
Especificaciones y consideraciones técnicas mínimas para permitir futura instalación de un sistema fotovoltaico (SFV) en proyectos de Infraestructura

1. Introducción

El presente documento tiene por fin establecer las especificaciones técnicas y consideraciones mínimas que deberán ser incorporadas en los proyectos de infraestructura a fin de permitir la futura instalación de un sistema fotovoltaico acogido a la Ley de Generación Distribuida (Ley 20.571). En este sentido es necesario aclarar que estas especificaciones no contemplan los procedimientos de instalación del sistema fotovoltaico, sino que sólo se deben considerar las condiciones técnicas (tales como canalizaciones, accesos a techumbre, salas eléctricas, etc.) que permitan la futura instalación y conexión de un sistema de este tipo, sin que sea necesario modificar el sistema eléctrico ni la infraestructura existente.

2. Características generales a considerar

Para implementar un sistema fotovoltaico en la cubierta de un edificio, se pueden establecer ciertos criterios de diseño y anticipar algunos aspectos que facilitarán la futura instalación de éste.

En lo global, los criterios de diseño de un SFV además deberán cumplir con la normativa nacional vigente, a saber:

- a) D.S. N°71 Reglamento de la Ley N° 20.571, que regula el pago de las tarifas eléctricas de las generadoras residenciales.
- b) Procedimiento de comunicación de puesta en servicio de generadoras residenciales RGR N°1/2017.
- c) Instructivo diseño y ejecución de las instalaciones fotovoltaicas conectadas a red, RGR N° 02/2017.
- d) Norma Técnica de Seguridad y Calidad de Servicio, y Norma Chilena Eléctrica 4/2003 para Instalaciones de consumo en baja tensión.
- e) Instrucciones y Resoluciones de la Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC), contenidas en sus normas técnicas y otros documentos oficiales.
- f) Decreto Supremo No 327, del Ministerio de Minería, de 1997: Reglamento de la ley General de Servicios eléctricos y sus modificaciones posteriores.
- g) Diseño Estructural – Cargas de viento NCh.432-2010.
- h) Diseño Sísmico de Edificios NCh.433-1996 Mod 2009.
- i) Reglamento que fija el diseño sísmico de edificios DS N° 61 MINVU
- j) Diseño sísmico de componentes y sistemas no estructurales NCh.3357 – 2015.
- k) Diseño Estructural – Cargas de Nieve NCh.431-2010.
- l) Diseño Estructural – Cargas permanentes y cargas de uso NCh.1537 – 2009.
- m) Diseño Estructural – Disposiciones generales y combinaciones de cargas NCh.3171 – 2017.
- n) Materiales a utilizar para construcción de estructuras de soporte, en general normas del Instituto Nacional de Normalización (INN).

Es importante cautelar que la futura instalación fotovoltaica deberá ser inscrita, por un instalador eléctrico autorizado, en la Superintendencia de Electricidad y Combustibles y será este quien coordine y gestione las actividades de conexión final a la red eléctrica pública con la empresa distribuidora local.

Los criterios a considerar van desde disponer de la superficie útil necesaria hasta la disposición final de componentes fotovoltaicos, (paneles, inversores estructuras), componentes eléctricos, tableros, sistemas de canalización, sistemas de puesta a tierra entre otros. A continuación se detallan los requisitos que deberán ser considerados en el proyecto a ejecutar:

MINISTERIO DE ENERGÍA

PROGRAMA TECHOS SOLARES PUBLICOS



- I. **De diseño del edificio:** El diseño de la estructura y cubierta del techo, su localización, altura, orientación y ángulo de inclinación serán las condiciones preestablecidas para el diseño del futuro sistema fotovoltaico. Se deberán entregar los siguientes datos que servirán de insumo para el diseño de la futura instalación solar fotovoltaica, entre otros:

- Superficie disponible en la techumbre
- Orientación
- Inclinación
- Material de la cubierta
- Material de la estructura del techo

En el diseño estructural del edificio se deberá considerar en la cubierta una carga adicional por peso propio de al menos entre 15 – 20 kgf/m², equivalente al peso por metro cuadrado de los módulos fotovoltaicos y su estructura anclada a cubierta. En caso de utilizar algún sistema no adherido de fijación, i.e. lastre, se deberá aumentar esta carga al menos a 100 kgf/m² adicionales producto del peso estimado de los lastres. Estos valores se podrán reducir siempre y cuando se tenga la certeza del sistema fotovoltaico a instalar y su anclaje al edificio.

- II. **Acceso a la cubierta del techo:** Se debe contemplar un acceso expedito, seguro y restringido a la cubierta donde se instalará el SFV, ya sea escalera tipo gatera o escalera con barandas y/o descansos.
- III. **Acceso al entretecho del edificio (No aplica):** Se debe diseñar un acceso interior seguro tipo escotilla u otro con baranda que permita la inspección de la estructura del techo.
- IV. **Iluminación entretecho (No aplica):** Se debe considerar iluminación en el entretecho de la instalación, de manera de facilitar inspecciones o futuros desarrollos como los sistemas fotovoltaicos.
- V. **Equipos y componentes sobre la cubierta:** Equipos, ductos, chimeneas, antenas o cualquier otro componente propio del edificio que deba instalarse sobre la cubierta del techo, debe ser proyectado en las techumbres con orientación sur, de manera de no provocar sombras al futuro sistema fotovoltaico.
- VI. **Sala eléctrica:** Se debe diseñar una sala eléctrica con espacio suficiente para albergar los equipos inversores y tableros eléctricos del sistema fotovoltaico. La superficie aproximada dependerá de tamaño del proyecto lo que está en directa relación con la cantidad de equipos proyectados. Al interior de esta sala se debe considerar un espacio libre para instalar el Tablero Eléctrico Auxiliar que albergue las protecciones del SFV, espacio para inversores y/o equipos de monitoreo.
- VII. **Tablero Eléctrico Fotovoltaico:** Este tablero deberá cumplir lo establecido en el de instructivo “Diseño y ejecución de las instalaciones fotovoltaicas conectadas a red, RGR N° 02/2014”, además de:
- Cumplir con el volumen de espacio libre de 25% para proveer de ampliaciones de acuerdo al numeral 6.2.1.8 de la Norma NCH ELEC. 4/2003.
 - Incorporar terminales, rotulación y chapa con llave, para que cumpla los numerales 5.4.3.3, 5.4.2.9 y 6.2.1.3 de la Norma NCH ELEC. 4/2003.
 - Realizar conexiones realizadas de dispositivo a dispositivo, para que cumpla el numeral 6.2.2.1 de la Norma NCH ELEC. 4/2003.

MINISTERIO DE ENERGÍA

PROGRAMA TECHOS SOLARES PUBLICOS



-
- Estampar la identificación, la tensión, la corriente y el número de fases para cumplir el numeral 6.0.4 de la Norma NCH ELEC. 4/2003.
 - Proteger las partes metálicas del tablero contra tensiones peligrosas, para que cumpla los numerales 6.2.4.2 y 10.2.1 de la Norma NCH ELEC. 4/2003.
- VIII. **Inversor**: Se debe considerar el espacio requerido para la futura instalación del o los inversores de la planta solar fotovoltaica. Se sugiere como lugar de instalación la sala eléctrica del inmueble. Ésta deberá contar con condiciones de ventilación adecuadas de modo de no superar los 40°C y debe estar libre de radiación directa. En caso que proyecte la instalación del inversor a la intemperie, éste debe ser del grado de protección para exterior y se deberá considerar una protección para evitar la radiación solar directa. De todas formas, el (los) inversor (es) deben encontrarse a no más de 30 [mts] del campo fotovoltaico, ya sea instalados en la cubierta ó en una sala destinada para usos eléctricos, donde lleguen canalizaciones adecuadas y con espacio libre suficiente.

MINISTERIO DE ENERGÍA

PROGRAMA TECHOS SOLARES PUBLICOS



ser proyectada en monitores en el hall del establecimiento u otro espacio similar, con un sentido pedagógico y de sensibilización de toda la comunidad escolar respecto del uso de las energías renovables no convencionales.

- X. **Sistema de Puesta a Tierra (SPT)**: La tierra de la instalación eléctrica no debe superar los 20 [Ω] medidos, dado que el SSFV se conectará a ella para aterrizar tanto la estructura de soporte, las masas y proteger el tablero del SSFV.

- XI. **Punto de inyección**: El punto de conexión escogido, debe ser capaz de soportar la energía generada por el SFV, tanto en los conductores aguas abajo del SSFV, como la protección de cabecera. El punto de inyección es lugar físico donde se conecta la planta fotovoltaica al sistema eléctrico existente o proyectado. Este es el punto de llegada de la energía producida por el SFV y permite que esta sea auto consumida por el inmueble o inyectada a la red de distribución pública. Generalmente es el tablero eléctrico principal, siempre y cuando este cumpla con las consideraciones técnicas necesarias para hacer uso como punto de inyección

- XII. **Medidor bidireccional**: Se debe incorporar al diseño un equipo de medida bidireccional programable y autorizado por la SEC para que registre las inyecciones del SSFV y los consumos eléctricos del inmueble.

Anexo referencial – Criterios de diseño de un sistema solar fotovoltaico

A continuación se incluye información relevante para considerar en el diseño y dimensionamiento de un SSFV, utilizada en el Programa de Techos Solares Públicos del Ministerio de Energía. El objetivo de esta información es transmitir a la empresa contratista los criterios generales de diseño óptimo de un sistema fotovoltaico, de manera que, en caso que se realicen modificaciones al anteproyecto entregado en el legajo de licitación, dichos cambios tengan en consideración estos criterios.

1. ORIENTACIÓN

La **orientación** corresponde al ángulo acimutal, que es el ángulo que parte el punto cardinal norte y crece en sentido horario de 0° a 360°, o que va de 0° hasta 180° y 0° a -180°, con sentidos que se pueden ver en la siguiente ilustración.

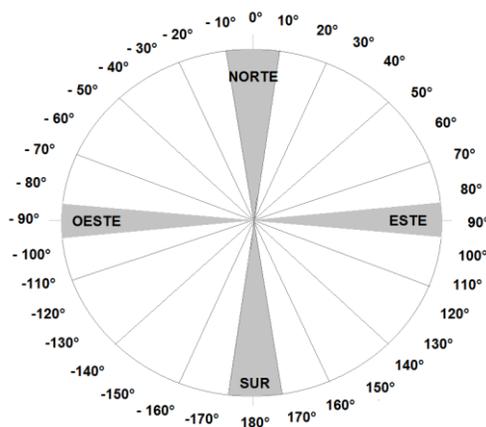


Ilustración 1: Ángulo Azimut. Fuente: Elaboración propia

Para aprovechar al máximo la radiación solar con los paneles solares lo ideal es que estos estén recibiendo la mayor cantidad de luz solar de manera directa durante el año. Como Chile es un país del hemisferio sur, los paneles deben mirar hacia el norte, es decir tener una orientación de 0°. La razón de esto es que la tierra gira de tal manera, que el sol se encuentra siempre dentro la franja llamada zona intertropical y estará, para gran parte del país, siempre al norte (ver ilustración siguiente).

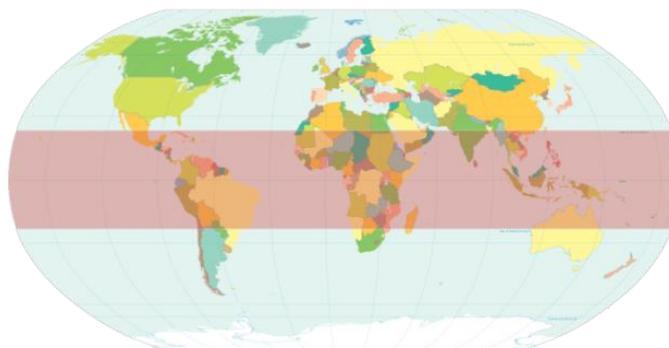


Ilustración 2: Mapamundi con la zona intertropical en rojo. Fuente: <http://www.tropicalfoodies.com/tropical-countries-where/>

MINISTERIO DE ENERGÍA

PROGRAMA TECHOS SOLARES PUBLICOS

2. INCLINACIÓN

La **inclinación** del techo o de los módulos se mide con respecto a la horizontal, como se puede ver en la siguiente ilustración.

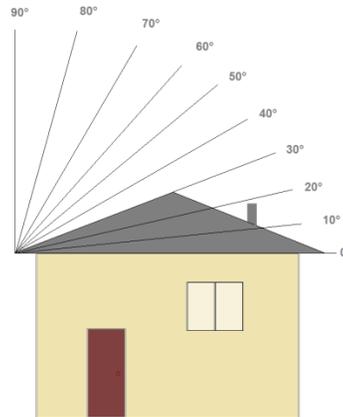


Ilustración 3: Inclinación de techo. Fuente: Elaboración propia.

En la mayoría de los casos, la inclinación ideal para los módulos de un sistema SFV es cercana al ángulo de la latitud en donde se encuentran, ya que con ella la generación anual de energía será cercana al máximo. Generalmente, por motivos de fabricación de las estructuras, las inclinaciones de estas son de 5°, 10°, 20° o 30°, por lo que se usan aquellas que forman un ángulo neto similar a la latitud del lugar. Por efecto de las sombras que se producen entre los módulos fotovoltaicos, la inclinación de éstos afecta el espacio que requieren, en caso de que sean instalados en superficies o techos planos o con poca inclinación. Esto se ejemplifica en la siguiente tabla:

	Copiapó (latitud -27°)	Santiago (latitud -33°)	Parral (latitud -36°)
kW instalados	Área libre en techo	Área libre en techo	Área libre en techo
5	80 m2	100 m2	110 m2
10	140 m2	170 m2	190 m2
20	260 m2	320m2	350 m2
50	610 m2	750 m2	830 m2
100	1200 m2	1500 m2	1630 m2

Una instalación que quiere postular al Programa Techos Solares Públicos debe estar dentro de la zona azul y celeste marcada en las tablas adjuntas a continuación, es decir, con una pérdida menor a los 10% de la máxima generación dependiendo de la orientación e inclinación.

MINISTERIO DE ENERGÍA

PROGRAMA TECHOS SOLARES PUBLICOS

Tabla 1: Aplica para Regiones I, II, III. Diferencia porcentual de generación de energía para una orientación e inclinación específica versus el óptimo. Fuente: Ministerio de Energía.

Orientación / Ángulo	270°	280°	290°	300°	315°	325°	0°	35°	45°	60°	70°	80°	90°
5°	6,4%	6,6%	6,3%	5,9%	4,6%	4,2%	3,7%	4,1%	4,3%	5,7%	6,1%	6,3%	7,0%
10°	7,7%	7,1%	6,2%	5,1%	3,9%	3,1%	2,2%	2,9%	3,6%	4,8%	5,8%	6,6%	7,3%
20°	10,1%	8,6%	6,9%	5,1%	3,0%	1,4%	0,0%	1,3%	2,5%	4,5%	6,1%	7,8%	9,3%
30°	13,4%	10,8%	8,5%	6,6%	4,0%	1,4%	0,1%	1,3%	3,3%	5,7%	7,8%	10,0%	12,5%
40°	17,3%	14,4%	11,8%	9,3%	6,6%	4,2%	2,4%	3,3%	5,4%	8,4%	10,5%	13,1%	15,8%
45°	19,3%	16,3%	13,6%	11,0%	8,4%	7,0%	4,5%	6,2%	7,2%	9,3%	12,2%	15,1%	17,3%

*Cálculos obtenidos en bases a simulaciones en el Explorador Solar del Ministerio de Energía, datos de Calama.

Tabla 2: Aplica para Regiones IV, V y RM. Diferencia porcentual de generación de energía para una orientación e inclinación específica versus el óptimo. Fuente: Ministerio de Energía.

Orientación/ Ángulo	270°	280°	290°	300°	315°	325°	0°	35°	45°	60°	70°	80°	90°
5°	8,9%	8,3%	7,8%	7,4%	6,7%	6,4%	6,0%	6,7%	7,1%	7,8%	8,3%	8,8%	9,4%
10°	9,3%	9,1%	8,6%	6,3%	5,1%	4,5%	3,6%	5,0%	8,5%	7,1%	8,1%	9,1%	8,9%
20°	11,1%	8,2%	7,2%	5,4%	3,3%	2,1%	0,7%	3,1%	4,5%	6,9%	8,7%	10,7%	12,7%
30°	14,0%	11,1%	8,5%	6,2%	3,3%	1,8%	0,0%	3,2%	5,0%	8,1%	10,6%	13,3%	16,1%
40°	17,7%	14,2%	11,1%	8,4%	5,2%	3,6%	1,7%	5,3%	7,3%	10,9%	13,7%	16,8%	20,2%
45°	19,8%	16,1%	12,9%	10,1%	6,8%	5,2%	3,4%	7,1%	9,0%	12,7%	15,6%	18,9%	22,5%

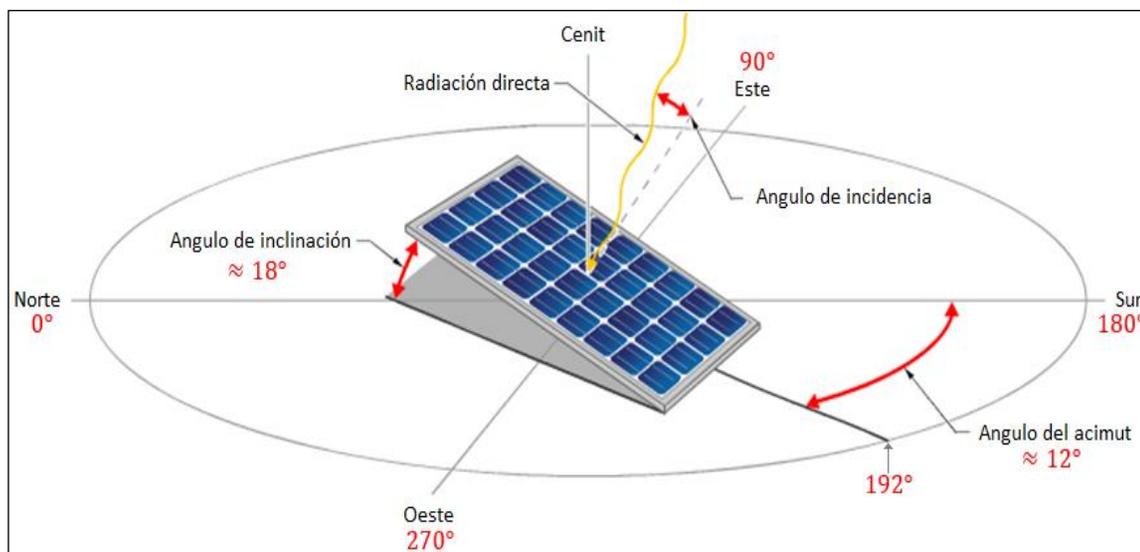
*Cálculos obtenidos en bases a simulaciones en el Explorador Solar del Ministerio de Energía, datos de Santiago.

Tabla 3: Aplica para Regiones VI y VII. Diferencia porcentual de generación de energía para una orientación e inclinación específica versus el óptimo. Fuente: Ministerio de Energía.

Orientación / Ángulo	270°	280°	290°	300°	315°	325°	0°	35°	45°	60°	70°	90°
5°	10,6%	10,1%	9,5%	9,0%	8,3%	8,0%	7,6%	8,4%	8,8%	9,6%	10,1%	11,3%
10°	10,9%	9,8%	8,7%	7,7%	6,4%	5,8%	5,0%	6,6%	7,4%	8,8%	9,9%	12,3%
20°	12,4%	10,1%	8,1%	6,2%	3,9%	2,8%	1,4%	4,3%	5,8%	8,4%	10,5%	14,8%
30°	14,8%	11,7%	8,8%	6,3%	3,3%	1,7%	0,0%	3,8%	5,8%	9,4%	12,1%	18,1%
40°	18,1%	14,3%	10,9%	7,9%	4,4%	2,7%	0,9%	5,3%	7,6%	11,7%	14,8%	21,9%
45°	20,0%	15,9%	12,3%	9,2%	5,6%	3,9%	2,2%	6,8%	9,1%	13,3%	16,5%	24,0%

* Cálculos obtenidos en bases a simulaciones en el Explorador Solar del Ministerio de Energía, datos de Parral.

Para entender mejor los conceptos de inclinación y orientación, se incluye la siguiente imagen que resume lo anterior.



3. POTENCIA INSTALADA

Una vez solucionada la orientación e inclinación que deberán tener los paneles, según el sector del país donde se ubique, conforme a lo anterior ya mencionado. Comienzan otro tipo de consideraciones, una de ellas es la potencia a instalar o dicho de otra forma el tamaño de la planta solar fotovoltaica (de ahora en adelante SFV). Para poder estimar esto se señala una serie de tres pasos para determinar el tamaño del sistema SFV.

- **Considerar el consumo del inmueble:**

Para esto se necesita una boleta de luz, dado que en ella sale detallado el consumo mes a mes que se ha realizado históricamente. Con esta información podemos saber de qué tamaño o potencia debe ser la planta SFV a diseñar.

Existen casos en los que la potencia señalada en la boleta es menor a la real, esto suele ocurrir cuando se han realizado modificaciones en el sistema eléctrico, pero la compañía distribuidora no ha actualizado la información. En estos casos será necesario que el propietario del inmueble regularice esta situación, solicitando a la distribuidora que indiquen la potencia instalada real. Este tipo de tramitación no tiene costos, ya que es obligación de la distribuidora transmitir la información real.

- **Determinar el espacio disponible:**

Una de las primeras consideraciones para diseñar una planta SFV es que estas ocupan grandes cantidades de espacio, es por esto que se debe contemplar un área libre de sombras (esto será explicado en el siguiente punto) y en condiciones que garanticen la estabilidad física de los paneles antes el viento, lluvia, nieve y sismos, ya que se desea maximizar la vida de estos, no es deseable que ante un sismo o viento se caigan y dañen.

MINISTERIO DE ENERGÍA

PROGRAMA TECHOS SOLARES PUBLICOS

En el caso de que se trate de un techo se deberá observar el estado de este, que no se encuentre oxidado o dañado, que no tenga filtraciones y que pueda soportar el peso de los paneles y su instalación, además que aguante las exigencias climáticas ya señaladas. Más información sobre esto puede ser encontrada en la “Guía de evaluación inicial de edificios para la instalación de sistemas fotovoltaicos” del ministerio de energía, esta se encuentra disponible online.

- **Capacidad de Generación:**

Luego debemos verificar cuanta energía se puede generar en el espacio ya seleccionado, de ser mayor a la que se consume (detalle en boleta o factura de luz), esta se inyectará a la red eléctrica y se obtendrán beneficios económicos, como el descuento en la cuenta del mes siguiente, de todas formas hay que mantenerse hasta un máximo de 100kW instalados para estar dentro de la ley de generación distribuida (Ley 20.571). En el caso que los consumos sean mayores que la generación, no habrán inconvenientes puesto que la energía que falte para abastecer el consumo, será proporcionada por el sistema existente, tal como ocurría antes de la instalación SFV. Una manera de entender cómo funciona esto es la siguiente. Digamos que me ausento todo el día, pero consumo energía durante la noche ¿De qué me servirán los paneles SFV si estos no generan electricidad, cuando la necesito? La respuesta es sencilla, lo que genere en el día será vendido y en la noche cuando no pueda generar comprare energía, de ser igual lo que generan los paneles en el día, con el consumo en la noche no habrá gasto económico. Puede entenderse que la red eléctrica funciona como batería, yo presto mi energía durante el día y el sistema eléctrico existente me ayuda en la noche, todo esto es posible ya que la energía inyectada se valoriza al mismo precio de compra.

4. SOMBRAS ALEDAÑAS

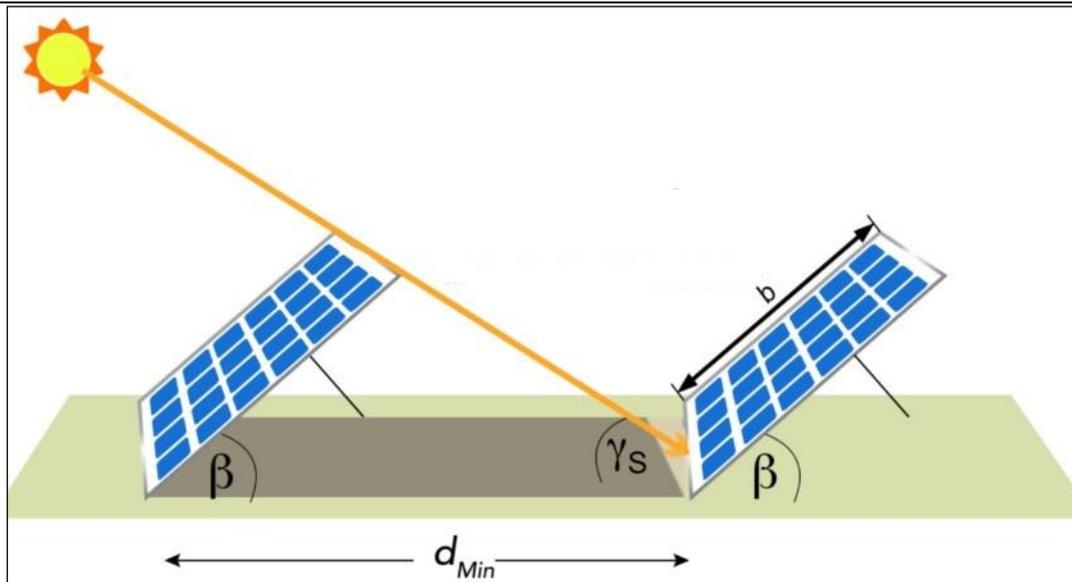
Cuando se propone diseñar un sistema de generación SFV independiente de su uso, siempre es necesario considerar las sombras que podrían presentarse sobre los paneles, ya sea producto de árboles, edificios u otro elemento que produzca sombra. También hay que proyectar las posibles sombras futuras, digamos que se plantea la implementación de una planta SFV pero frente a esta está en construcción un edificio de 10 pisos, lo más probable es que una vez terminado produzca sombra sobre los paneles, lo que afectaría la generación. Teniendo en cuenta esto, es imperativo ubicar los paneles en un lugar donde les llegue la menor sombra posible, idealmente ninguna.

¿Por qué las sombras afectan la producción de energía? La respuesta yace en el funcionamiento de los paneles, los cuales al recibir energía de sol producen electricidad mediante el efecto fotoeléctrico. Si la sombra es muy “oscura” podría ocurrir que el panel incluso deje de producir energía, esto es lo que se quiere evitar.

Además de las sombras externas (producto de elementos que no son propios de la planta SFV) hay que considerar las sombras internas, como son las producidas por la inclinación de los paneles, hay que evitar que se hagan sombra entre sí, un ejemplo de la situación correcta es el siguiente.

MINISTERIO DE ENERGÍA

PROGRAMA TECHOS SOLARES PUBLICOS



Espaciado correcto entre paneles.

Para obtener la distancia mínima entre paneles se deberá usar la siguiente formula.

$$d_{min} = b * \left(\cos(\beta) + \frac{\text{sen}(\beta)}{\text{tg}(\gamma_s)} \right)$$

$$\gamma_s = 90^\circ - \text{latitud} - 23.5$$

b: largo del panel ; *β* : angulo de inclinacion del panel

γ_s : angulo de incidencia del sol



Ejemplo de situación no deseada.

5. MANTENIMIENTO

Una vez puesta en marcha la planta, será necesario realizar mantenciones periódicas para así garantizar la vida útil del sistema y además aprovechar al máximo las posibilidades de generación. Una de las primeras consideraciones es contar con acceso a todos los paneles, para realizar las mantenciones. Para lo anterior, se debe considerar un pasillo de acceso entre filas de paneles u otra solución que permita acceder a estos, facilitando su limpieza e incluso su reemplazo en caso de que uno o varios se encuentren dañados.

Dentro del mantenimiento, una tarea básica consiste en la limpieza de los módulos, puesto que la suciedad acumulada sobre ellos disminuye su generación de energía. Para entenderlo mejor imaginemos que la suciedad sobre el panel es el equivalente a una sombra, un elemento que no le permite a los rayos del sol llegar libremente a los paneles para producir energía. La limpieza puede ser en seco o utilizando agua sin ningún tipo de solvente.

Para detalles del mantenimiento se puede consultar la guía de operación y mantenimiento de instalaciones fotovoltaicas:

http://www.minenergia.cl/techossolares/wp-content/uploads/2017/04/Guia_OperacionMantenimiento_0517t.pdf,

además de tener en cuenta las recomendaciones del fabricante de los paneles.

La frecuencia del mantenimiento será dependiente del lugar donde se encuentre la instalación del sistema fotovoltaico. Por ejemplo, lugares con mucho polvo en el aire o sectores con muchas aves requerirán frecuencias de limpiezas mensuales o semanales, mientras que en zonas lluviosas o más húmedas requerirá limpiezas mensuales o trimestrales. La herramienta adecuada para la limpieza es un paño de fibra suave con extensión.



Ejemplo de limpieza de paneles

6. SOPORTE ESTRUCTURAL

Para otorgar la inclinación adecuada al panel, es necesario un soporte estructural que no solo proporcione la inclinación deseada, sino que pueda soportar el peso de los paneles y las distintas cargas, como viento, a las que se vea expuesto. El tipo de soporte dependerá de la superficie donde se instale la planta SFV. Si el techo es inclinado habrá que considerar soportes paralelos a la cubierta siguiendo la inclinación original. Si la superficie es plana o cercano a esto, será necesario instalar estructuras de soporte de paneles que proporcionen la inclinación deseada. Es importante considerar que en casos con techo de losa de hormigón armado no es recomendable perforar la losa para anclar soportes ya que se podrían producir filtraciones, salvo que estos soportes se instalen durante la ejecución del edificio y se impermeabilicen antes de su recepción final. Para evitar perforaciones, se sugiere utilizar un sistema de lastre para instalar los paneles.



Ejemplo de soporte estructural inclinado

En la imagen anterior se puede apreciar un tipo de soporte estructural para superficies planas, existen distintos tipos de soportes tanto para superficies inclinadas como para planas.

7. SALA DE INVERSORES

Además de los paneles fotovoltaicos, también es necesario instalar inversores, los cuales transforman la energía generada (corriente continua) en energía consumible (corriente alterna), en 220 V y 50 Hz. Estos equipos deben estar en una sala o espacio protegido y con ventilación. Se sugiere destinar un espacio dedicado para ellos. Es recomendable que la distancia entre los paneles y el o los inversores sea la menor posible.

8. PUNTO DE INYECCION

El punto de inyección es lugar físico donde se conecta la planta fotovoltaica al sistema eléctrico existente o proyectado. Este es el punto de llegada de la energía producida por el SFV y permite que esta sea auto consumida por el inmueble o inyectada a la red de distribución pública. Generalmente es el tablero eléctrico principal, siempre y cuando este cumpla con las consideraciones técnicas necesarias para hacer uso como punto de inyección, dentro de estas consideraciones se señalaran las principales:

- **Acceso al Tablero:**
Una vez instalada la planta fotovoltaica se necesita llegar con conductores al punto de inyección, una problemática que podría ocurrir sería que no exista una forma directa de acceder y haya que realizar un cableado muy largo o incluso alguna modificación el inmueble para así poder canalizar los conductores
- **Espacio disponible:**
El tablero principal debe contar con espacio para agregar protecciones y espacio en barras para agregar las tierras, neutros y fases respectivas. En otras palabras que cuente con espacio para los equipos nuevos procedentes de la planta SFV.
- **Potencia Adecuada:**
Como se mencionó en la sección de potencia instalada, es necesario comprobar que el tablero propenso a ser punto de inyección tenga una potencia mayor o igual a la de la planta SFV a instalar.

De no cumplir con estas especificaciones, se procede a inspeccionar los demás tableros si es que hay más, de no existir más tableros, se deberá agregar uno nuevo dedicado a la planta SFV, considerando siempre que deberá cumplir con la norma técnica chilena.

9. MEDIDAS DE SEGURIDAD

Para garantizar seguridad en la planta SFV, hay que cumplir con varios criterios que serán indicados a continuación.

- Señaléticas para indicar que el campo SFV está funcionando y existen peligros por alta tensión. Esto también aplica para los tableros eléctricos asociados a la planta SFV.
- Barandas o cuerdas de vida para evitar caídas de los técnicos cuando trabajen en la planta, las cuales deben estar correctamente diseñadas y/o certificadas bajo la normativa nacional vigente y/o ante alguna normativa internacional reconocida y las indicaciones del fabricante o proveedor.
- Dependiendo del caso será necesaria la instalación de un piso técnico que permita transitar sin problemas en la planta, el cual debe estar correctamente diseñado e instalado

MINISTERIO DE ENERGÍA

PROGRAMA TECHOS SOLARES PUBLICOS

bajo normativa nacional vigente y/o ante alguna normativa internacional reconocida y las indicaciones del fabricante o proveedor.



En la imagen anterior se presenta un ejemplo del piso técnico y cuerda de vida, los cuales le permiten al técnico transitar sin riesgo de resbalarse y en caso de que ocurriera quedaría protegido por la cuerda de vida. Tomar en cuenta que un techo puede estar inclinado por lo que sería peligroso transitar sin algo que evite las caídas-