



GUÍA METODOLÓGICA

Dimensionamiento de Sistemas Fotovoltaicos

Universidad Industrial de Santander

Karen Rodríguez, Carlos Vásquez
Bucaramanga, Santander

Pasos por seguir para dimensionar un sistema fotovoltaico

1. IDENTIFICAR EL TIPO DE USUARIO Y SU DEMANDA ENERGETICA	5
1.1 Clasifica el tipo de usuario:	5
1.2 Define el estrato socioeconómico:.....	5
1.3 Consulta la curva de demanda diaria:	6
1.4 Obtén el consumo mensual promedio:	7
1.5 Calcula el consumo diario promedio:	8
1.6 Calcula el consumo por hora:	8
2. COMPONENTES DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO	10
2.1 Módulos Fotovoltaicos.....	10
2.2 Inversor	12
2.3 Cableado.....	13
2.4 Medidor Bidireccional	13
3. DETERMINAR LA POTENCIA GENERADA POR EL SISTEMA ..	15
3.1 Calcula la potencia generada por un panel:	15
3.2 Calcular potencia total del sistema:.....	16
3.3 Orientación e inclinación del Panel Fotovoltaico	16
4. CALCULAR LA EFICIENCIA Y PÉRDIDAS DEL SISTEMA	17
4.1 Perdidas del Panel Fotovoltaico	18
4.2 Perdidas DC por Efecto Joule	19
4.3 Perdidas AC por Efecto Joule.....	20
4.4 Perdidas del inversor.....	20
5. CALCULAR POTENCIA GENERADA Y ENTREGADA DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO	20
5.1 Potencia Generada del SFV	20
5.2 Potencia de la red	20
6. INCENTIVOS APLICABLES.....	23
6.1 Beneficios para empresas del sector.....	24
6.2 Recomendaciones para aplicar los incentivos.....	24
6.3 Certificaciones Necesarias.....	24

Definiciones clave

Autogeneración a pequeña escala (AGPE): Producción de energía para consumo propio con potencia no superior al límite definido por la UPME (actualmente 100kW)

Corriente de cortocircuito: Es la corriente de un módulo fotovoltaico en condiciones de cortocircuito (voltaje 0 V), a una temperatura e irradiancia específica. Dicha corriente se denomina I_{sc} .

Condiciones estándar de prueba (STC): Condiciones habituales de prueba para los módulos fotovoltaicos. Irradiancia $G_{STC} = 1000 \text{ W/m}^2$, AM 1.5 espectro, temperatura de módulo fotovoltaico 25°C .

Demanda Energética: La demanda energética la definiremos como la cantidad de energía requerida por el usuario que desee realizar la instalación del sistema fotovoltaico.

Generación distribuida: Producción conectada a la red de distribución local, cerca del punto de consumo

Potencia pico P_{max} : Es la potencia máxima de salida alcanzada por un módulo fotovoltaico a condiciones estándar de prueba STC. A veces se da en unidades Wp, indicando que es la potencia pico.

Temperatura Nominal de Operación de la Célula (NOCT): Indica la temperatura que alcanzará la célula del panel solar bajo condiciones de campo más reales que el estándar.

Voltaje de circuito abierto: Es el voltaje de un módulo fotovoltaico en condiciones de circuito abierto (sin corriente), a una temperatura e irradiación específica. Dicho voltaje se denomina V_{oc} .

Demanda Energética del Usuario



1. IDENTIFICAR EL TIPO DE USUARIO Y SU DEMANDA ENERGÉTICA

1.1 Clasifica el tipo de usuario:

En términos generales la mayoría de los operadores de red tienen en común dos tipos de usuarios:

Usuario del Sector Residencial: *es* quien se encuentra en una vivienda cuyo objetivo es proporcionar alojamiento a personas.

- Usuario del Sector Comercial: es quien se encuentra en una vivienda cuyo objetivo es proporcionar un servicio o vender algún producto en general que necesite de electrodomésticos de mayor consumo.

1.2 Define el estrato socioeconómico:

Los estratos socioeconómicos en Colombia en los que se puede clasificar una vivienda son los siguientes:

- Bajo-bajo
- Bajo
- Medio-bajo
- Medio
- Medio-Alto
- Alto

Este dato se puede encontrar en la factura de energía eléctrica como se muestra la figura 1.


Grupo-epm

www.essa.com.co

 ESSA Grupo EPM
  @ESSAGrupoEPM

 essa epm
  essagrupoepm

Datos del Medidor

Número:	
%consumo kWh/mes AC:	0
Marca:	HXG
Factor:	1
Cifras:	6-2
Tipo:	A1

Datos Técnicos y Calidad del Servicio

Grupo de calidad: 31	Transformador: 0108034
Duración h/trimestre: 0	Código del CU: 22 Prop EMPRESA Nivel 1-2
Valor Compensado: \$0	Carga adicional: 0
Ciclo: 116 FENS RURAL FLORIDABLANCA	Cuentas Áreas Comunes:
Ruta: 116 01-28-010-8155	Consumo mensual promedio:
Clase de usuario: 1 Residencial	Consumo: 97
Estrato/Nivel: 2 / 1	DIUG j,n,q: 87.36
Tarifa: 1 Genérica	FIUG j,n,q: 43
Subestación: 42 FLORIDA	DIUu,te=DIUu,n,q,m: 28.489
Circuito: 42503 C10 3 FLORIDA	FIUu,te=FIUu,n,q,m: 11
Consumo Mensual Promedio Trimestre (kWh):	

Figura 1. Recibo de electricidad

1.3 Consulta la curva de demanda diaria:

Para calcular la demanda energética del usuario, lo haremos a partir de las curvas de demanda diaria del usuario.

Las curvas de demanda diaria son una representación gráfica de la carga energética del usuario con respecto a cada hora del día.

La empresa proveedora de energía de la ubicación de la vivienda debe contar con una Norma Técnica, en la que se incluyen dichas curvas. Los operadores de red han definido curvas de demanda diaria estándares dependiendo del tipo de usuario y el estrato del usuario.

“Los operadores de red han definido curvas de demanda diarias estándares dependiendo del tipo de usuario y el estrato del usuario.”

Una vez se posean estos dos (2) datos, se puede proseguir a buscar las curvas de demanda diarias proporcionadas por el operador de red de su municipio a través de su norma técnica.

Esto consiste en una simple búsqueda en internet o en la página web del operador de red, buscando norma técnica junto al nombre del operador de red que aparece en el recibo de electricidad de la vivienda.

Allí podremos encontrar una curva de demanda diaria junto a su respectiva tabla de valores de consumo por hora pu (Pi) como las que podemos observar en la Figura 2.

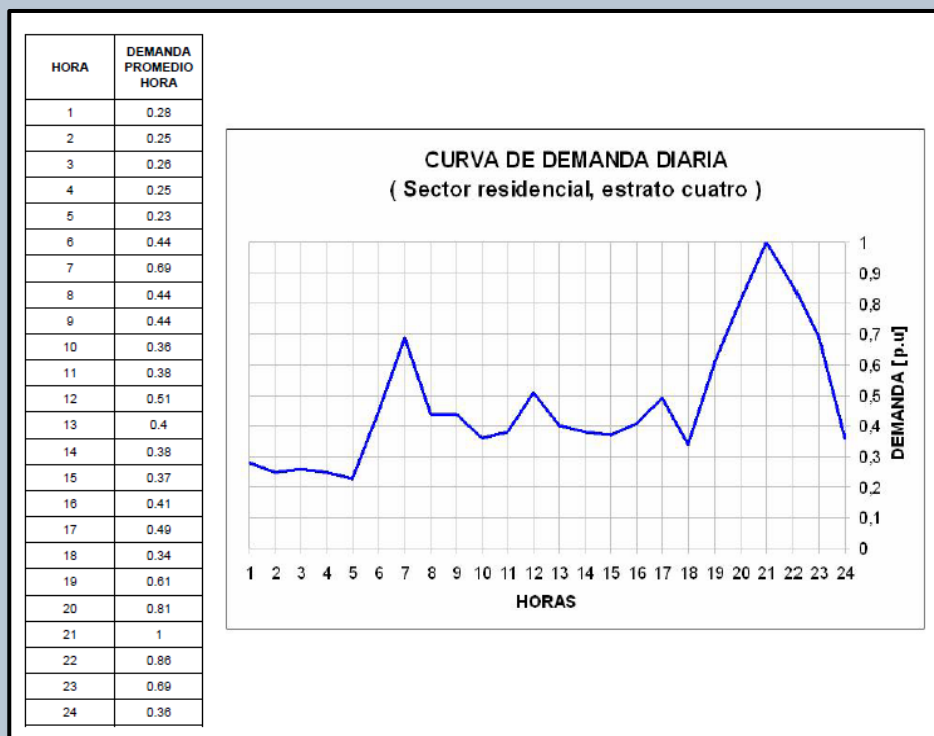


Figura 2. Curva de demanda diaria y tabla de valores para una vivienda de sector residencial de estrato cuatro.

1.4 Obtén el consumo mensual promedio:

El consumo diario se definirá como el valor de energía consumida por la vivienda en un día promedio.

Para calcular el consumo diario, se requiere el consumo mensual promedio (E_{mes}) de los últimos seis meses de su vivienda en kW-h. Este es encontrado en la factura de electricidad de su vivienda (Figura 3).

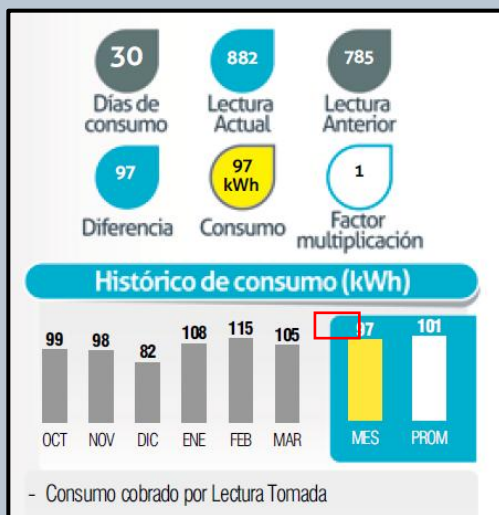


Figura 3. Consumo en kWh de la vivienda en una factura de consumo energético

1.5 Calcula el consumo diario promedio:

Una vez obtenido el consumo promedio mensual E_{mes} , se calcula el consumo diario con la siguiente formula:

$$E_{día} = \frac{E_{mes}}{30} [kWh]$$

1.6 Calcula el consumo por hora:

1.6.1 Potencia Base:

Las curvas de demanda diarias proporcionadas por el operador de red traen consigo una tabla especificando el consumo por hora del consumidor (Fig.2).

Si sumamos cada valor de energía de la tabla de la Fig. 2, se obtiene la energía total consumida en un día para la vivienda ($\sum P_i$).

Esto con el fin de calcular la potencia base:

$$P_{base} = \frac{E_{día}}{\sum P_i}$$

1.6.2 Construye la tabla de consumo horario:

Se calcula una nueva tabla de valores de energía consumida por hora, multiplicando la potencia base (P_{base}) por cada valor de energía de la tabla suministrada por el Operador de Red (Figura 2.).

El consumo por hora se definirá como la tabla de valores que proporciona el consumo energético de la vivienda por cada hora del día. Recordemos que en secciones anteriores hemos definido el consumo por hora en p.u. como P_i . Por lo que el consumo por hora de la vivienda del caso que estemos tratando será:

$$P_i * P_{base}$$

Así podremos construir una nueva tabla:

Hora	Consumo
1	$P_1 * P_{base}$
2	$P_2 * P_{base}$
3	$P_3 * P_{base}$
4	$P_4 * P_{base}$
5	$P_5 * P_{base}$
6	$P_6 * P_{base}$
7	$P_7 * P_{base}$
8	$P_8 * P_{base}$
9	$P_9 * P_{base}$
10	$P_{10} * P_{base}$
11	$P_{11} * P_{base}$
12	$P_{12} * P_{base}$
13	$P_{13} * P_{base}$
14	$P_{14} * P_{base}$
15	$P_{15} * P_{base}$
16	$P_{16} * P_{base}$
17	$P_{17} * P_{base}$
18	$P_{18} * P_{base}$
19	$P_{19} * P_{base}$
20	$P_{20} * P_{base}$
21	$P_{21} * P_{base}$
22	$P_{22} * P_{base}$
23	$P_{23} * P_{base}$
24	$P_{24} * P_{base}$

Tabla 1. Consumo de potencia para cada hora del día.

1.1.1. Grafica la curva de demanda diaria real:

De esta forma tenemos una tabla que contiene las horas del día y los valores de potencia consumida P_{load} con respecto a esa hora para una vivienda en específico, y a partir de estos podemos graficar la nueva curva de demanda diaria.

2.COMPONENTES DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO

Un sistema fotovoltaico está compuesto por diferentes componentes. A continuación, veremos los componentes principales.

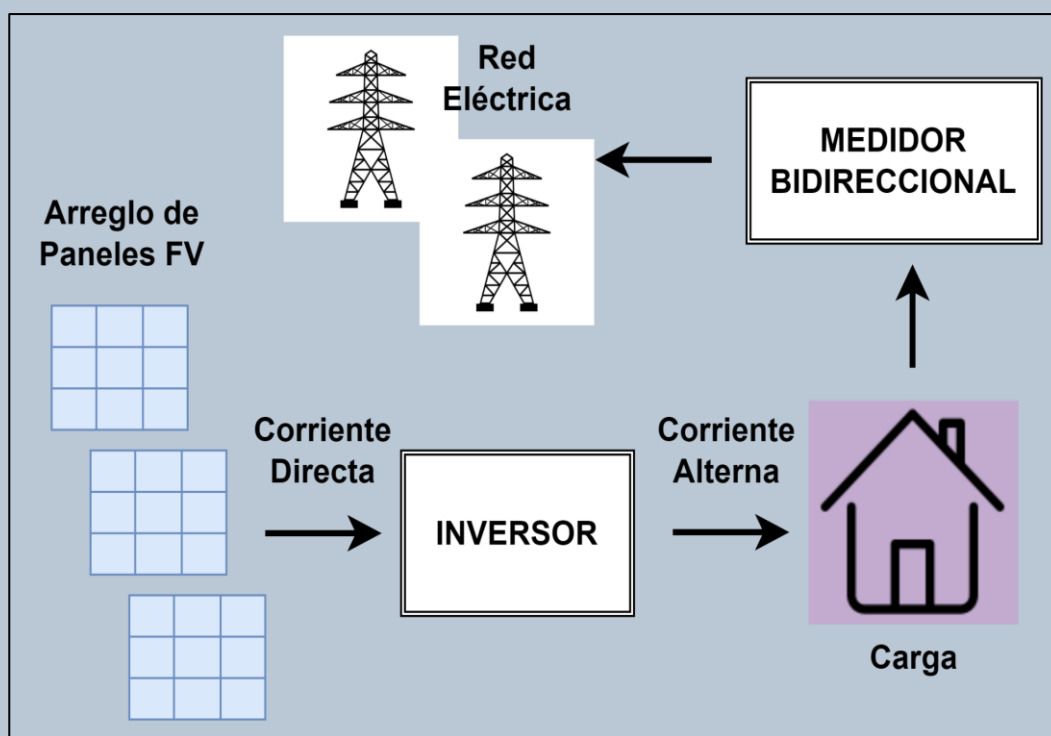


Figura 4. Esquema de un sistema fotovoltaico.

2.1 Módulos Fotovoltaicos

Un módulo o panel fotovoltaico está compuesto por celdas solares, encargadas de captar la radiación solar y convertirla a energía eléctrica (Figura 5). Están compuestas por diferentes capas de semiconductores y metales que ayudan en el proceso de captar fotones y convertirlos en electrones en movimiento (corriente).

→ La primera capa es de vidrio que evita que cualquier otro elemento en el ambiente, como el polvo o el agua, interactúen

con las demás capas. Sirve como barrera de protección para el panel.

- La segunda capa, es la capa anti reflectiva y es la que el panel tome un color azul oscuro, esta capa ayuda a poder captar fotones sin dejar que estos escapen de la superficie por efecto reflectivo.
- La tercera capa está hecha de dos semiconductores, de silicio y fósforo.
- La cuarta capa también hecha de dos semiconductores, silicio y boro; esto con el objetivo que la energía solar pueda dar movimiento de un electrón sobrante de los átomos de fósforo (carga positiva) a los átomos de boro, el cual posee un hueco en el que se puede posicionar el electrón sobrante del fósforo (carga negativa). Así tendremos desequilibrio de cargas, y por lo tanto una diferencia de potencial, es decir, voltaje; en este caso voltaje dc.

Es importante notar en la figura 5, los diodos de bloqueo que son utilizados para evitar corrientes de retorno hacia los mismos módulos fotovoltaicos.

En general un panel fotovoltaico está encargado de captar la energía solar a través de la radiación y convertirla en energía eléctrica. A continuación, vamos a profundizar el significado de la radiación y sus diferentes tipos, y la diferencia con la irradiancia.

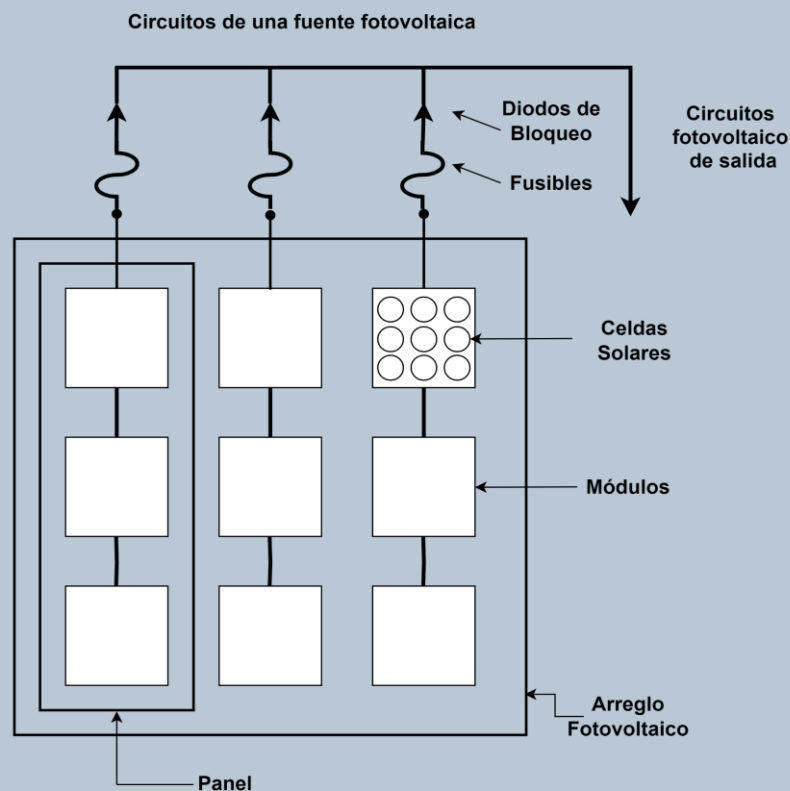


Figura 5. Componentes de un arreglo fotovoltaico.

2.2 Inversor

Un inversor es un equipo que puede convertir la corriente y voltaje directo de un arreglo de paneles fotovoltaicos a corriente y voltaje alterno (Figura 4).

Aunque en la actualidad existen varios tipos de inversores según su aplicación, todos ellos tienen funciones en común:

- La primera es la formación de la forma de onda de cuadrada a partir de la corriente directa de entrada mediante circuitos de estado sólido y switches.
- La segunda es la de suavizar esta onda cuadrada en una sinusoidal a través de dispositivos electrónicos que poseen filtros, ya que la forma de onda cuadrada de voltajes y corrientes son altamente ineficientes e incluso perjudicial para las cargas conectadas.
- La tercera es la de proteger diferentes señales de entradas de sobrecorrientes, sobretensión, sobre frecuencias y subfrecuencias debido a los picos de voltajes, cortocircuitos y sobrecargas del sistema.

La cuarta y última que consideraremos, es la protección contra rayos a través de fusibles y dispositivos semiconductores.

2.3 Cableado

Cableado DC

Es de suma importancia la implementación de este tipo de conductores para transportar la corriente directa. Es requerido que todos los conductores de tipo DC que salen de los módulos fotovoltaicos o de los arreglos de los módulos deben ser aislados, sea que tengan conexión a tierra o no. En el cableado de tipo DC, no hay interferencia los campos electromagnéticos, ya que las corrientes inducidas y de fugas son difíciles de generar debido a la naturaleza de corriente que transporta el cableado DC.

Cableado AC

Son usados en la transmisión de corrientes alternas, en este caso, provenientes del inversor a la carga y del inversor a la red. Su costo es mayor del cableado de tipo DC.

Los conductores AC deben tener ciertas características para transportar con eficiencia la corriente:

- Este tipo de conductores suelen estar hechos de cobre o aluminio, ya que son materiales con conductividad eléctrica alta.
- Son cables compuestos por varios hilos del material conductor trenzados entre sí, lo que hace que aumente la resistencia y flexibilidad del cable.
- Son cables usualmente aislados recubiertos con un material dieléctrico con el fin de evitar cortocircuitos en un sistema eléctrico.

2.4 Medidor Bidireccional

Es un equipo encargado de registrar las mediciones de energía consumida por parte la red eléctrica y la generada por el sistema fotovoltaico, por lo tanto, este tipo de medidores muestra dos lecturas. Es indispensable contar con un medidor bidireccional en caso de que el sistema fotovoltaico quiera verter los excedentes de energía a la red eléctrica local, es decir la energía que sea generada por el arreglo de paneles fotovoltaicos, pero no sea usada por la carga.

Potencia En Un Sistema Fotovoltaico



3.DETERMINAR LA POTENCIA GENERADA POR EL SISTEMA

3.1 Calcula la potencia generada por un panel:

Para calcular la potencia generada por un panel fotovoltaico, se puede usar la siguiente ecuación:

$$P_{gen} = G_{inc} * A$$

Donde:

→ $A [m^2]$ es el área del panel fotovoltaico por utilizar.

→ $G_{inc} [\frac{Wh}{m^2}]$ es la radiación incidente en el panel fotovoltaico.

La potencia generada del sistema fotovoltaico proviene de la energía solar captada por cada panel fotovoltaico.

La energía emitida por el sol es también reconocida como radiación solar, la cual es medida con el parámetro radiación incidente $G_{inc} \frac{Wh}{m^2}$.

RADIACIÓN SOLAR

La radiación solar es la energía emitida por el Sol en forma de ondas electromagnéticas. Esta radiación cubre un rango de longitudes de onda que va desde los 0.3 hasta los 3 micrómetros (μm). La radiación solar son las ondas electromagnéticas o fotones emitidos por el sol, y se propagan en todas las direcciones del espacio. Dichas ondas están cargadas de energía, llamada energía solar. Cerca del 50% de estas ondas electromagnéticas llegan a la atmósfera de la tierra. Además, debido a la rotación de la tierra con respecto al sol la energía solar varía a través de las horas del día dada una ubicación determinada en la tierra.

- Radiación directa

La radiación solar directa es la radiación que llega a una superficie de manera directa desde el Sol, sin haber sido dispersada o reflejada por la atmósfera o las nubes.

- Radiación difusa

La radiación solar difusa es la radiación solar que llega a una superficie después de ser dispersada por partículas atmosféricas (como gotas de agua, nubes).

- Radiación reflejada

La radiación solar reflejada es la energía solar que ha sido reflejada por la superficie terrestre u otros objetos antes de llegar a una superficie específica.

- Radiación global

La radiación solar global se refiere a la cantidad total de energía solar que incide sobre una superficie plana, incluyendo la radiación directa, la radiación difusa y la radiación reflejada.

- Irradiancia G

Densidad de potencia de la radiación global que incide en una superficie o plano. Su unidad de medida es $[\frac{W}{m^2}]$.

- Irradiación H

Densidad de energía de la radiación global que incide en una superficie o plano, en un determinado periodo de tiempo. Usualmente la irradiación tiene un periodo de tiempo de una hora y para usos fotovoltaicos su unidad de medida común es $[\frac{kWh}{m^2}]$.

3.2 Calcular potencia total del sistema:

Ya que un sistema fotovoltaico está compuesto por un número N de paneles fotovoltaicos, la potencia generada total por el sistema fotovoltaicos se calcula con la siguiente ecuación:

$$P_{Total} = N * P_{gen}$$

3.3 Orientación e inclinación del Panel Fotovoltaico

Una orientación e inclinación adecuadas del panel FV nos puede dar una mayor eficiencia del mismo panel y por lo tanto de todo el sistema fotovoltaico. Además de un mayor retorno de la inversión, ya que será posible generar más energía con la misma cantidad de paneles.

3.3.1 Orientación del panel fotovoltaico

Debido a que nuestro país reside en el hemisferio norte del planeta, los expertos han llegado al consenso de que para que la luz del sol se proyecte directamente sobre los paneles la mayor cantidad de tiempo la orientación de los paneles fotovoltaicos debe ser hacia el sur geográfico. Esta es una conclusión simplificada, sin embargo, si se desea ser más exactos con la orientación adecuada de los paneles debemos tener en cuenta la altitud.

Y considerando que la altitud es el ángulo entre la dirección del sol y el plano horizontal. Para latitudes mayores a la declinación solar, el azimut es el ángulo entre el sur y la proyección de la dirección del sol en el plano horizontal, para latitudes menores a la declinación solar es el ángulo entre el norte y la proyección de la dirección del sol en el plano horizontal (Figura 6).

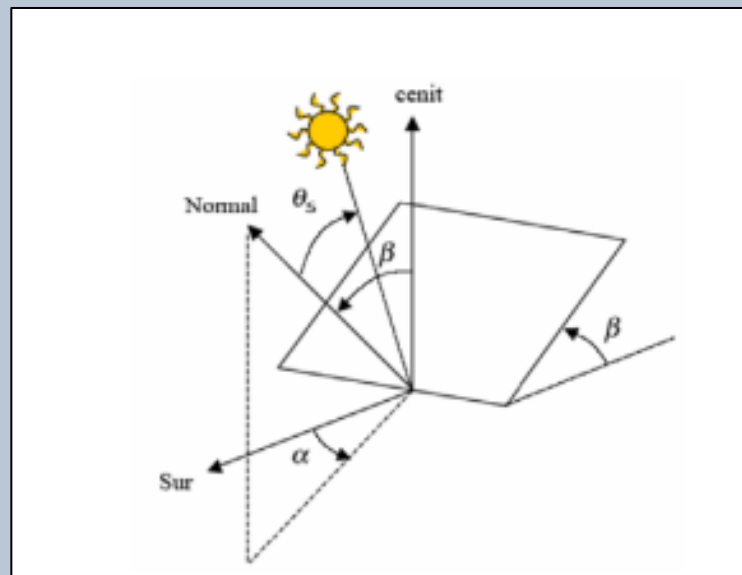


Figura 6. Azimut α e inclinación β de una superficie.

3.3.2 Inclinación del panel solar

La inclinación del panel se refiere al ángulo entre el panel solar y el plano horizontal. Ya que Colombia no tiene estaciones climáticas y además está muy cerca al ecuador, se recomienda que el ángulo esté entre los 10° y 30° , con el propósito que los rayos de la luz del sol sean emitidos de forma perpendicular al panel y la absorción de la radiación solar sea mayor. Otros de los objetivos de tener una inclinación adecuada de los paneles es la de disminuir el sobrecalentamiento en los mismos, aprovechando el ángulo en que se capta el flujo de aire y la de disminuir la sombra en los paneles, que reduce su rendimiento.

4. CALCULAR LA EFICIENCIA Y PÉRDIDAS DEL SISTEMA

Todo sistema de generación de energía contempla diversas pérdidas de energía debido a la eficiencia de sus componentes, el efecto joule, la temperatura, entre otros. Los diferentes tipos de pérdidas que contemplaremos en un sistema fotovoltaico son los siguientes:

- Pérdidas del panel fotovoltaico

- Perdidas DC por Efecto Joule
- Perdidas AC por Efecto Joule
- Perdidas del inversor

4.1 Perdidas del Panel Fotovoltaico

La eficiencia energética de un panel fotovoltaico hace referencia a la capacidad que tiene un panel de convertir la radiación solar en electricidad. La tecnología en paneles fotovoltaicos que puede llegar a alcanzar una mayor eficiencia energética son los que son hechos de del material silicio monocristalino sin embargo es necesario tener en cuenta otros factores como la inclinación la orientación el tamaño de la celda el diseño y la temperatura a la que está sometida. A continuación, vamos a presentar una forma de poder llegar a conocer la eficiencia del panel fotovoltaico en condiciones estándares de prueba STC.

$$\eta_{panel} = \frac{P_{out-panel}}{P_{in-panel}} * 100\%$$

Esta ecuación toma en cuenta la potencia nominal del panel ($P_{out-panel}$) dada por el fabricante del panel, y adicionalmente la potencia de entrada del panel ($P_{in-panel}$), que se define como la potencia energética recibida de la radiación solar.

Para calcular la potencia de salida total generada por el panel considerando las perdidas internas del mismo se debe emplear la siguiente fórmula:

$$P_{fv} = P_{Total} * \eta_{\%} * (1 + \beta * \Delta T)$$

Donde,

$\eta_{\%} \rightarrow$ Eficiencia nominal del panel fotovoltaico.

$\beta \rightarrow$ Coeficiente de temperatura de Pmax del panel fotovoltaico.

$\Delta T \rightarrow$ Delta de temperatura.

Tanto la eficiencia como la constante beta del panel fotovoltaico son datos obtenidos de la ficha técnica del panel.

En cuanto al delta de temperatura, es calculada de la siguiente forma:

$$\Delta T = T_{oper} - T_{STC} (^{\circ}C)$$

Donde,

$T_{STC} \rightarrow$ Temperatura del panel fv de las condiciones estándar de prueba que son 25°C.

$T_{oper} \rightarrow$ Temperatura de operación, es la temperatura a la que opera el sistema fotovoltaico, y es calculada de la siguiente forma:

$$T_{oper} = T_{amb} + \frac{(NOCT - 20) * G_{inc}}{800} (^{\circ}C)$$

4.2 Pérdidas DC por Efecto Joule

El efecto joule hace referencia al aumento de temperatura en un material debido al paso de corriente dc, en este caso dicho material es el cable que lleva la corriente de los paneles fotovoltaicos al inversor (Figura 7).

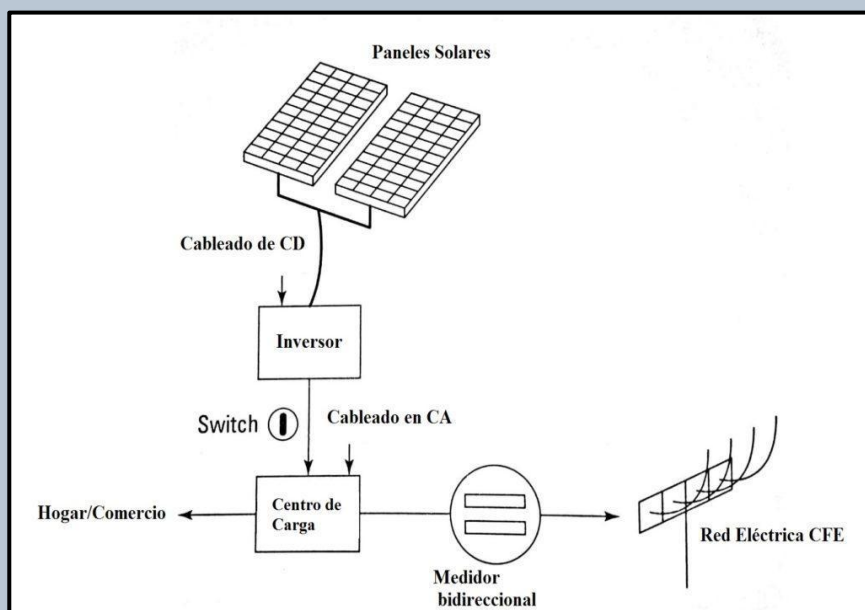


Figura 7. Esquema general de conexión de un sistema fotovoltaico.

Para calcular la potencia dc perdida por efecto joule, debemos usar la siguiente formula:

$$P_{jouleDC} = I_{dc}^2 * R_{dc} [W]$$

Donde,

$R_{dc} \rightarrow$ Resistencia del cable DC [Ω]

$I_{dc} \rightarrow$ Corriente DC del panel [A]

Para calcular la corriente DC que sale del panel, se usa la siguiente formula:

$$I_{dc} = \frac{P}{r * V_{mpp}} [A]$$

Siendo r la resistencia del cable DC [km/ Ω] y V_{mpp} el voltaje máximo pico a pico del panel fotovoltaico [V].

4.3 Perdidas AC por Efecto Joule

En este caso, el efecto joule se produce debido al paso de corriente AC por el cable conductor que va del inversor a la carga.

Para calcular la potencia ac perdida por efecto joule, debemos usar la siguiente formula:

$$P_{jouleAC} = I_{ac}^2 * R_{ac} [W]$$

Donde,

$R_{ac} \rightarrow$ Resistencia del cable AC [Ω]

$I_{ac} \rightarrow$ Corriente AC que sale del inversor [A]

4.4 Perdidas del inversor

La potencia perdida debido a la implementación del inversor es debido a la eficiencia del componente. Por la tanto, la potencia de perdida se calcula de la siguiente formula:

$$P_{inv} = P_{o-inv} * \eta_{\%inv} [W]$$

Donde,

$P_{o-inv} \rightarrow$ Potencia de entrada del inversor [W]

$\eta_{\%inv} \rightarrow$ Eficiencia nominal del inversor.

5. CALCULAR POTENCIA GENERADA Y ENTREGADA DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO

5.1 Potencia Generada del SFV

La potencia real generada por todo el sistema fotovoltaico es la potencia que produce el conjunto de paneles fotovoltaico menos las pérdidas del sistema.

$$P_{gen-SFV} = P_{Total} - P_{jouleDC} - P_{jouleAC} - P_{inv} [W]$$

5.2 Potencia de la red

La potencia que el sistema fotovoltaico entregará a la red, o que la carga exigirá a la red, la podremos calcular de la siguiente forma:

$$P_{grid} = P_{gen-SFV} - P_{load} [W]$$

Si $P_{red} > 0$, el sistema entrega excedentes a la red (autogeneración con medición bidireccional).

Si $P_{red} < 0$, la red supe la demanda faltante.

Incentivos de la generación fotovoltaica en Colombia



En Colombia, la Ley 1715 de 2014 regula la integración de las energías renovables no convencionales (FNCER) al sistema energético nacional. Esta ley establece un marco jurídico e instrumentos claros para fomentar la inversión, el desarrollo tecnológico y la utilización de energías limpias, en especial la fotovoltaica. Este instructivo tiene como objetivo identificar y aplicar los incentivos tributarios, contables y operativos disponibles para proyectos de generación fotovoltaica entre 10kW y 100kW, beneficiando tanto a empresas que ofrecen servicios de diseño e instalación como a aquellas que adquieren estos sistemas.

6. INCENTIVOS APLICABLES

- Deducción del impuesto de renta (Art. 11)
- Las personas naturales o jurídicas obligadas a declarar renta pueden deducir el 50% del valor total invertido en proyectos de FNCER de su renta líquida durante 5 años. Esto aplica a sistemas de autogeneración entre 10kW y 100kW, siempre que se obtenga la certificación de beneficios ambientales del Ministerio de Ambiente.
- Exclusión de IVA (Art. 12)
- Los equipos y servicios utilizados en la preinversión, inversión y operación de sistemas solares están exentos del IVA, lo cual reduce los costos iniciales de adquisición de componentes como paneles, inversores y estructuras
- Exención de aranceles (Art. 13)
- Maquinaria, equipos, materiales e insumos importados que no se produzcan en Colombia y sean destinados exclusivamente al desarrollo de proyectos solares estarán exentos de derechos arancelarios, siempre que se solicite la exención a la DIAN con al menos 15 días de antelación.
- Depreciación acelerada (Art. 14).
- Los activos destinados a la generación con FNCER pueden depreciarse hasta un 33.33% anual, lo que permite recuperar más rápidamente la inversión y mejora la rentabilidad del proyecto.
- Medición bidireccional (Art. 8, literal a)
- Los autogeneradores pueden entregar excedentes de energía a la red y recibir créditos en su factura de energía, lo cual mejora el retorno de inversión.
- Programas de divulgación y apoyo técnico (Art. 8, literales e y f)
- La UPME desarrolla guías, capacitaciones y campañas para facilitar la implementación de sistemas entre 10kW y 100kW, favoreciendo a empresas de ingeniería e instaladores solares.

6.1 Beneficios para empresas del sector

- Empresas diseñadoras e instaladoras: Estos incentivos permiten ofrecer a sus clientes precios más competitivos y proyectos con mayor viabilidad financiera, lo que impulsa la demanda de servicios de ingeniería, diseño, instalación y mantenimiento.
- Empresas compradoras del sistema: Pueden reducir sus costos energéticos, recuperar inversión vía ahorros y deducciones fiscales, y posicionarse como sostenibles frente a sus clientes y reguladores.

6.2 Recomendaciones para aplicar los incentivos

1. Verificar que el sistema esté en el rango permitido (10kW a 100kW).
2. Solicitar las certificaciones necesarias al Ministerio de Ambiente y a la UPME.
3. Realizar los trámites de exención ante la DIAN previo a la importación.
4. Mantener registros contables claros para aplicar la depreciación acelerada y deducciones tributarias.
5. Utilizar medidores bidireccionales aprobados y registrar los excedentes entregados a la red.

6.3 Certificaciones Necesarias

1. CERTIFICACIÓN DE BENEFICIO AMBIENTAL (MINISTERIO DE AMBIENTE)

¿Para qué se requiere?

Es necesaria para acceder a los incentivos tributarios, en especial la deducción del 50% de la inversión del impuesto de renta (Art. 11 de la Ley 1715).

¿Qué acredita?

Que el proyecto de generación a partir de fuentes no convencionales de energía (en este caso, solar fotovoltaica) tiene impacto ambiental positivo y contribuye a la sostenibilidad ambiental.

¿Cómo se obtiene?

- I. Se debe presentar un estudio técnico del proyecto.
- II. La solicitud debe estar acompañada por los documentos que acrediten la inversión y su relación con tecnologías FNCER.
- III. El Ministerio de Ambiente debe emitir esta certificación antes de que el inversionista pueda usar el beneficio tributario.

2. CERTIFICACIÓN DE EQUIPOS Y SERVICIOS EXCLUIDOS DEL IVA (MINISTERIO DE AMBIENTE CON BASE EN LISTADO UPME)

¿Para qué se requiere?

Para excluir del IVA los equipos, elementos, maquinaria y servicios utilizados en la preinversión, inversión y operación de los proyectos solares (Art. 12).

¿Quién la emite?

El Ministerio de Ambiente, pero con base en un listado oficial de equipos autorizado por la UPME.

¿Qué contiene el listado de la UPME?

Incluye componentes como:

- Paneles solares.
- Inversores.
- Estructuras metálicas.
- Cables solares.
- Medidores bidireccionales.

Pasos:

- I. Verificar que los equipos estén en el listado UPME.
- II. Solicitar al Ministerio de Ambiente la certificación de exclusión de IVA para esos equipos y servicios.

3. AVAL DEL PROYECTO PARA EXENCIÓN ARANCELARIA (MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA O ENTIDAD DELEGADA)

¿Para qué se requiere?

Para solicitar la exención de aranceles por importación de maquinaria, equipos o materiales que no se produzcan en Colombia (Art. 13).

¿Cómo se hace?

- I. Se debe presentar documentación del proyecto a la DIAN al menos 15 días hábiles antes de la importación.
- II. El proyecto debe estar certificado por el Ministerio de Minas y Energía o por una entidad que este designe como competente.
- III. Esta certificación respalda que los equipos se destinarán exclusivamente al desarrollo del proyecto solar.

4. CERTIFICACIÓN COMO PROYECTO FNCER (UPME)

¿Para qué sirve?

Acredita que el proyecto hace parte del desarrollo de Fuentes No Convencionales de Energía Renovable (FNCER), lo cual es condición para acceder a todos los beneficios de la Ley 1715.

¿Qué implica?

- I. Estar inscrito en el registro de proyectos de la UPME.
- II. Cumplir con las especificaciones técnicas y de potencia (por ejemplo, estar dentro del rango de 10kW a 100kW como autogenerador a pequeña escala).
- III. Estar conectado legalmente al sistema de distribución.

Congreso de Colombia. (2014). Ley 1715 de 2014: Por medio de la cual se regula la integración de las energías renovables no convencionales al sistema energético nacional.

<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=58289>