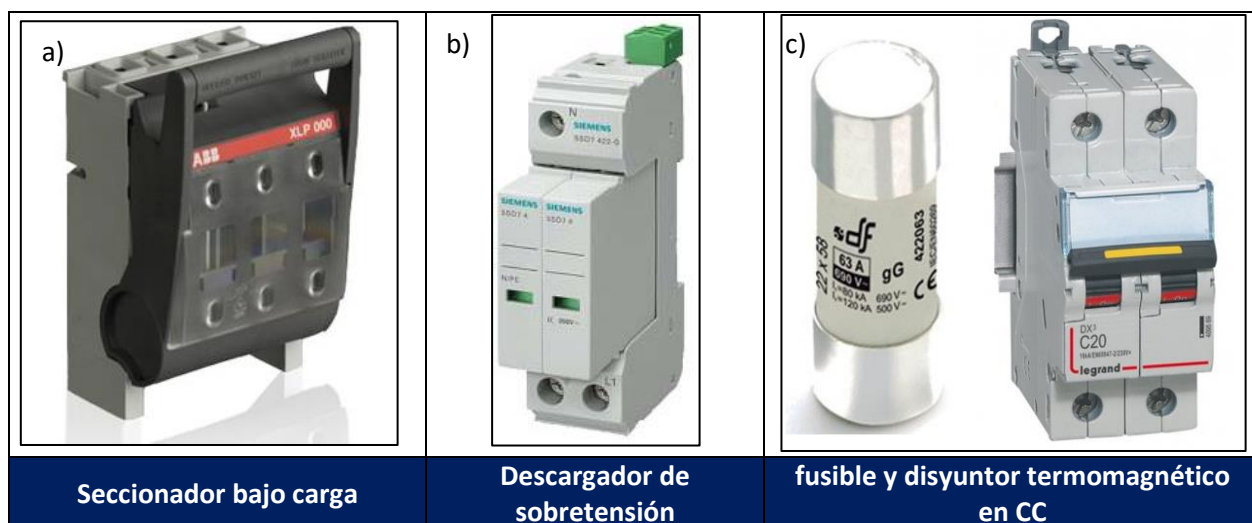


Figura 3-27: Equipos de un tablero CC a) Seccionador bajo carga, b) Descargador de sobretension y c) fusible y disyuntor termomagnetico en CC

3.22 LA CANALIZACIÓN ESTÁ EN CONFORMIDAD CON LA NCH 4/2003 (NORMA ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN).

La canalización es la tubería que contiene a los conductores en su interior y los protege del medio en el que se encuentren. Existen canalizaciones de plástico (PVC) y canalizaciones metálicas, en ambos tipos de canalizaciones podemos encontrar tuberías flexibles, las cuales por normativa no pueden tener un largo superior de 2 metros, si el tramo excede este largo, se debe usar tubería rígida.

Las canalizaciones de PVC se usan usualmente para interiores donde la tubería no sea expuesta a condiciones climáticas como sol, lluvia etc. Está prohibido el uso de esta tubería en las siguientes condiciones:

- Lugares que presenten riesgos de incendios o de explosión.
- Como soporte de equipos y otros dispositivos.
- Expuesta directamente a la radiación solar (excepto si el material de la tubería está expresamente aprobado para este uso y la tubería lleva marcada de forma indeleble esta condición).
- Donde están expuestas a daños físicos severos que excedan la resistencia mecánica para la cual la tubería fue diseñada.
- En donde la temperatura ambiente exceda la temperatura para la cual la tubería fue aprobada.
- Para llevar conductores, cuya temperatura de servicio exceda la temperatura para la cual la tubería fue aprobada.

A continuación se muestran los tipos de tuberías no metálicas, rígidas y flexibles, las cuales podemos encontrar comúnmente en una instalación eléctrica.



Figura 3-28: Canalizaciones no metálicas

En los casos en los que no se puede utilizar tuberías plásticas, se utilizarán tuberías metálicas, las cuales pueden ser rígidas o flexibles:



Figura 3-29: Canalizaciones metálicas

3.23 LOS CONDUCTORES, CANALIZACIONES Y CONEXIONES ELÉCTRICAS NO QUEDAN SOMETIDOS A ESFUERZOS MECÁNICOS PERMANENTES NI ACCIDENTALES.

Todos los sistemas de canalización deberán ser resistentes a los impactos, compresiones y deformaciones, en general, tener una resistencia mecánica suficiente como para soportar los esfuerzos a que se verán sometidas durante su manipulación, montaje y uso.

Los conductores, no se pueden utilizar como soporte de otras estructuras o utilizarse para colgar otros dispositivos de cualquier tipo, deben ir siempre canalizados, tanto en el lado de CC como en el de CA. Los conductores no deben estar expuestos a posibles accidentes debido a que se encuentren entorpeciendo el paso de la gente





Figura 3-30: Ejemplos de buenas y malas canalizaciones

3.24 MEDIDAS DE SEGURIDAD MANEJO DE BATERIA

La batería de acumulación es el elemento de los sistemas solares fotovoltaicos de pequeña potencia que representa mayor peligro para cualquier persona que necesite manipularla, tanto por sus características eléctricas como por las químicas. Se exponen a continuación consideraciones que deben tenerse en cuenta para evitar accidentes:

- Desenergizar el sistema antes de realizar medición.
- Las baterías deben mantenerse en una posición vertical en todo momento. El contenido de electrolito en la batería se derramará si se inclina a más de 20 grados (riesgo de derrame de ácido sulfuroso).
- El ácido es corrosivo. Es obligatorio estar equipado con prendas de protección, guantes, gafas o máscara y calzado adecuado cuando se manipulen elementos. En caso de caída o derrame de ácido electrolito sobre la piel, ojos o cualquier otra parte del cuerpo, se lavará inmediatamente la zona afectada con agua limpia y fresca durante 15 min. Se debe consultar inmediatamente un médico.
- No se depositará o dejará caer sobre los elementos ningún objeto metálico. Nunca deberá llevarse anillos, pulseras, collares o cualquier otro objeto metálico cuando se trabaje con baterías.
- Siempre que las necesite, use herramientas con mangos aislados eléctricamente.
- No se fumará o producirá chispa o llama en la sala de baterías o en las proximidades de las baterías. Se evitará cualquier objeto o materia capaz de producir chispa. Los gases producidos por la batería pueden ser explosivos.
- Se extremarán todas las medidas de seguridad cuando se trabaje con baterías con un gran número de elementos conectados en serie. Tenga en cuenta que trabajará en un entorno con una tensión continua muy elevada.

3.25 NIVELES DE TENSION EN BATERIAS

Los niveles de tensión que presenta una batería, sirven como un indicador acerca de su correcto funcionamiento o de si se trata de una batería defectuosa.

Estos niveles de carga variarán según el fabricante, pero se puede tomar como referencia en un sistema de baterías a 12V: 12,7V sería aproximadamente la batería cargada y 11,6V la batería descargada. Si una batería de 12V ofrece un voltaje menor a 11V significará que está en mal estado.

En un sistema de baterías a 24V: 25,4V sería aproximadamente la batería cargada, mientras que 23,2V sería la batería descargada. Con lo cual, si una de las baterías de este sistema solar de 24V ofrece un voltaje menor que 23V, esa batería presenta problemas.

Para finalizar, en un sistema de batería solar de 48V: 50,8V sería aproximadamente la batería cargada y 46,4V la batería descargada. Un voltaje menor que 46V, indicará que alguna de las baterías del equipo solar está mal y no funciona correctamente.

Tabla 3- 3: Porcentaje de carga vs tension batería

PORCENTAJE DE CARGA	INSTALACIÓN A 12 VOLT	INSTALACIÓN A 24 VOLT	INSTALACIÓN A 48 VOLT
100 %	12.7	25.4	50.8
90 %	12.6	25.2	50.4
80 %	12.5	25.0	50.0
70 %	12.3	24.6	49.2
60 %	12.2	24.4	48.8
50 %	12.1	24.2	48.8
40 %	12.0	24.0	48.0
30 %	11.8	23.6	47.2
20 %	11.7	23.4	46.8
10 %	11.6	23.2	46.4
0 %	<= 11.6	<=23.2	<= 46.4

Fuente: Fotovoltaica Benissa.

3.26 COMO REALIZAR MEDICIÓN DE TENSION EN LAS BATERÍAS

El primer paso para realizar la medición de tensión en corriente continua es posicionar la perilla de elección del instrumento en la escala de tensión o voltaje indicada, se debe asegurar que lo que se está midiendo sea voltaje continuo, se identifica esto a través de una letra "V" mayúscula o las siglas "DCV". Es importante recordar que se debe tomar todas las precauciones pertinentes en prevención de riesgos eléctricos, por lo que se solicita interactuar con los equipos usando guantes dieléctricos.

La punta negra del multímetro estará conectada en el puerto "COM" y la punta roja en el puerto donde encontraremos la misma letra "V" mayúscula.

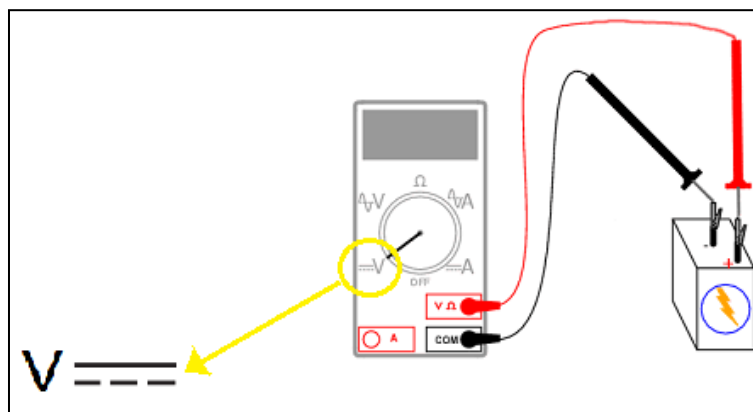


Figura 3-31: Guia medicion de Tension baterias

Ahora sólo se tiene que tocar, con las puntas, los bornes o terminales de la batería, punta roja a positivo y punta negra al lado negativo de la batería. Al hacer esto el multímetro mostrará el voltaje que contiene la batería.



Figura 3-32: Medicion de tension baterias

3.27 INSPECCION VISUAL BANCO BATERIAS

Al momento de inspeccionar las baterías, se debe asegurar que se encuentran en perfecto estado, por lo tanto se deben revisar y efectuar un mantenimiento cada 3 meses aproximadamente. Es importante que se realice este tipo de acciones para poder discriminar si las baterías necesitan ser reemplazadas o no.

También es de relevancia mencionar el extremo cuidado que se debe tener al momento de la manipulación de éstas o la limpieza superficial, ya que los polos de estos dispositivos no pueden quedar en contacto con nada de metal.

Conductores:

- Verificar si los cables de conexión de las baterías están en buen estado.
- Se deberá ver el estado del cableado y si ha habido algún calentamiento o quemadura del plástico protector principalmente entre el banco de baterías y el inversor. El sobrecalentamiento del cableado puede deberse a utilizar un cable demasiado delgado.
- Asegúrese de que los cables de la batería no estén deshilachados y que el aislamiento no esté dañado.
- Asegúrese de que los cables de la batería sean flexibles y se puedan doblar fácilmente. Si los cables crujen cuando se los dobla, significa que están oxidados.



Figura 3-33: Conductores en buen y mal

estado

Baterías:

- Corroborar que la información característica de la batería corresponde a la indicada en el diseño.



En la imagen: Batería Ultracell, 12V, 7.2Ah, 20HR

Figura 3-34: Tablero Ficha tecnica bateria

- Asegúrese de que la superficie de la batería no esté sucia ni húmeda.
- Asegúrese de que las conexiones de la batería estén limpias y sin corrosión.
- Asegúrese de que la batería no tenga bornes flojos y de que la caja no tenga grietas, abolladuras, ni signos de pérdida de líquido.
- Observar si en algún momento la batería se infla o aparece con una sudoración de color blanco en los bornes o terminales. Esto indica que la batería está trabajando a una temperatura no adecuada, o que se está descargando en forma excesiva.
- Verificar la fortaleza de la estructura o estantería de soporte de las baterías.
- Verifique que la batería esté correctamente asegurada y que las piezas de montaje (conductores entre baterías) posean una holgura en caso de presentarse movimiento o sismo.
- La sala de baterías estará seca, cuenta con buena ventilación y su temperatura media estará comprendida entre 20°C y 25°C. Ningún elemento deberá estar directamente expuesto al sol.

Inspección de medición con multitester en batería:

- Verificar el voltaje del banco de baterías si está dentro del rango aceptable acorde a la tabla 3.3 antes presentada.

A modo de ejemplo, se presentan las siguientes imágenes para que fiscalizador o quien revise la instalación tenga conocimiento de una batería en buen estado, con una correcta conexión del cableado y otra que no.



Figura 3-35: Bornes en buen y mal estado

ANEXO 1. “PLANILLA CHECK LIST DE RECEPCIÓN “

CHECK LIST TÉCNICO TERRENO

RECEPCIÓN DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS

ON - GRID y OFF - GRID

ÍTEM	ASPECTOS VERIFICADOS	CUMPLE			OBSERVACIÓN
		SI	NO	N/A	
TERRENO					
General	1	La instalación eléctrica ejecutada concuerda con el proyecto declarado. (Diferencias importantes)			
	2	Los tableros, los inversores y demás componentes de la instalación cumplen con el grado IP para el lugar donde están instalados.			
	3	Características generales que se deben cumplir en toda instalación fotovoltaica, lo declarado en planos debe ser igual a lo instalado (ver memoria explicativa).			
	4	La UG y sus componentes cumplen con el etiquetado, señáleticas, procedimientos de apagado y placa requerida (en forma legible e indeleble).			
Estructura	5	Existe camarilla de registro o un punto accesible de manera permanente para la medición del sistema de puesta a tierra.			
	6	Partes metálicas de la instalación están protegidos contra tensiones peligrosas. Esto incluye las estructuras de soporte y los equipos. (Se debe verificar que las uniones estén bien afianzadas).			
	7	Existe continuidad del sistema de puesta a tierra y / o red equipotencial.			
Paneles	8	Las conexiones de los módulos fotovoltaicos cuentan con conectadores tipo MC4 o equivalentes.			
	9	Los módulos fotovoltaicos están sin daños y los módulos que conforman un string corresponden a un mismo tipo de panel. (Marca, modelos y características técnicas)			
	10	El conductor fv del panel al inversor es del tipo pv, pv1-f, energyflex, exzhellent solar zz-f (as), xz1fa3z-k (as) o equivalente. (norma tñv 2 pfg 1169/08.2007.) O norma une-en 50618			
Inversor	11	El procedimiento de apagado de emergencia de la UG esta visible en el costado de la UG o cercano al tablero electrico que lo comande.			
	12	Comprobar prueba básica Anti-Isa, desconectar protección termomagnética del empalme y verificar que el inversor se desconecte en forma automática. (En los casos que no se pueda desconectar desde el empalme, se desconectará desde el circuito dedicado a la UG).			
	13	Prueba básica de conexión y reconexión, deberá apagar el inversor desconectándolo de la red CA (desde la protección termomagnética) y volver a conectar la red CA y verificar que el inversor se conecte en un tiempo no inferior a 60 segundos.			
	14	Infraestructura en techumbre requerida cumple lo requerido según potencia instalada.			
Tableros	15	Los alimentadores y conductores de los circuitos de AC quedan protegidos por la capacidad de su correspondiente protección.			
	16	El tablero está rotulado y tiene cuadros indicativos de circuitos			
	17	La UG cuenta en el tablero general o de distribución, con un interruptor magnetotérmico. (Bipolar para instalaciones monofásicas y tetrapolar para instalaciones trifásicas)			
	18	La UG cuenta en el tablero general o de distribución, con un protector diferencial destinados a la UG. (El protector diferencial para UG menores a 10 kW de 30 mA y para iguales o mayores a 10 kW no debe ser mayor a 300 mA).			
	19	Los tableros de AC cumplen con la NCH Elec. 4/2003. (Volumen libre, uso de terminales y cubierta cubre equipos o contrapuerta)			
	20	Los conductores de UG en CC y CA, se identifican o cumplen con el código de colores.			
	21	Los tableros externos de cc o cajas de combinación de string cuentan con un seccionador bajo carga, descargadores de sobretensión tipo 2, fusibles o interruptores automáticos en cc. (aplicable conexiones de inversor central).			
Canalización	22	La canalización está en conformidad con la NCH Elec. 4/2003			
	23	Los conductores, canalizaciones y conexiones elédricas no quedan sometidos a esfuerzos mecánicos permanentes ni accidentales.			
Baterías	24	Medidas de seguridad manejo de batería.			
	25	Niveles de tension en baterías cuando se encuentran NO operativas.			
	26	Los niveles de tension de las baterías se encuentran en rango aceptable.			
	27	La inspeccion visual de las baterías			
OBS					

ANEXO 2 “DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN”

A2.1 PROTECCIÓN TERMOMAGNÉTICA

Un interruptor termo magnético es un dispositivo capaz de interrumpir la corriente eléctrica de un circuito cuando ésta sobrepasa ciertos valores máximos. Su funcionamiento se basa en dos de los efectos producidos por la circulación de corriente en un circuito: el magnético y el térmico. Así, la protección opera cuando se sobrepasan los valores nominales de corriente o temperatura.

De esta manera, las sobrecargas son detectadas por dos relés diferentes: térmicos en el caso de sobrecargas, magnéticos en el caso de cortocircuitos.

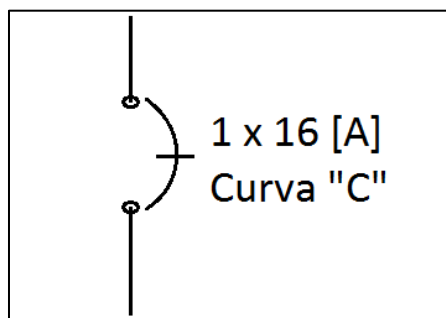


Figura A-1: Símbolo de termomagnético eléctrico

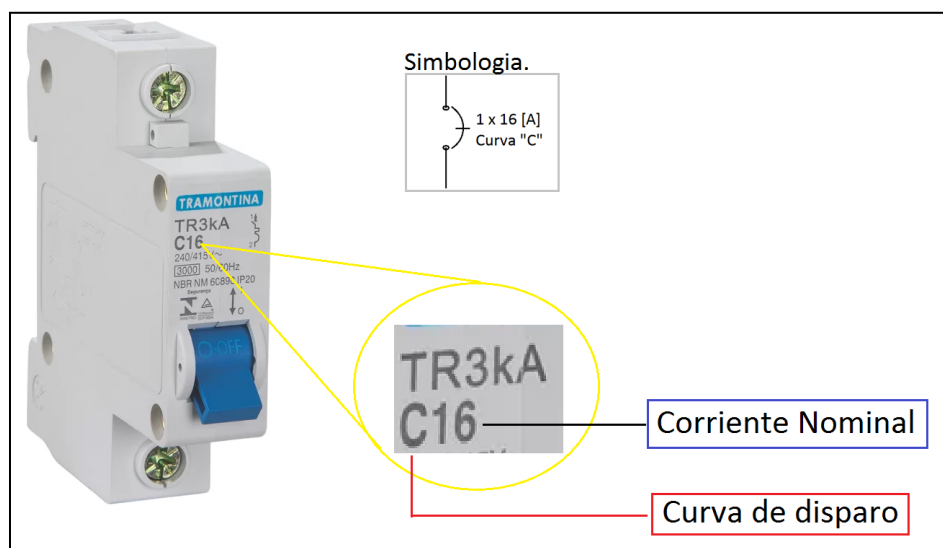


Figura A-2: Termomagnético monofásico

A modo de explicación, se menciona que las curvas de disparo de los termo magnéticos dicen relación con la velocidad que operan cuando ocurre uno de los dos fenómenos de accionamiento.

A2.2 PROTECCION DIFERENCIAL

Los dispositivos diferenciales son un medio eficaz para la protección de las personas contra los riesgos de la corriente eléctrica en baja tensión como consecuencia de un contacto directo o indirecto. El objetivo de los dispositivos diferenciales, es detectar las corrientes de fuga a tierra y actuar interrumpiendo el circuito en caso de que dichas corrientes supongan un peligro para las personas o los bienes.

A continuación, se identifica el símbolo para disyuntores diferenciales:

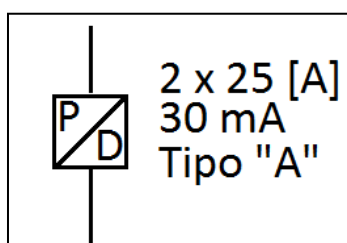


Figura A-3: Representación de un disyuntor diferencial bifásico

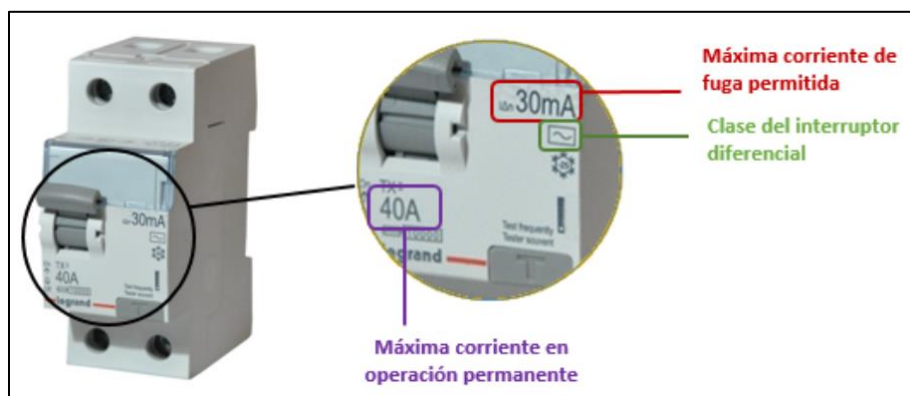


Figura A-4: Disyuntor diferencial tipo AC

Las instalaciones fotovoltaicas deben tener una protección diferencial tipo A, por otro lado, el circuito de enchufes debe tener un diferencial tipo AC. El diferencial tipo A se diferencia del AC porque permite la detección de corrientes continuas pulsantes, ambos diferenciales se pueden identificar como se muestra a continuación:

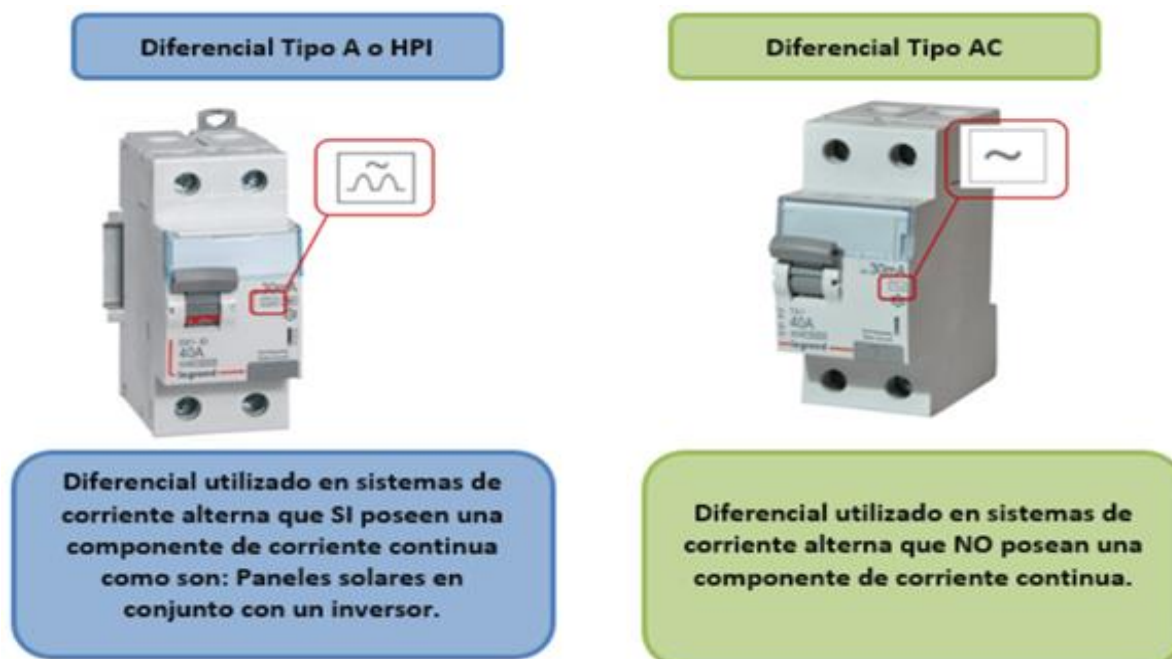


Figura A-5: Diferencias entre diferenciales tipo A y AC

A2.3 PUESTA A TIERRA EN LOS PANELES

El principal rol de la conducción a tierra es desviar la corriente a través de un conductor de cobre, impidiendo que entre en contacto con una persona y produzca un shock eléctrico. Este cable consiste en un filamento conductor conectado a una barra Cooper o malla enterrada bajo tierra y será por el cual circularán los electrones que pueden escapar de los equipos frente a cualquier falla.

En la base de los paneles fotovoltaicos existen bornes de puesta a tierra, es importante que estos bornes sean utilizados para las conexiones a tierra y que no se hayan realizado orificios por parte del instalador, debido a que esto pone fin inmediatamente a la garantía del panel.



Figura A-6: Bornes para puestas a tierra

A2.4 CONEXIÓN ENTRE PANELES

Todas las conexiones que salen de los paneles fotovoltaicos deben estar bien afianzadas y no debe existir ningún cable colgando por el aire, las conexiones de los conductores de cada panel se deben realizar con los terminales tipo MC4, como se muestra en la siguiente figura.

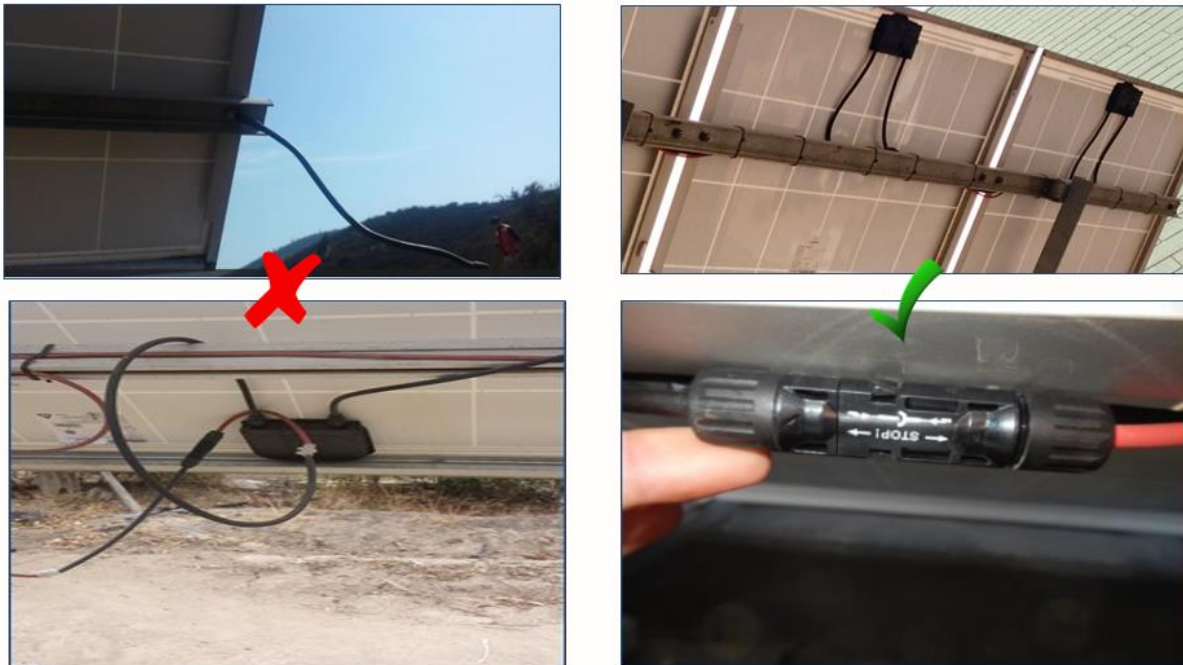


Figura A-7: Conexiones y conectores para paneles FV