

## TP03

### DISEÑO AMBIENTALMENTE CONSCIENTE Generación solar eléctrica en edificios

Autor: Dr. Ing. Arq. Jorge D. Czajkowski - Profesor Titular

Una de las opciones con mayor nivel de desarrollo en la actualidad entre las energías renovables es la posibilidad de *Conversión Directa de la Luz Solar en Electricidad* mediante el uso de Generadores Eléctricos Solares también conocidos como sistemas Fotovoltaicos o FV.

Desde hace bastantes años, por su costo, se los utilizaba y utiliza en lugares donde no se dispone de red eléctrica convencional y donde las potencias a cubrir sean pequeñas.

Entre estas podemos mencionar:

- Electrificación de viviendas y establecimientos rurales: iluminación, televisión, telefonía, bombeo de agua, comunicaciones.
- Electrificación de alambrados.
- Balizamiento y señalización.
- Alumbrado exterior autónomo.
- Casas rodantes
- Náutica.

Esto se debe a que tienen muchas ventajas comparativas, entre las cuales podemos destacar:

- No consumen combustible
- No tienen piezas móviles.
- La vida útil es superior a 20 años.
- Resisten condiciones extremas de viento, granizo, temperatura y humedad.
- Son totalmente silenciosos.
- No contaminan el ambiente.
- Son modulares, lo que permite aumentar la potencia instalada sin interrumpir el funcionamiento del generador.

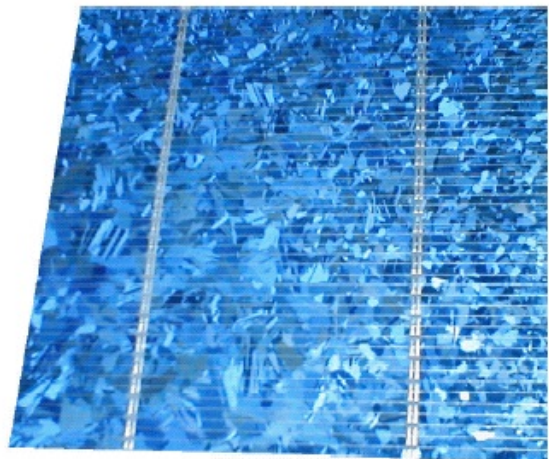


Figura 3: Celda 15 x 15 cm: 0.47 Vcc – 7.1 A. Capacidad de Generación: ~ 3.3 W a pleno sol

Las celdas fotovoltaicas de silicio tienen la propiedad de convertir directamente la luz solar que incide sobre ellas en energía eléctrica. Cuanto mayor es la luz que reciben mayor es la energía que producen. Para su aplicación práctica, las celdas se interconectan entre sí y se encapsulan en un material plástico aislante formando un módulo fotovoltaico. El módulo tiene un frente de vidrio templado y un marco de aluminio anodizado que lo protegen de los agentes atmosféricos y le dan rigidez estructural.

Los módulos son generadores de corriente eléctrica continua. La energía producida durante las horas en que el módulo está iluminado por la luz solar, se acumula en baterías para su empleo durante la noche o en días muy nublados.

La batería es la que le otorga autonomía de funcionamiento al sistema de generación. Un generador eléctrico solar está constituido por uno o más módulos fotovoltaicos según sea la potencia requerida. Cuando se desea alimentar equipos de corriente alterna en 220 Volts, es necesario instalar además, entre la batería y el mismo, un inversor de corriente.



Figura 4: Módulo de 120 W: 16.9 Vcc – 7.1 A.



Figura 5: Conexión de generadores FV a un banco de baterías y generación de corriente alterna mediante el uso de un inversor de corriente.

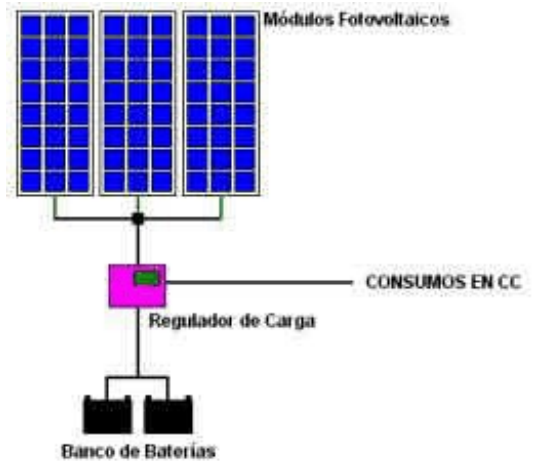


Figura 6: Conexión de generadores FV al consumo y a un sistema de baterías.

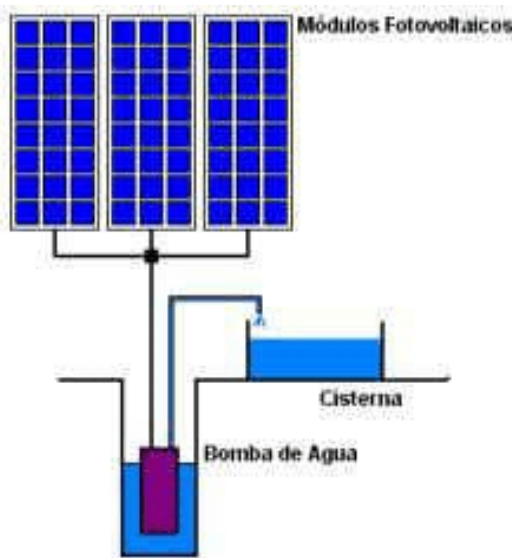


Figura 7: Conexión directa de generadores FV a una bomba de agua sumergida..

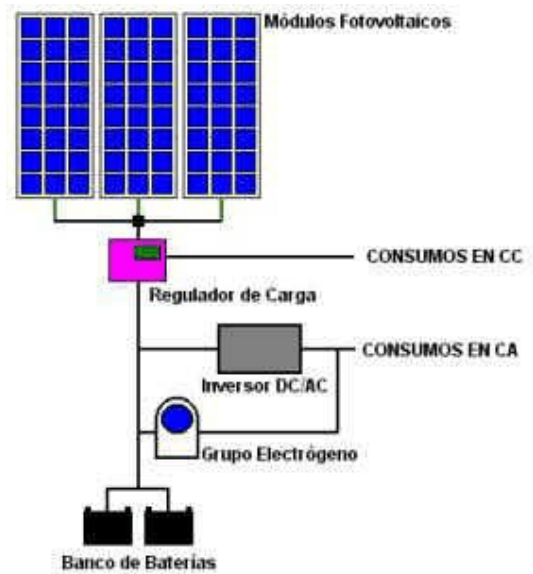


Figura 8: Modo de conexión de generadores FV a un banco de baterías, un generador eléctrico y al consumo.

**El Sistema Modulo Auto-regulado - Batería**

Esta formado por uno o dos módulos fotovoltaicos conectados directamente a la batería. Este sistema no requiere el empleo de diodos en serie ni de reguladores de carga para la batería. El sistema es extraordinariamente sencillo y confiable ya que no utiliza elementos electrónicos como los mencionados, que ocasionalmente pueden fallar.

En estos sistemas se utilizan módulos formados por 30 celdas de silicio monocristalino conectadas en serie. Este tipo de celdas - a diferencia de las policristalinas - tienen una alta resistencia eléctrica interna lo que hace innecesario el uso del diodo para evitar la descarga de la batería durante la noche. Por otra parte, el número de celdas que lo forman limita la tensión operativa máxima del módulo que autorregula así su generación eléctrica al estado de la batería. Cuando ésta se aproxima a su carga máxima, el módulo disminuye la intensidad de la corriente que genera y evita así que la

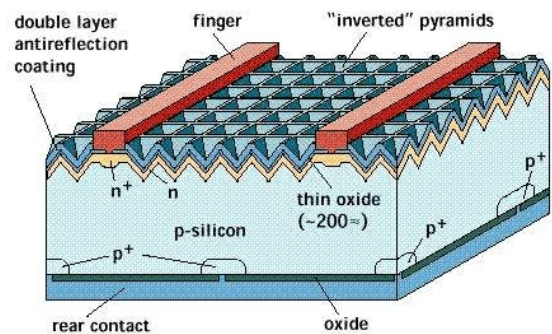


Figura 9: Esquema de la sección de una célula de silicio donde se muestran sus capas componentes.

batería se sobrecargue.

Solamente en aquellos casos en que el consumo (lámparas u otros aparatos) no son conectados diariamente a la batería - por ejemplo en casas de fin de semana - se recomienda instalar un regulador de carga. A este tipo de sistemas pertenecen los módulos de *pequeña potencia de Siemens* (M-14), utilizados en electrificación de alambrados, náutica y otros, el de *mediana potencia* M-20, empleado en electrificación de alambradas de gran alcance, en comunicaciones y otros casos y los equipos de mayor potencia de Siemens: Solartec 140, 190, 280 y 380. Mencionamos estos porque son comercializados en nuestro país desde hace más de 15 años, han sido utilizados y probados en toda la geografía nacional y aunque pueden conseguirse módulos más económicos de otros orígenes.

**El Sistema con Regulador de Carga**

Como se ha explicado, es conveniente colocar un regulador de carga tipo serie, el en los casos en que un módulo auto-regulado alimenta una carga que se usa ocasionalmente. En sistemas de mayor potencia, cuando el número de módulos es mayor que dos, o cuando exigencias particulares de la carga a alimentar lo requiere, se usan módulos de mayor tensión nominal, que tienen 33 celdas de silicio monocristalino conectados en serie, y en estos casos es necesario el uso de un regulador de carga de la batería. Pertenecen a este tipo el módulo "Siemens M-36" con el que se forman generadores de potencias variadas.

**Sistemas en Corriente Alterna (220 V - 50 Hz)**

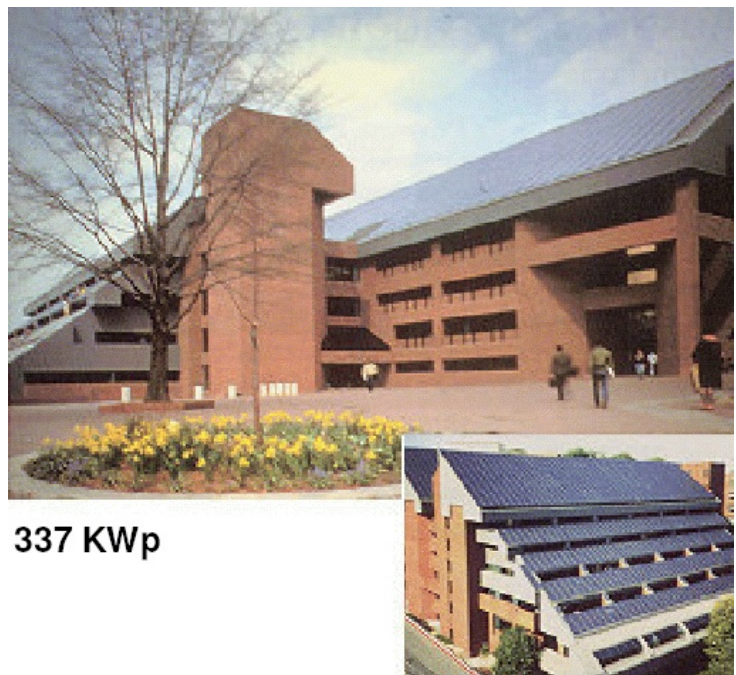
Cuando la carga que se desea alimentar es de corriente alterna (la mayoría de los televisores color, videocaseteras, computadoras y otros), debe instalarse entre la batería y la carga, un inversor de corriente que transforme la corriente continua de la batería de 12 V en corriente alterna de 220 V y 50 ciclos. En el mercado se dispone de inversores de distinta potencia según las características de la carga a alimentar.

**Instalación**

Usualmente el generador viene equipado con un soporte metálico que se abulona al módulo y que tiene una abrazadera para fijarlo sobre un caño galvanizado de 2 pulgadas. Este caño puede fijarse al suelo, a la pared o al techo de una vivienda. El frente del módulo debe orientarse al Norte geográfico (posición donde el sol alcanza la altura máxima al mediodía). El modulo, para aprovechar mejor la radiación solar debe inclinarse sobre el plano horizontal del suelo. El ángulo depende de la ubicación geográfica. El ángulo debe ser aproximadamente 10 grados mayor que la latitud del lugar.

Por ejemplo, Ciudad de Bariloche, latitud 41°, ángulo de inclinación 51°, en nuestra región el ángulo de inclinación óptimo sería 35°+10= 45°, aunque si decidimos incorporar el panel al curtain wall de nuestro edificio entonces si o si el ángulo será de 90° aunque no estemos aprovechando correctamente al generador. Tendrá con 90° un mejor comportamiento en invierno que en verano, pero como la radiación solar es menor en invierno tendremos una relativa compensación.

**Nota:** debemos evitar que entre las 9 horas de la mañana y las 5 horas de



337 KWp

Figura 10: Cubierta solar eléctrica conectada a la red.



Figura 11: Viviendas con techo solar en Friburgo, Alemania.

la tarde no existan árboles u otros objetos que proyecten su sombra sobre el módulo.

El generador tiene una bornera en la que están identificados los polos (+) y (-) que deberán conectarse respectivamente a los bornes de igual signo de la batería.

La sección del cable depende de la distancia y como ya se vio en Instalaciones 1 si trabajamos con tensiones bajas (12V) necesitaremos mayor sección en el conductor, es por esto que es recomendable utilizar inversores de corriente para pasar de 12 V a 220 V ahorrando costos al usar secciones menores. El único mantenimiento que requiere el sistema es controlar periódicamente el nivel de electrolito en las baterías.

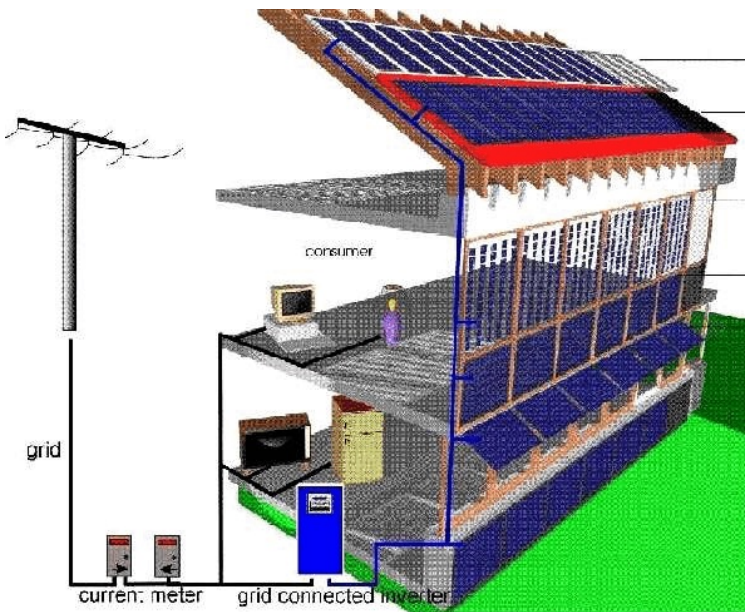


Figura 12: Sección de un edificio donde se muestran los diversos tipos de paneles FV y su modo de conexión al consumo y a la red eléctrica urbana.

**Utilización de la Energía Producida**

En la Tabla 1 se indican, para cada modelo de generador el número de horas por día que pueden funcionar, simultáneamente, en una vivienda distintos artefactos. Se han indicado los elementos más comunes. Si alguno no correspondiera, la energía equivalente se puede aplicar para atender el consumo de otros artefactos tales como ventiladores de pie o de techo, pequeñas bombas de agua, hornos de microondas, etc. Los datos que se indican en la tabla son valores promedio anual para la zona central del país. Para un cálculo más detallado, consultar el anexo 1 o la Norma IRAM 11900.

Hay numerosos ejemplos de integración de generadores fotovoltaicos a edificios como los mostrados en figuras 10 y 11. Es conocido el barrio Schlierberg en Friburgo Alemania ya que generan mas de 4 veces la energía que consumen. El barrio consta de 59 residencias de madera, construidas con materiales ecológicos, en un área de 11.000 m<sup>2</sup> (con un edificio comercial, llamado Sun ship – Nave Solar). La población de este barrio, además de usar energía solar, reutilizan el agua de lluvia, utiliza materiales ecológicos en sus edificios, tejas solares de vidrio, además de moverse por el barrio solo a pie o en bicicleta. El barrio o uno de los barrios mas sustentables de Alemania (ver más <sup>1</sup>).

**Pre-dimensionamiento simplificado de un generador FV:**

Existe un procedimiento simplificado para ayudarnos a calcular la demanda eléctrica de nuestro edificio y el generador adecuado en cualquier lugar del país.

Con este aprenderemos a calcular la demanda de energía, la potencia pico y aproximar el costo del mismo. Luego de leer detenidamente este apartado y darnos cuenta del costo del sistema no dudaremos en acudir a un especialista para que analice detalladamente diversas alternativas y escenarios de consumo a fin de que el presupuesto se reduzca a un valor razonable.

El recurso disponible es el sol y lo representaremos en su potencia disponible como **radiación solar**.

Esta radiación llega al exterior de la atmósfera terrestre de manera relativamente constante y homogénea con un valor de 1350 W/m<sup>2</sup>, luego de atravesar la atmósfera llega a la superficie con un valor medio de 1000 W/m<sup>2</sup>.

Un procedimiento simplificado para predimensionar un generador solar fotovoltaico consiste en fijar la insolación en 1000 W/m<sup>2</sup> y hacer una equivalencia con la cantidad de horas disponibles en invierno en un día despejado.

En la figura 11 podemos ver que nuestro panel solar además de recibir la radiación “directa” del sol, también recibirá una parte de la bóveda celeste y nubes como radiación “difusa” y una pequeña parte como radiación “reflejada” por el entorno o algún dispositivo especial instalado al efecto.

<sup>1</sup> <https://ecoinventos.com/un-barrio-aleman-produce-4-veces-mas-energia-de-la-que-consume-gracias-a-los-techos-solares/>

En el mapa de Sudamérica de la figura 14 podemos ver que nuestro país tiene en el noroeste un gran recurso con 4,5 a 5 hs equivalentes, luego en casi la mitad del territorio desde el extremo norte hasta la latitud 32° 3,5 hs, en casi toda la provincia de Buenos Aires -San Luis - Mendoza - La Pampa 3hs hasta el extremo sur con solamente 2 hs.

Esto nos muestra que por una parte la distribución no es homogénea y si para cubrir una determinada demanda de energía eléctrica en la puna jujeño - salteña se necesita un panel para la misma demanda en Tierra del Fuego se necesitarán casi tres. (Ver Tabla 1).

Esto quiere decir que a mayor insolación el sistema solar será más pequeño y a menor consumo los sistemas también serán más pequeños. Entonces tendremos que el tamaño del generador dependerá de:

**Ejemplo 1:**

- 1) Lámpara 12 Vcc 10 W x 4 h/día = 40 Wh/día
- 2) TV Color 220 Vca 1,15 x 80 W x 2 h/día = 184 Wh/día
- Co = Consumo Total Diario = 224 Wh/día

La potencia pico será =  $(224 \text{ Wh/día} / 3.5 \text{ hs/día}) * 0.75 = 48 \text{ Wp}$  a 12 V son 4 Ah

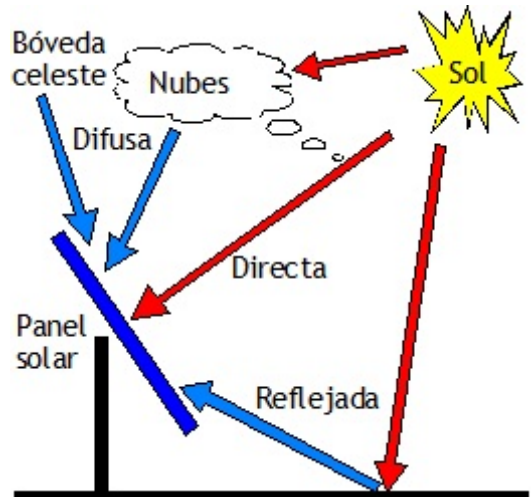


Figura 13: Distribución de la radiación solar.

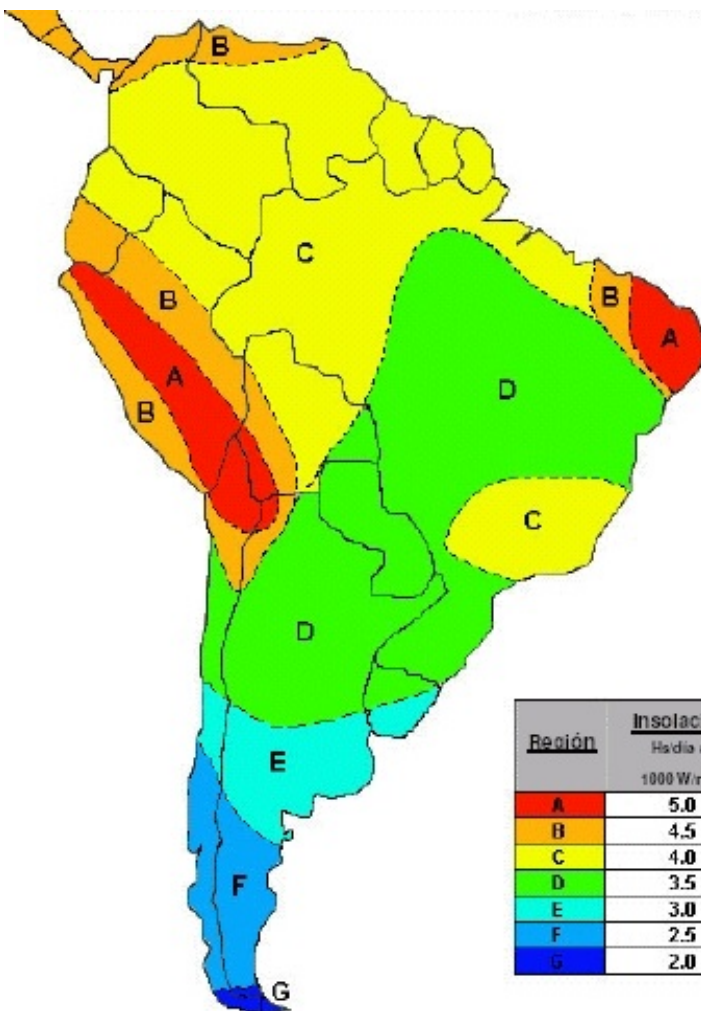


Figura 14: Distribución de la radiación solar (insolación) en Sudamérica en horas/día equivalentes a 1000 W/m²

**Ejemplo 2:** Energía para una habitación de un estudiante de arquitectura equipado con una PC e impresora inkjet.

- 1) Lámpara escritorio 220 Vcc 7 W x 6 h/día = 42 Wh/día
- 2) Lámpara ambiente 220 Vcc 15W x 4 h/día = 60 Wh/día
- 3) PC baja gama 220 Vcc 300 W x 6 h/día = 1800 Wh/día
- 2) Impresora Inkjet 220 Vca 50 W x 1 h/día = 50 Wh/día
- 3) Subtotal StCo = 1952 Wh/día
- 3) Inversor corriente 24-220V StCo x 1.12 = 234 Wh/día
- Co = Consumo Total Diario = 2186 Wh/día

$$Potencia\ picototal = \frac{Consumototal\ diario}{Horas\ diarias\ 1000W / m^2} \times \text{factor seguridad}$$

L potencia pico será =  $(2186 \text{ Wh/día} / 3.5 \text{ hs/día}) * 0.75 = 468 \text{ Wp}$  a 12 V son 39 Ah; si un panel modelo KC70 genera 4.14 Ah entonces necesitaré 9.4 paneles; adopto 10 paneles. Pero como debo generar a 24 V para usar un inversor de corriente que me permita tener un servicio a 220V entonces deberé redondear a 10 paneles x 2 debiendo adoptar 20 paneles. Luego si cada panel tiene 86,5 cm x 65,2 cm y los ubico como antepecho de ventana orientada al norte necesitaré de un ancho de fachada de 13 metros.

Todo esto para alimentar el consumo de una habitación con computadora a 220 V. Además el sistema completo tendrá un precio aproximado de 4.400 u\$s.

Esto quiere decir que a valores actuales y a modo indicativo un sistema completo de generación a 220V - 12

V, cuesta 9.5 u\$s / Wp o 11 u\$s / Wh de potencia instalada (paneles, inversor, regulador y batería).

Este valor está muy pero muy lejos de lo que pagamos a nuestra compañía eléctrica. Podemos notar que en los países donde estas tecnologías son usuales (Alemania, España, etc) el estado da importantes subsidios a los consumidores con el fin de reducir la emisión de gases de efecto invernadero, no construir nuevas centrales térmicas o nucleoelectricas y cumplir con el Protocolo de Kyoto. Nosotros, por el momento, estamos lejos de esto pero debido a que hemos firmado el citado protocolo en algún momento deberemos asumir la responsabilidad y mientras esto suceda cuando menos debemos conocer que esta tecnología existe y es viable a pesar de su costo.

Provincia	Época	Cantidad de módulos de 50 Wp
Jujuy	Verano	5
	Invierno	6
Buenos Aires	Verano	6
	Invierno	9
Santa Cruz	Verano	7
	Invierno	12

**Tabla 1:** Cantidad de módulos. Consumo 90 Ah/día a 12V

Ejemplo 3: Un kit compuesto por un Inversor y cargador híbrido On-Grid / Off-grid HGI-4K-48 (1 unidad), más 16 paneles solares PS-275M - 275W y 4 baterías de ciclo profundo AGM - RITAR DC12-225 para cubrir una demanda anual de 6416 Kwh cuesta hoy en el mercado nacional unos u\$s 10.700.- Con esto puede cubrirse las necesidades de una vivienda “sustentable” de 200 m2 en el área metropolitana de Buenos Aires.

**Procedimiento de cálculo** (IRAM 11900/17)

Cuando un edificio o vivienda posea una instalación de producción de energía solar fotovoltaica para la generación de energía eléctrica, se debe considerar el aporte de ésta al sistema en términos de energía primaria.

El procedimiento de cálculo de la IRAM 11900/17, considera instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red, cuyas potencias nominales son menores que 15 kWp. En aquellos casos que la vivienda cuente con una instalación fotovoltaica de potencia nominal mayor, se debe adoptar para el presente cálculo una potencia nominal como máximo de 15 kWp.

**Contribución total de energía solar fotovoltaica** (ES;FV)

La contribución total de energía eléctrica producida por la instalación solar fotovoltaica durante un año, se calcula según la expresión siguiente:

$$E_{S;FV} = P_{FV} \cdot K \cdot \eta_{INV} \cdot \eta_{FV} \cdot \sum_{i=1}^{12} \frac{G_i \cdot D_i}{1000}$$

siendo:

- P<sub>FV</sub> la potencia pico de la instalación fotovoltaica, en kilowatt;
- K el coeficiente de rendimiento, adimensional; (Incluye las pérdidas por: sombreado, polución y por reflexión de la superficie, el valor está comprendido entre 0,90 y 0,98);
- η<sub>INV</sub> el rendimiento medio ponderado del inversor de la instalación fotovoltaica, adimensional; (Debe ser informado por el fabricante, y en el caso de no contar con este dato, se debe adoptar igual a 0,90);
- η<sub>FV</sub> el rendimiento medio ponderado del generador fotovoltaico completo; (las pérdidas térmicas, las ópticas, las resistivas y los diodos obtenidos con la fórmula 46);
- G<sub>i</sub> la irradiancia solar media del i-ésimo mes sobre la superficie de captación, con orientación y ángulo de inclinación respecto del plano horizontal definidos, en watt por metro cuadrado; (según el método de Liu Jordan);
- D<sub>i</sub> la cantidad de días del i-ésimo mes considerado, adimensional.

La potencia pico de la instalación fotovoltaica se calcula como la suma de las potencias nominales en corriente continua de todos los paneles de la instalación, calculada mediante las expresiones siguientes:

$$\eta_{FV} = (1 - P_{t\acute{e}rnicas} - 0,08)$$

Cuando sea posible medir la temperatura de los módulos fotovoltaicos se calcula con la fórmula siguiente:

$$P_{\text{térmicas}} = (T_{\text{celda}} - 25) \cdot \frac{\gamma}{100}$$

En los casos que no sea posible medir la temperatura se puede aproximar al valor aplicando la expresión siguiente:

$$P_{\text{celda}} = (T_a - \text{NOCT} - 20) \cdot \frac{G_a}{0,8}$$

Siendo:

$G_a$  la irradiancia solar media anual sobre la superficie de captación, con orientación y ángulo de inclinación respecto del plano horizontal definidos, en watt por metro cuadrado; (según el método de Liu Jordan).

$\gamma$  el coeficiente de variación de potencia respecto a la temperatura, en grados Celsius; El valor está comprendido entre 0.4%/ °C y 0.5%/ °C;

$P_{\text{Térmicas}}$  las pérdidas térmicas del sistema fotovoltaico, producto de la temperatura de los módulos fotovoltaicos.

NOCT la temperatura nominal de operación de celda, adimensional; (según IRAM 210013-14)

$T_{\text{Celda}}$  la temperatura del módulo fotovoltaico, medida en su parte posterior, en grados Celsius;

$T_{\text{amb}}$  la temperatura ambiente medida en la cara anterior de los módulos fotovoltaicos y en la parte posterior, tomando como temperatura final, el valor medio de ambas temperaturas, en grados Celsius.

### Contribución total de energía primaria por uso de energía solar fotovoltaica

La contribución total de energía primaria por aprovechamiento de energía solar fotovoltaica, se calcula según la fórmula siguiente:

$$E_{P;FV} = E_{S;FV} \cdot f_{P;FV}$$

siendo:

$E_{S;FV}$  la contribución total de energía eléctrica, por aprovechamiento de energía solar fotovoltaica, en kilowatt hora;

$f_{P;FV}$  el factor de conversión de energía eléctrica en energía primaria, adimensional. Se adopta igual a 3,30.

### Contribución específica de energía primaria por uso de energía solar fotovoltaica

La contribución específica de energía primaria, por aprovechamiento de energía solar fotovoltaica, se calcula según la expresión siguiente:

$$EP_{FV} = \frac{E_{P;FV}}{A_u}$$

Siendo:

$E_{P;FV}$  la contribución total de energía primaria, por aprovechamiento de energía solar fotovoltaica, en kilowatt hora;

$A_u$  la superficie útil del inmueble, en metros cuadrados

### Sobre las prestaciones energéticas de un edificio

Este apartado para este año es optativo ya que es un componente de las diversas prestaciones energéticas de un edificio pero es factible que sea obligatorio en un año o dos como ya lo es en la Provincia de Santa Fe. Debemos aclarar que si bien es posible mejorar la calificación energética de edificios para habitación humana incorporando elementos que aporten energías renovables, e incrementando su contribución específica (EPREN), se recomienda su incorporación en viviendas que logren una demanda de energía convencional baja a través de pautas pasivas en el diseño y la construcción y mediante instalaciones eficientes.

En otras palabras: la Norma IRAM 11900 del 20 de diciembre de 2017 impulsada por la Subsecretaría de Eficiencia energética de la Nación busca regular la demanda de energía de edificios en el país mediante un Etiquetado Energético Obligatorio como en numerosos países del mundo pero más en particular en países del

G20 y los que son miembros del OCDE o buscan serlo. Caso Argentina.

Para la implementación del trabajo práctico puede usarse el folleto adjunto de un pequeño panel de de 70W como el KC70 u otros de mayor potencia <sup>2</sup>.

GENERADOR SOLARTEC	1150R	2300R	3500R	4600R	7000R
FORMADOS POR	u. Total	u. Total	u. Total	u. Total	u. Total
MODULO FOTOVOLTAICO SOLARTEC SOL-6P--72-320-4BB	1 320 WATTS DE POTENCIA NOMINAL	2 640 WATTS DE POTENCIA NOMINAL	3 960 WATTS DE POTENCIA NOMINAL	4 1280 WATTS DE POTENCIA NOMINAL	6 1920 WATTS DE POTENCIA NOMINAL
REGULADOR SOLARTEC SC20	1 20 A	1 20 A			
REGULADOR SOLARTEC SC40-24/48V			1 40 A	1 40 A	1 40 A
ESTRUCTURA SOPORTE GS2T 992	1 p/2.-Módulos	1 p/2.-Módulos			
ESTRUCTURA SOPORTE GS3TR 992			1 p/3.-Módulos	2 p/3.-Módulos	2 p/3.-Módulos
CAJA DE CONEXIÓN MODULOS	1 C21P	1 C41P	1 C41P	1 C41P	1 C41P
TABLERO REG TR 1S-1B-1I	1	1	1	1	1
BATERIA DEKA SOLAR - DC27 WET	4 200 Ah-24Vcc				
BATERIA DEKA SOLAR - GC15DT		8 560 Ah-24Vcc	8 560 Ah-24Vcc	16 560 Ah-48Vcc	16 560 Ah-48Vcc
CAJA DE CONEXIÓN BATERIAS	1 C21P	1 C21P		1 C21P	1 C21P
INVERSOR-CARGADOR QMAX	1 QM 1024FC-C 24 Vcc - 1000W - 2000W -20A	1 QM 1024FC-C 24 Vcc - 1000W - 2000W -20A	1 QM 2024FC-C 24 Vcc - 1000W - 2000W -30A	1 QM 2048FC-C 48Vcc - 2000W - 4000W - 25A	1 QM 2048FC-C 48Vcc - 2000W - 4000W - 25A

Figura 22

**MODULO FOTOVOLTAICO SOLARTEC SOL-6P-72-320-4BB**



Fabricados en base a celdas fotovoltaicas de silicio policristalino de alta eficiencia. Para protegerlas de los agentes atmosféricos y aislarlas eléctricamente, las celdas son encapsuladas con material plástico EVA (etil-vinil-acetato) estable a la radiación ultravioleta. El frente expuesto al sol es de vidrio templado de alta transparencia (bajo contenido de hierro) y de 3 mm de espesor, lo que le otorga una mayor resistencia al impacto. La cara posterior es de TPE, una lámina plástica compuesta de elevada resistencia mecánica y eléctrica. El marco de aluminio anodizado asegura la rigidez estructural y facilita su instalación. La caja de conexiones fijada a la cara posterior permite la interconexión con los otros componentes del sistema.

Largo x Ancho x Espesor (mm)	1960 x 992 x 46
Peso	23,5 Kg
Potencia Maxima (Pmax)	320 W
Tensión a PN	38,0 V
Corriente a PN	8,42 A

Figura 23

Generación Promedio Anual en Wh/día en 220Vca						
GENERADOR SOLARTEC		1150R	2300R	3500R	4600R	7000R
	A	423	846	1.268	1.692	2.536
	B	544	1.088	1.632	2.176	3.263
	C	685	1.369	2.054	2.738	4.106
	D	726	1.452	2.177	2.903	4.354
	E	766	1.531	2.298	3.063	4.594
	F	806	1.611	2.416	3.222	4.833

Figura 24

<sup>2</sup> [http://solartec.com.ar/documentos/generadores\_viviendasmedianas.pdf]





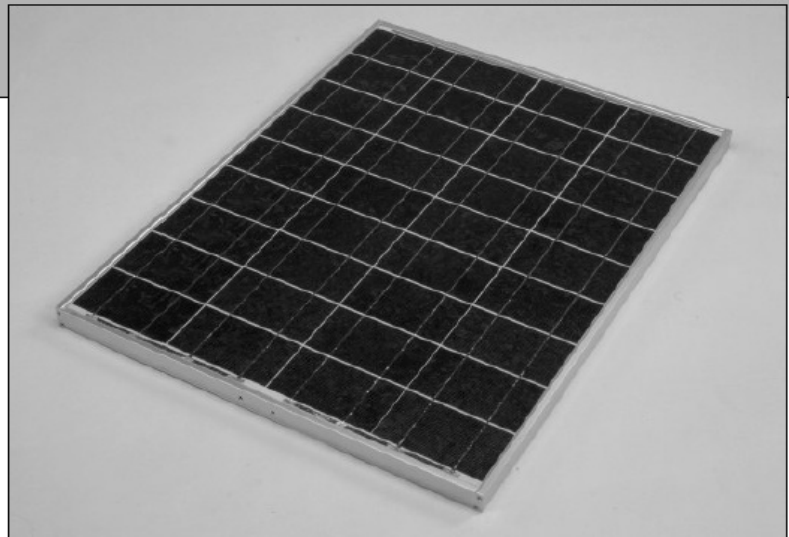
MODELO KC70

# KC70

MODULO  
FOTOVOLTAICO  
POLICRISTALINO  
DE ALTO  
RENDIMIENTO

POTENCIA TÍPICA 70 W

25 AÑOS DE GARANTIA



## CARACTERÍSTICAS SOBRESALIENTES

- La avanzada tecnología e instalaciones fabriles automatizadas de Kyocera hacen posible estos módulos solares policristalinos que tienen un rendimiento de transformación de más del 14%.
- Para brindar a las células la máxima protección, aun en las condiciones ambientales más severas, se encuentran encapsuladas en una base de acetato de vinilo entilénico con fluoruro de polivinilo, entre una cubierta de vidrio templado y un respaldo de papel de aluminio.
- La totalidad del laminado se encuentra dentro de un armazón de aluminio anodizado que asegura su resistencia estructural y facilidad de instalación.

## USOS TÍPICOS

- Estaciones repetidoras de microondas y de radio
- Electrificación de pueblos en áreas remotas
- Instalaciones médicas en áreas rurales
- Corriente eléctrica para casas de campo
- Sistemas de comunicaciones de emergencia
- Sistemas de vigilancia de datos ambientales y de calidad del agua
- Faros, boyas y balizas de navegación marítima
- Bombeo para sistemas de riego, agua potable en áreas rurales y abrevaderos para el ganado
- Balizamiento para protección aeronáutica
- Sistemas de protección catódica
- Sistemas de desalinización
- Vehículos de recreo
- Señalización ferroviaria
- Sistemas para cargar los acumuladores de barcos de vela

## ESPECIFICACIONES

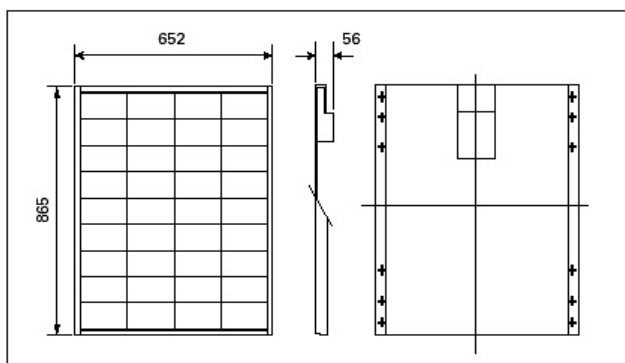
### ■ Especificaciones Eléctricas

MODELO	KC70
Potencia de Salida	70.0 vatios
Tensión óptima	16.9 voltios
Corriente óptima	4.14 amperios
Tensión de circuito abierto	21.5 voltios
Corriente de corto circuito	4.35 amperios
Largo	865 mm (34.06 in.)
Ancho	652 mm (25.67 in.)
Espesor	56 mm (2.2 in.)
Peso	7.0 kg (15.43 lbs.)

Nota: Las especificaciones eléctricas indicadas corresponden a condiciones normalizadas de pruebas: 1 KV/m2, masa de aire: 1.5 y células 25°C.

### ■ Especificaciones Físicas

(en mm)



Marca y Modelo	PP (W)	IMP (A)	VMP (V)	ISC (A)	VOC (V)	Dimensiones (MM)	Peso (KG)
SOL-6P-72-320-4BB <b>NUEVO PRODUCTO</b>	320	8,42	38	8,76	45,5	1960x992x46	23,5
SOL-6P-60-265-4BB <b>NUEVO PRODUCTO</b>	265	848	31,25	8,73	38,4	1653x992x40	18,5
SOLARTEC KS150T-24V	150	4,10	36,60	4,40	44,20	1478x668x36	10,80
SOLARTEC KS150T-12V	150	8,20	18,30	8,80	22,10	1478x668x36	10,80
SOLARTEC KS100T-24V	100	2,73	36,00	2,93	44,50	1028x668x36	7,75
SOLARTEC KS100T	100	5,46	18,30	5,86	22,10	1028x668x36	7,75
SOLARTEC KS75T	75	4,10	18,30	4,40	22,10	1478x343x36	6,40
SOLARTEC KS56TA	56	3,74	15,00	4,20	18,10	1328x343x36	5,46
SOLARTEC KS50T-24V	50	1,36	36,60	1,46	44,20	1028x343x36	4,50
SOLARTEC KS50T	50	2,73	18,30	2,93	22,10	1028x343x36	4,55
SOLARTEC KS40TA	40	2,66	15,00	2,97	18,10	918x343x36	3,90
SOLARTEC KS25T	25	1,36	18,30	1,46	22,10	520x352x22	2,21
SOLARTEC KS20T	20	1,16	17,40	1,24	21,70	520x352x22	2,21
SOLARTEC KS12T	16	0,69	17,40	0,75	21,70	287x352x22	1,36
SOLARTEC KS10T-24V	12	0,29	34,80	0,31	43,40	303x352x22	1,60
SOLARTEC KS10T	10	0,58	17,40	0,62	21,70	287x352x22	1,36
SOLARTEC KS7T	7	0,41	16,90	0,49	21,70	287x352x22	1,36
SOLARTEC KS5T	5	0,29	17,40	0,31	21,70	189x352x22	0,95
SOLARTEC KS3T	3	0,18	17,40	0,21	21,00	243x176x22	0,80
SOLARTEC KS3T-6V	3	0,36	8,70	0,42	10,50	243x176x22	0,63

PP = Potencia pico IMP = Corriente potencia pico VMP = Tensión potencia pico ISC = Corriente corto circuito VOC = Tensión circuito abierto  
 Solartec se reserva el derecho de modificar las presentes especificaciones sin previo aviso.

**Bibliografía:**

- Ortega Rodríguez, M. (2006). Energías Renovables. Edit Paraninfo. ISBN: 84-283-2582-0
- Perales Benito, T. (2006). Guía del instalador de energías renovables. Edit. Limusa. ISBN: 968-18-6852-8
- Cusa, J. (2004). Energía solar para viviendas. Edit. CEAC. ISBN: 84-329-1067-8
- Sección otras publicaciones en [www.arquinstal.com.ar](http://www.arquinstal.com.ar)
- Sitio de la Asociación Argentina de Energías Renovables y Ambiente - ASADES [www.asades.org.ar](http://www.asades.org.ar)

**Software en Excel:**

<https://view.officeapps.live.com/op/view.aspx?src=http://www.e-market.cl/paginas/expertos/SolarDesigner.xls>  
<https://view.officeapps.live.com/op/view.aspx?src=http://edii.uclm.es/~arodenas/Solar/calculos2.xls>  
<https://www.sialsolhome.com/hoja-de-calculo-para-dimensionar-una-instalacion-de-autoconsumo/>

## Realización del Práctico




Luego de esta introducción procederemos a realizar el trabajo práctico cuyo objetivo consiste en determinar para la “zona E” (Figura 14) cuantos módulos KC-70 (generan 175 Wh/día) vamos a necesitar para cubrir total o parcialmente la demanda de iluminación artificial de nuestro edificio o *consumo global total diario*.

En figuras 22 a 24 pueden verse generadores ya estandarizados compuestos por varios grandes paneles de 320W cada uno y del tamaño de una puerta grande.

Vale aclarar que el *consumo global diario* que vamos a calcular implica el uso de lámparas de bajo consumo. Si usáramos lamparas comunes incandescentes o alógenas (dicróicas); deberíamos multiplicar por 10 la potencia eléctrica indicada. Esto debido a la bajísima eficiencia energética de estas últimas, como ya trataremos más adelante en el trabajo práctico de luminotecnica.

- 1) Para calcular el *consumo total diario* tomaremos la planta de nuestro edificio y procederemos a ubicar las bocas de iluminación, sean centros o apliques, y apoyados con la tabla 2 indicaremos la potencia en W de la lámpara elegida. O pueden utilizarse dispositivos LED.

**Tabla 2:** Equivalencias entre lámparas incandescentes, fluorescente y LED.

TIPO			
	INCANDESCENTE	FLUORESCENTE	LED
CONSUMO	15W	3W	1W
	35W	7W	3W
	50W	11W	5W
	70W	15W	7W
	90W	19W	9W
	120W	25W	12W
	150W	31W	15W
	180W	36W	18W
ECONOMIA	X	ATÉ 40%	ATÉ 90%

**Tabla 4:** Generación media de los diferentes modelos de módulos solares ([www.solartec.com.ar](http://www.solartec.com.ar)) para diversas regiones de la República Argentina.

GENERACIÓN PROMEDIO EN WATT-HORA POR DÍA (invierno)							
Modelo	Wp	Zona A	Zona B	Zona C	Zona D	Zona E	Zona F
<b>Kyocera KC70</b>	<b>70</b>	350	315	245	210	<b>175</b>	140
Kyocera KC80	80	400	360	280	240	200	160
Kyocera KC120-1	120	600	540	420	360	300	240
Solartec KS35	35	175	157	122	105	87	70
Solartec KS40	40	200	180	140	120	100	80
Solartec KS45	45	225	202	157	135	112	90
Solartec KS50	50	250	225	175	150	125	100
Solartec KS60	60	300	270	210	180	150	120

- 2) Luego de tener definido un esquema de alumbrado de la planta procederemos a completar la Tabla 3 donde deberemos indicar un estimado de horas que estará encendida cada lámpara. Así obtendremos el *consumo total diario*. Como resultado se obtiene el *Consumo total diario* de energía en Watt-hora por día. (Wh/día). Dado que vamos a utilizar corriente alterna y elevar de 12V a 220V lo generado por los paneles, entonces tendremos que agregar un 12 % para compensar las pérdidas del inversor de corriente.

**Tabla 3:** Planilla cálculo consumo total diario.

Aparato o artefacto iluminación	Horas de uso por día (A)	Consumo del artefacto en W (B)	Total (A x B) en Wh/día
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
Sub total (1)			
Agregar un 12% para tener en cuenta el rendimiento del inversor de corriente (2)			
Consumo total diario de energía eléctrica en Wh/día (1+2)			

- 3) En el mapa de la Figura 14 o 24 se ubica el lugar donde se instalará el generador. El mapa está dividido en seis zonas (de A a F) para nuestro país. A cada una de ellas corresponde un valor distinto de radiación solar, la que es mayor en el norte del país y menor en el sur. Un mismo modelo de generador producirá en consecuencia, más energía en La Quiaca que en Ushuaia.
- 4) Siguiendo el Ejemplo 2 podremos realizar el predimensionado rápido del generador FV y conocer el monto aproximado de la inversión.
- 5) En la Tabla 4 o figura 24 están indicados los valores de generación en Watt-hora por día (invierno) de los distintos modelos de generadores fabricados en el país y para las distintas zonas. En esta ficha se incluye un folleto técnico de un modelo de panel pero si se desea mayor información pueden descargarla de [www.solartec.com.ar](http://www.solartec.com.ar)
- 6) Para elegir el equipo que se necesita, comparar el dato de **Consumo total diario** de energía calculado en Watt-hora por día con los valores de generación de energía. El modelo a seleccionar deberá tener una Capacidad de generación aproximadamente igual o ligeramente superior a la Consumo calculado.
- 7) Finalmente deberemos completar el diseño de las fachadas del edificio, incluida la azotea, para maximizar el uso de las superficies. Así convertiremos superficies inútiles en superficies que generan energía térmica (agua caliente sanitaria y aire caliente para calefacción) y energía eléctrica que puede acumularse en un banco de baterías para ser utilizado en iluminación artificial y fuerza motriz o vendido a la red eléctrica.

En el caso de los paneles FV podemos incorporarlos a la fachada norte a modo de protección solar en ventanas o superficies vidriadas. Pero siempre recordando que todo sistema solar por su alto costo... menor en agua caliente solar y muy alto en FV debe tener una orientación y pendiente correcta para maximizar la energía que nos viene del sol. Con lo cual la orientación norte con una leve rotación de no más de 20° hacia el Este u Oeste son permitidos. NUNCA orientar al SUR en nuestro hemisferio ya que la radiación que recibiremos será muy escasa.

Lo más probable es que con las caras libres de nuestro edificio no podamos cubrir la demanda eléctrica, pero es interesante saber que porcentaje podemos cubrir en la peor época del año (invierno) recordando que a medida que se acerque el verano y los días se hagan más largos y menos nublados también va a aumentar la energía eléctrica generada.

Como última advertencia este trabajo práctico es solamente para concientizarnos de las posibilidades que nos brindan las nuevas tecnologías y que con conciencia ambiental y buen diseño podremos llegar a producir

arquitectura sustentable. Lo que en países desarrollados es de uso cotidiano con legislaciones, reglamentaciones y programas de subsidios a las renovables, en algún momento se implementarán en nuestro país. Con algo de ironía quizá no llegue nunca, pero es necesario saber que existe, y debemos conocerlo.

El uso de las energías renovables es una alternativa factible a nivel de diseño, tecnológicamente y a nivel económico rentable en el mediano a largo plazo.



**Figura 29:** instalación fotovoltaica piloto en la terraza del edificio de la Facultad, ubicado en Calle 50 y 120 de la ciudad de La Plata

En la Figura 29 puede verse la mayor instalación FV integrada a un edificio de la UNLP<sup>3</sup>, los 72 módulos fotovoltaicos fueron dispuestos sobre una estructura galvanizada de 1700 kg. que se integra con las características arquitectónicas del edificio. Comenzó a generar el 20 de agosto de 2013 inyectando a la red eléctrica de la Ciudad de La Plata.

En total, los paneles de silicio monocristalino cubren un área de 120 m<sup>2</sup> y generan una potencia aproximada de 17 KWp; la medida "kilowatt pico" se utiliza para medir los kilowatts generados en condiciones climáticas óptimas.

Para conocer los parámetros climáticos que influyen en la generación de energía, se instaló una estación meteorológica. La energía generada a a partir de la radiación solar (corriente continua) es convertida por 4 inversores a corriente alterna que se inyecta a la red interna del edificio. Esto quiere decir que la energía no se almacena, sino que se consume junto a la que es proveída por la empresa distribuidora del servicio eléctrico.

---

<sup>3</sup> Generador FV de la Facultad de Informática [[http://www.extension.info.unlp.edu.ar/modulos\\_fotovoltaicos](http://www.extension.info.unlp.edu.ar/modulos_fotovoltaicos)]