

## SISTEMA DE GENERACIÓN FOTOVOLTAICO

# RECOMENDACIONES TÉCNICAS

PATRICIA AVARIA R.  
PERIODISTA, REVISTA BIT

■ El correcto diseño de un sistema de generación fotovoltaico es primordial para aprovechar al máximo el potencial generador de esta tecnología. ■ Existen distintos criterios para el diseño, ya que el sistema fotovoltaico presenta múltiples variables. Conocerlas y saber cómo abordarlas, resulta clave.

**C**ON EL OBJETIVO de fomentar la sustentabilidad, el ahorro y un entorno amigable en viviendas y edificaciones, es que en el sector construcción se han desarrollado con mayor frecuencia proyectos que incluyen estrategias y tecnologías limpias. Una de ellas es la energía fotovoltaica, una fuente que produce electricidad a partir de la radiación solar, gracias a un dispositivo semiconductor denominado célula fotovoltaica, o bien mediante una deposición de metales sobre un sustrato, llamada célula solar de película fina.

Dentro de las energías renovables, la fotovoltaica se presentaría, de acuerdo a los expertos consultados, como una de las más pro-

metedoras en el aprovechamiento del recurso energético. Chile, en esta línea, es un país privilegiado gracias a las condiciones de radiación que presenta el territorio. Esto, sumado al alcance de la tecnología y a su experiencia tangible hace que sea una solución cada vez más competitiva, de bajo impacto ambiental y de creciente desarrollo.

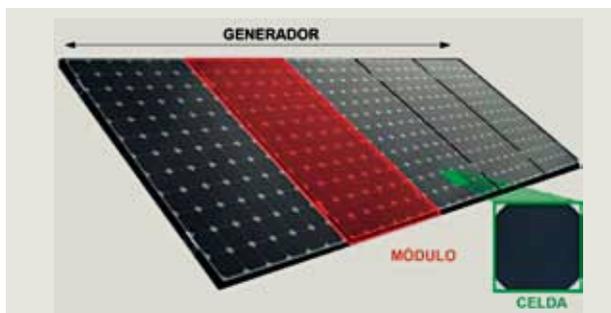
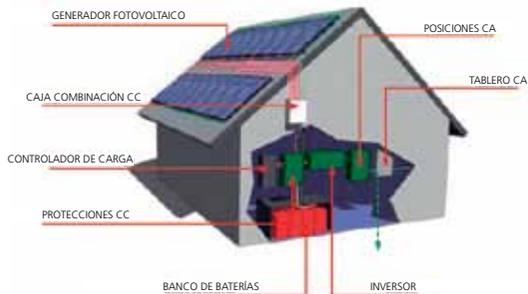
En el ámbito legal, la Ley N°20.571 crea un marco regulatorio a la inyección de energía para los pequeños medios de generación de Energías Renovables No Convencionales, ERNC, lo que genera un interés en la implementación de estos métodos.

Según el documento técnico "Diseño y Dimensionamiento de Sistemas Solares Fotovoltaicos Conectados a Red" de la Corporación de Desarrollo Tecnológico, CDT, de la Cámara Chilena de la Construcción, CChC, el progreso de la generación de energía solar

es reconocida como una oportunidad para un mercado importante, lo que a su vez entrega mayor seguridad a la hora de su instalación. Justamente un correcto diseño y dimensionamiento del sistema, asegura su buen funcionamiento. A continuación, algunas recomendaciones.

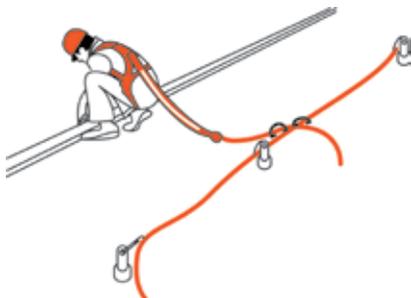
### TIPOS DE CONEXIÓN

Un sistema de generación fotovoltaico posee dos tipologías básicas, que aparecen descritas a continuación. Se trata de, las instalaciones aisladas ("off-grid") y las conectadas a la red ("on-grid"). Existen otras tipologías híbridas, que combinan los sistemas aislados y conectados a la red para disponer de un suministro de energía cuando falla la red eléctrica o un sistema aislado con otros tipos de generación de energía para satisfacer el consumo de manera más uniforme a lo largo del día.



## SISTEMAS AISLADOS

El objetivo de esta tipología se basa en satisfacer directamente la demanda energética de los consumos asociados independientes de la red eléctrica. Estos sistemas se utilizan para alimentar satélites, señales viales, equipos de telecomunicaciones, de bombeo de agua y viviendas sin acceso a la red eléctrica. El sistema de generación aislado requiere de un elemento almacenador de energía, generalmente una batería, siendo este el elemento crítico en una instalación aislada. Si deja de funcionar el generador fotovoltaico, el consumo de las cargas es cubierto en cualquier momento por la batería. Una excepción es el sistema de bombeo solar directo, donde la bomba ajusta su potencia a la energía disponible y por tanto, no se requiere de baterías.



Para la instalación fotovoltaica se deben tomar en cuenta todas las precauciones respetando las normativas aplicables a las instalaciones eléctricas. Ejemplo de ello es el uso de arnés y cuerda de vida.

## SISTEMAS CONECTADOS A LA RED

El objetivo de esta tipología es producir electricidad en complemento a la recibida de la red eléctrica, no contando con elementos de almacenamiento, ya que toda la energía producida es consumida inyectando solo los excedentes a la red, o completamente a la red eléctrica. En la topología de inyección de excedentes la energía generada está destinada en primer lugar para autoconsumo y los excedentes son inyectados a la red. Para ello, se utiliza un sistema de medición (un medidor bidireccional o dos medidores unidireccionales), que entrega el balance entre la energía generada y la consumida. La conexión a la red puede ser monofásica o trifásica, dependiendo de la configuración elegida y las características del punto de conexión a la red.

La calidad de la energía inyectada debe cumplir las normas dispuestas en el reglamento técnico vigente en el país, para no perturbar el comportamiento de la red ni a los equipos conectados a ella. Adicionalmente a esto, el inversor debe ser capaz de sincronizar la corriente generada con la tensión de la red eléctrica y detectar una eventual caída de ésta para desconectar la generación, evitando así las islas energéticas.

## DIMENSIONAMIENTO

El correcto diseño de un sistema de generación fotovoltaico es primordial para aprove-

char al máximo el potencial generador de esta tecnología. Existen distintos criterios para el diseño, ya que el sistema fotovoltaico presenta múltiples variables, como la tecnología del generador, la distribución de inversores, la localidad, la superficie, entre otras, por lo que su diseño se puede abordar desde distintas perspectivas.

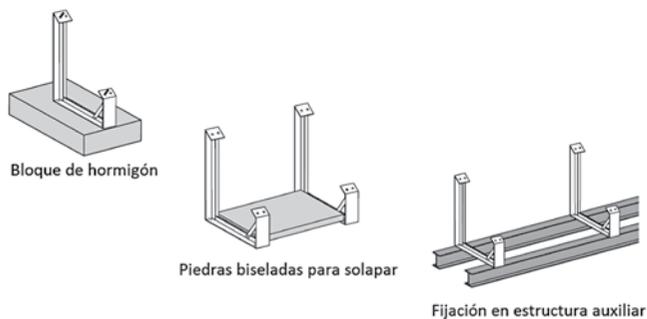
En el caso de un sistema de generación aislado normalmente el diseño se realiza en base al perfil de consumo del usuario. Por otra parte, en el caso de un sistema de generación conectado a la red, el diseño se puede abordar desde la perspectiva de favorecer el autoconsumo. Lo anterior se basa en la máxima utilización de la superficie disponible para la instalación de un generador fotovoltaico, o tomando en consideración la limitante de la potencia del empalme a la red eléctrica a la que se conecta el sistema.

## INSTALACIÓN DE SISTEMAS CONECTADOS A LA RED

Una instalación fotovoltaica es un sistema eléctrico, por lo cual se deben tomar en cuenta todas las precauciones que este tipo de sistemas requiere, respetándose las normativas aplicables a las instalaciones eléctricas (Nch4/2003 de la Superintendencia de Electricidad y Combustibles, SEC, y todas aquellas que se encuentren vigentes).

En consecuencia de lo anterior, es recomendable que al menos un integrante del equipo

La estructura de montaje debe ajustarse a la superficie de instalación, ya sea esta horizontal o inclinada, recordando cuál es la orientación e inclinación idóneas. El método de anclaje debe soportar las cargas de tracción.



GENTILEZA SCHÜCO INTERNATIONAL KG.

portante evitar la circulación de animales y de personas cerca del generador fotovoltaico, lo que hace necesaria la instalación de señaléticas informativas (evitando que sombreen los módulos).

Antes de proceder a la instalación, se deben considerar todos los aspectos logísticos, tales como la accesibilidad al sitio de instalación, el método de anclaje y la manera de trasladar los módulos (en especial para sitios en altura).

## INSTALACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE SOPORTE

La estructura de montaje debe ajustarse a la superficie de instalación, ya sea esta horizontal o ladeada, recordando cuál es la orientación e inclinación idónea. El punto clave es la selección del método de anclaje, ya que debe soportar las cargas de tracción, manteniendo a la estructura firme y evitando posibles volcamientos por la acción del viento.

Para las instalaciones sobre tejado, se deben evitar las filtraciones y el deterioro de la superficie de la techumbre producto del anclaje en las instalaciones sobre tejado. Ade-

que ejecuta la instalación cuente con la debida certificación por parte de la SEC, supervisando las acciones eléctricas realizadas. Además, en el caso de instalaciones fotovoltaicas realizadas en altura, se deben considerar todas las precauciones que esto implica (cuerdas de vida, arnés, etcétera).

En lo que refiere a las obras de instalación que modifican la vivienda, es necesario cumplir con la Ordenanza General de Urbanismo y Construcción y con todas aquellas municipa-

les y leyes que se aplican para obras civiles, según la normativa vigente.

## SITIO DE INSTALACIÓN

Los módulos pueden ser ubicados en el techo o directamente en el suelo. Un factor común para ambas ubicaciones, es verificar la ausencia de sombras, recordando que el control del crecimiento de árboles cercanos forma parte de la mantención del sistema.

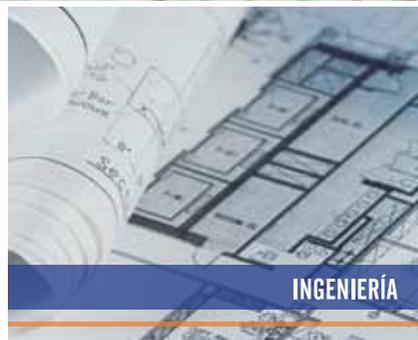
En las instalaciones a nivel de suelo es im-



**Hormisur**  
PREFABRICADOS DE HORMIGÓN



**SOLUCIONES GLOBALES EN PREFABRICADOS DE HORMIGÓN AL SERVICIO DE LA CONSTRUCCIÓN**



más, toda la estructura debe estar conectada a tierra.

## INSTALACIÓN DE LOS MÓDULOS

Una vez que la estructura está montada, se procede a la instalación de los módulos. Si los metales del marco del módulo son distintos a los de la estructura, se debe evitar la corrosión galvánica, impidiendo el contacto directo entre ambos materiales.

La distancia entre la superficie de montaje y los módulos debe permitir que circule el aire en la parte trasera del módulo, asegurando la suficiente ventilación de los módulos.

La fijación del módulo al marco se puede realizar mediante grapas, tornillos u otros métodos que aseguren un correcto anclaje. Es importante considerar las recomendaciones específicas del fabricante para estos aspectos.

Al momento de instalar los módulos, es recomendable cubrirlos, lo que evitará que generen electricidad durante el montaje.

## CONEXIÓN ELÉCTRICA

Es recomendable que todo sistema fotovoltaico sea instalado por personal técnico entrenado y calificado, que cuente con los conocimientos específicos que se requieren para la instalación. Los implementos mínimos de seguridad para trabajos eléctricos son: los guantes aislantes y los zapatos de cuero sin elementos metálicos, con suela aislante.

Al momento de conectar, es importante identificar bien la polaridad de cada módulo, lo que evitará errores en la agrupación serie y paralelo. Se recomienda comenzar formando los strings (módulos en serie) y una vez que estén conformados todos, se debe proceder a la conexión en paralelo.

Los sistemas más utilizados para la interconexión de módulos son los conectores MC3 y MC4, ambos a prueba de agua. El uso de estos sistemas de conexión permite

un montaje rápido, manteniendo la seguridad y la impermeabilidad de la técnica.

Bajo ninguna condición se deben manipular las conexiones de corriente continua, ya que una desconexión podría provocar un arco eléctrico entre los conectores. De igual forma, se debe evitar la manipulación de cables energizados, solo lo puede ser el personal que está calificado para ello.

## PREPARACIÓN DEL CABLEADO

La instalación del cableado deberá hacerse en conformidad a la legislación vigente, y a las normativas técnicas para instalaciones eléctricas, de acuerdo a la norma eléctrica Nch4/2003 para instalaciones en baja tensión.

Es importante que la aislación de los cables sea apta para instalaciones a la intemperie o que no queden expuestos a la radiación en forma directa. Además, las líneas se deben tender de manera ordenada, lo que esto permitirá una fácil circulación al realizar las mantenencias.

Para desarrollar las conexiones, se deben utilizar los terminales adecuados para cada equipo, lo que permitirá reducir las pérdidas y evitará desconexiones súbitas. Es necesario asegurar que los contactos se encuentren secos, limpios y firmes.

## INSTALACIÓN DEL INVERSOR

La instalación del inversor se debe realizar según las especificaciones del fabricante, tomando en cuenta la ventilación, el anclaje, la orientación, el índice IP, entre otros aspectos, ubicándolos cerca de la conexión del empalme, sin causar estorbos ni perjuicios en el entorno.

Asimismo, es importante observar todas las indicaciones que entrega el fabricante para realizar las conexiones. La conexión del inversor debe ser realizada por un experto, de acuerdo a la normativa vigente y considerando la desconexión de la red por seguridad.



La distancia entre la superficie de montaje y los módulos debe permitir que circule el aire en la parte trasera del módulo, asegurando la suficiente ventilación de los estos.

## Látex Súper Cubridor



Látex de excelente poder cubriente.  
Con una fina terminación mate.  
De muy buena nivelación, transferencia y alto rendimiento.

## Pintura Para Techos



Permite una fácil aplicación sobre techos nuevos y antiguos, de Zinc, hierro galvanizado o planchas de fibrocemento. Muy buena conservación del color en el tiempo.



TAJAMAR



### INSTALACIÓN DEL MEDIDOR

La disposición del medidor y la conexión a la red deben ser realizadas por personal calificado de la SEC, tiene que contar con todos los permisos pertinentes y seguir toda la normativa vigente.

Independiente del sistema de medida que especifica la normativa, muchos modelos de inversores incorporan la opción de monitorear la energía producida, lo cual significa un aporte al sistema al permitir conocer con exactitud el comportamiento de las variables. La instalación del sistema de monitoreo se debe realizar de acuerdo a las indicaciones del fabricante del inversor.

### PROTECCIONES

Para la instalación de las protecciones, es conveniente realizar el diseño de tableros eléctricos, tanto para corriente continua (CC) como para la corriente alterna (CA) lo que facilitará las labores de mantención y la detección de fallas.

En caso de optar por un único tablero, se

debe mantener la separación entre CC y CA. Otra alternativa de diseño es instalar las protecciones de corriente continua cerca de los módulos y las de corriente alterna cerca del empalme. En ambos casos, deben ser montados dentro de un gabinete con un índice IP adecuado. Asimismo, se debe tener un fácil acceso al tablero, aunque la operación de este, solo puede ser ejecutada por el personal que está debidamente calificado para ello.

### PUESTA EN MARCHA

La puesta en marcha solo puede ser realizada por el personal calificado de la empresa encargada de la instalación. Para ello, se procederá a la conexión de todo el sistema, por lo que se recomienda confirmar todo mediante el siguiente procedimiento:

Primero: hay que verificar que la estructura se encuentra fija a la cubierta, los módulos se encuentran fijados a la estructura, los módulos se encuentran sin daños, que el cableado este ordenado y sin deterioro, las carcasas tienen un índice IP adecuado.

Segundo: medir y comprobar la tensión de cada string verificando los parámetros, el funcionamiento del inversor, las conexiones a tierra, la fijación de las conexiones y las pruebas de puesta en marcha, respecto al inversor.

Ya listo lo anterior, se procede a la puesta en marcha. Es recomendable suscribir un acta de recepción de la obra, donde se identifiquen -al menos- los siguientes datos: empresa instaladora, emplazamiento, potencia nominal de la instalación, descripción de los equipos, configuración de la instalación, plano eléctrico de conexiones, fecha de puesta en marcha y garantías.

Son las recomendaciones para un correcto funcionamiento de estos equipos. Una iniciativa que busca que la industria potencie la sustentabilidad en sus diversos proyectos constructivos. ■

### COLABORADORES

Documento técnico, CDT, "Diseño y Dimensionamiento de Sistemas Solares Fotovoltaicos Conectados a Red". Juan Negroni, director de Departamento de Electricidad de la Universidad Tecnológica Metropolitana.

# EN SU PRIMER ANIVERSARIO



**LES DESEA MUCHAS FELICIDADES  
A LOS MIEMBROS DE LA ASOCIACIÓN  
DE IMPERMEABILIZANTES DE CHILE**

**ASIMP**



Cordialmente,



Avda. Pedro de Valdivia 2319, Providencia, Stgo.  
Fono: +56 2 2 799 87 00 Email: info@asfalchile.cl  
www.asfalchile.cl

# Asociación de Impermeabilizadores de Chile cumple un año de éxito en la industria

Una entidad busca la profesionalización y la mejora continua de la especialidad, la normalización de los productos y aplicaciones de impermeabilización.



La gestión de la Asociación Gremial de Impermeabilizadores de Chile, ASIMP A.G., está orientada al trabajo con arquitectos e ingenieros, profesionales que crean y definen un proyecto y que muchas veces no cuentan con las herramientas adecuadas para resolver los desafíos y requerimientos específicos que presentan estas obras frente al problema de las humedades.

Hoy, la asociación está constituida por cinco importantes empresas: Raco S.A., Icame S.A., Comercial Montero Ltda. Cristian Vonderhundert y Tapsa Construcciones S.A. de las cuales dos ya cuentan con la Certificación ISO 9001-2008 en sus procesos. Estas instituciones, a lo largo de sus años de actividad, han ejecutado las impermeabilizaciones de innumerables proyectos, aplicando las diversas tecnologías existentes en este mercado.

En la actualidad, en el sector construcción, la especialidad de la impermeabilización está enfrentada a algunas problemáticas: baja proporción de proyectos de impermeabilización, desarrollados por especialistas con firma responsable; definición de esquemas (recetas), no adecuadas para la realidad geográfica, climática ni para las características particulares de la obra; ejecución de impermeabilizaciones por cuenta de instaladores sin experiencia ni capacitación técnica adecuada; baja consideración de la importancia de esta especialidad, en el proceso constructivo del proyecto; casi nula existencia de Normativa en la especialidad y casi nula existencia de referente técnico consultor especialista.

Frente a este escenario y resultado de este análisis, es que surge ASIMP A.G. con el objetivo de mejorar la industria, en la búsqueda de profesionalizar la especialidad.

Actualmente ASIMP A.G. está trabajando con oficinas de I.T.O., Empresas Inmobiliarias, Constructoras y de Asesorías, y finalmente, además, desarrollando la gestión con Empresas Proveedoras de sistemas y productos para la impermeabilización. Por lo tanto, los esfuerzos estarán dirigidos y orientados a través de cuatro pilares básicos:

## 1. DISEÑO

Se pretende que los profesionales que estudian y desarrollan la Ingeniería de cada proyecto, encuentren en la asociación un soporte, una herramienta profesional que les permita definir las mejores y más segu-

ras soluciones para sus proyectos, a través del desarrollo de Proyectos de Impermeabilización con firma responsable e independiente de todo tipo de marca o proveedor.

## 2. SISTEMAS Y PRODUCTOS

Trabajo conjunto con diversos proveedores, tanto nacionales como extranjeros, con el fin de conocer cabalmente cada uno de sus sistemas con sus potencialidades, ventajas y debilidades de manera de aportar en forma permanente a través del desarrollo, en una mejora continua de su calidad. Para ello, se creó una Comisión Técnica, la cual invita a los distintos proveedores a participar activamente.

## 3. PROCESO CONSTRUCTIVO

Pilar fundamental para asegurar un buen resultado. Es necesario que los profesionales que participan en este proceso, por parte de las Empresas Inmobiliarias, Constructoras y de Asesoría e I.T.O., internalicen la importancia de cumplir con los hitos necesarios en la ejecución de una impermeabilización: condiciones de la superficie, condiciones climáticas, protección de las aéreas tratadas, trabajos posteriores en estas áreas, etc.

Para lo anterior se desarrollan dos trabajos específicos, el primero es a largo plazo y consiste en promover en los estamentos educacionales formadores de estos profesionales la inclusión en sus mallas curriculares el tema de impermeabilización, como un ramo específico, como parte de otro ramo tal como se incluye actualmente Instalaciones eléctricas, instalaciones sanitarias, etc. El segundo, es un trabajo permanente y consiste en promover y ejecutar charlas y seminarios orientados a los profesionales en ejercicio actualmente, donde se traten estos importantes temas.

## 4. ESPECIALIZACIÓN

Es necesario profesionalizar la actividad. Se necesitan empresas responsables y con personal capacitado y calificado. Para ello ASIMP trabajará con los estamentos gubernamentales que sea necesario, con Institutos del sector, dedicados al desarrollo de normativas técnicas, con el objeto de lograr que esta especialidad sea reconocida y regulada, como lo son otras dedicadas a las instalaciones sanitarias, eléctricas etc.

En esta área, se están efectuando capacitaciones en las cuales ASIMP desarrolla la aplicación de los diversos sistemas de impermeabilización existentes hoy en el mercado. El objetivo de esta etapa es estandarizar la ejecución de estos detalles de aplicación para que todos los maestros, de las empresas asociadas, los ejecuten de la misma forma y así asegurar una calidad básica en el servicio de los asociados. El resultado esperado es poner a disposición del mercado personal debidamente capacitado, calificado y certificado.

Los objetivos planteados y asumidos aparentemente son ambiciosos; sin embargo, realistas. ASIMP busca madurar y crecer y para esto es imprescindible contar con el apoyo de todos los actores involucrados, ya que finalmente serán todos, en conjunto, los beneficiados. Desde luego, el objetivo de ASIMP es asegurar la calidad y el confort de los proyectos que a futuro se ejecuten en nuestro país.