

ENERGÍA SOLAR

Fotovoltaica



Cra. 7 No. 156 – 10 Of. 1607 / Edificio Torre Krystal

Bogotá D.C., Colombia

Pbx: +57 (1) 3902846

VALUATIVE



LAS ENERGIAS VERDES

UN ENFOQUE PARA SUSCRIPCION Y ATENCION DEL RECLAMO

SISTEMAS DE GENERACION FOTOVOLTAICA

A PARTIR DE RADIACION SOLAR

Dando seguimiento al tema tratado en nuestra entrega anterior y por diversas solicitudes de nuestros clientes, en éste número trataremos el tema referente a la generación de energía eléctrica fotovoltaica a partir de la transformación directa de la radiación solar.

Es de recordar, como lo mencionamos, que éste criterio está vinculado a la **energía verde** pues también se obtiene de una fuente natural virtualmente inagotable del sol.

Recordemos que definimos la **ENERGIA SOLAR**, como Energía Fotovoltaica, que es obtenida a partir de la radiación electromagnética de origen solar, a través de celdas fotoeléctricas, helióstatos o colectores de radiación solar, transformándose en energía térmica o eléctrica.

En Colombia, el 70% de la electricidad del país se produce a partir de fuentes hídricas, vulnerables a las alteraciones climáticas. Cerca de un 30% de la energía restante proviene de Termoeléctricas que utilizan como materia prima de generación gas, carbón y diésel para generar electricidad, mientras que **apenas un 0,13% proviene de fuentes renovables como el viento.**

En Colombia el interés por el uso de la energía solar se revela en las cifras:

Estadísticas de la Unidad de Planeación Minero Energética (UPME) evidencian que de las iniciativas radicadas, el 88,3% tienen que ver con energía solar, en donde 9 de cada 10 propuestas para generar energía, usarán paneles solares. Lo que representa un crecimiento del 32% de julio a noviembre de 2017.

Es factible que se mantenga la tendencia una vez entre la reglamentación de la Comisión de Regulación de Energía y Gas (Creg), para el desarrollo de energías no convencionales.

La UPME y el Ministerio de Minas y Energía estiman que para antes de 2030 cerca de 10% del consumo energético en Colombia va a provenir de proyectos fotovoltaicos o solares.

Ante este positivo panorama, le presentamos una pincelada de lo que debe entender sobre la energía solar, por qué es importante su uso y cómo se está implementando en Colombia.

FUENTE: EPSA – Empresa CELSIA

La misma fuente citada señala que la energía solar es un tipo de energía renovable o limpia que proporciona el sol debido a su radiación electromagnética (luz, calor y rayos ultravioleta principalmente) y de esta se puede generar calor y electricidad.

La energía solar es la producida por la luz del sol para generar electricidad -energía fotovoltaica- o por el calor del sol para generar calor -**termosolar**-. Se obtiene por medio de paneles y espejos.

El sol produce energía de dos formas:

Proporciona calor, se aprovecha de espejos de manera que los rayos del sol se concentran en un receptor que alcanza temperaturas de hasta 1.000 °C. El calor se utiliza para calentar un fluido que genera vapor. El vapor finalmente mueve una turbina y produce electricidad.

Proporciona luz que se convierte en electricidad a través de paneles solares fotovoltaicos. Los paneles fotovoltaicos están formados por grupos de células o celdas solares que transforman la luz (fotones) en energía eléctrica (electrones).

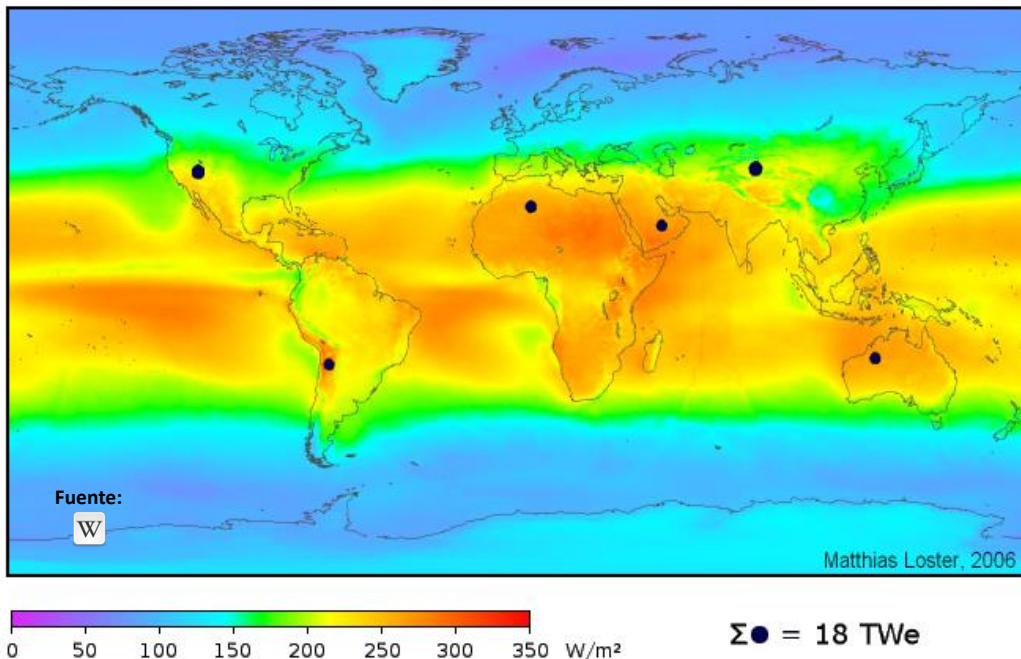
Al igual que con la Energía Eólica, la Fotovoltaica se encuentra dentro de las provenientes de fuentes prácticamente inagotables (agua, viento, sol) en virtud de la energía intrínseca de las mismas o por poder regenerarse de forma natural, careciendo de emisión de gases de efecto invernadero y de la emisión más dañina, el CO₂ algo que si pasa con las energías no renovables como las originadas en combustibles fósiles como el carbón, el petróleo, el gas natural o la misma energía nuclear.

De acuerdo con el Portal de **www.Acciona** – *Empresa Global de Soluciones de Infraestructura sostenible y Energía Renovable*, **cada hora, el sol arroja sobre la tierra más energía (luz y calor)** de la requerida para satisfacer las necesidades globales de un año entero. Sin embargo, la radiación solar podría satisfacer hasta 4.000 veces esa necesidad anual.

Por otra parte, el **Union of Concerned Scientists** sostiene que solo 18 días de irradiación solar sobre la tierra contienen la misma cantidad de energía que la acumulada por todas las reservas mundiales de carbón, petróleo y gas natural.

Serían la crisis del petróleo en 1973 y 1979 las que provocaron un cambio en la política energética mundial, para finalmente tener su gran auge desde 1998 hasta hoy, luego del **Protocolo de Kioto**, un acuerdo de 1997 dentro de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático que tiene por objetivo reducir las emisiones de los gases de efecto invernadero que causan el calentamiento global.

En contraste, en el mundo:



Las áreas solares definidas por los discos oscuros podrían proporcionar más que la demanda total de energía primaria del mundo (suponiendo una eficiencia de conversión del 8%). Es decir, toda la energía que se consume actualmente, incluido el calor, la electricidad, los combustibles fósiles, etc., se produciría en forma de electricidad mediante células solares. Los colores en el mapa muestran la irradiación solar local promediada durante tres años entre 1991 y 1993 (24 horas al día) teniendo en cuenta la cobertura de nubes disponible de los satélites meteorológicos.

En el caso de Colombia, el potencial de la energía solar en el país se distribuye así:



A manera de sugerencia, el [Atlas Interactivo](#) de Radiación IDEAM muestra muy buena información referente al tema, por la cual recomendamos su consulta.

USOS POTENCIALES DE LA ENERGIA FOTOVOLTAICA A PARTIR DE LA ENERGIA SOLAR

Los usos más comunes actualmente suelen ser:

- ✓ **Electricidad** por medio de paneles solares que permiten mejoramiento de la eficiencia en el consumo y por tanto reducción de costos en electricidad, convirtiéndola en Energía Alternativa. La anterior es la razón por la que las tendencias constructivas adoptan cada vez más éste tipo de iluminación como base de diseño sostenible.
- ✓ **Calefacción.** Los calentadores solares transforman la energía del sol y la transforma en energía térmica mediante el uso de agua o aire, pudiendo ser pasivos (circulación natural) o activos (mediante la utilización de bombas para hacer circular el agua y generar calor).
- ✓ **Medios de Transporte.** Impulsados por energía fotovoltaica (vehículos eléctricos, autobuses o ferrocarriles) y ya se encuentran en prueba en vías (Es la propuesta en la que trabajan ya en Alemania para sacar todavía más provecho a las instalaciones solares que, con esta idea, no solo captarían energía limpia, sino que solventarían la todavía insuficiente autonomía de los vehículos eléctricos que, sobre estas vías, podrían recargarse en marcha).

- ✓ **En Tecnología.** Aplicable en dispositivos que utilizan cargadores solares (celulares, Tablets, calculadoras, computadores, linternas, etc.)

Y en general en otros muchos aspectos como el de vincular lugares de difícil acceso o remotos con baja probabilidad de desarrollo auto sostenible o bombeo de aguas a equipos de riego en Plantaciones. La fuente de energía solar más desarrollada en la actualidad es la energía solar fotovoltaica, posicionándose en los últimos 15 años como la energía renovable más utilizada.

En 2015, durante el Acuerdo de París, 24 países latinoamericanos enviaron planes a la ONU dirigidos a actuar sobre el cambio climático y 20 de ellos tenían objetivos de generación renovable.

LA TECNOLOGIA DE LA ENERGIA SOLAR – Existen tres tecnologías de aprovechamiento:

- **La Energía Fotovoltaica** que convierte la luz solar en energía: la energía eléctrica.
- **La Energía Concentrada** que aprovecha el calor del sol para impulsar motores térmicos.
- **La Energía Térmica Solar** (energía Termosolar) y frío solar, que usa la energía solar para proveer agua caliente o acondicionamientos de aire.

En la presente edición nos ocuparemos exclusivamente de la **Energía Solar Fotovoltaica EFv**. En cualquier caso, siempre habrán de utilizarse los **Paneles Solares**, aun cuando ya empieza a hablarse de los **Globos Solares** como alternativa, pero no se ahondará en ellos en éste escrito:



Panel Fotovoltaico



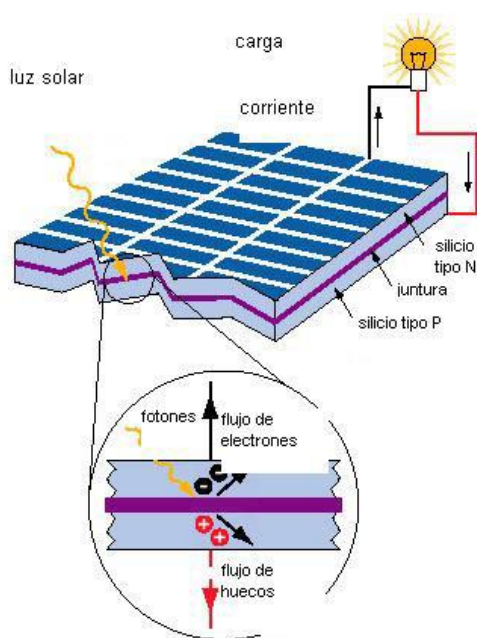
Globos solares que generan 400-500 veces más energía que paneles tradicionales

*Como **Nota Preliminar** y en referencia a los **Globos Solares**, se trabaja desde ya en un nuevo prototipo de célula fotoeléctrica en forma de **globo** podría sustituir en un futuro*

la tecnología actual de paneles solares tradicionales para la obtención de **energía solar**. Con un costo mínimo de mantenimiento y reemplazo y una instalación sostenible con el medio ambiente, la tecnología de globos solares pretenden reducir significativamente el costo de la energía solar a niveles tan competitivos que podrían hacer frente a las fuentes fósiles de energía.

Tras varios años de desarrollo, una empresa ha desarrollado una tecnología innovadora que utiliza sistemas de globos en hilera que concentran y capturan la energía solar, sin necesidad de recurrir a las costosas infraestructuras de los parques solares de **energía fotovoltaica de concentración** y sin necesidad de utilizar grandes cantidades de silicio.

FUNCIONAMIENTO DE LOS PANELES SOLARES



Un panel solar fotovoltaico está conformado por numerosas celdas solares o pequeñas células, por lo general de **silicio cristalino**. Es un sistema de semiconductores que pueden comportarse como conductores de electricidad o como aislantes. A una parte le sobran electrones y a la otra le faltan. Cuando la luz solar, compuesta por fotones, incide en las células fotovoltaicas de la placa, se crea un flujo de corriente directa eléctrica entre las capas que luego se convierte en corriente alterna mediante un inversor. Una vez generada la electricidad es almacenada en bancos de baterías para poder ser utilizada a cualquier hora. Si el excedente supera la capacidad de la batería es vendida a la red eléctrica.

- **Colector solar:** Posee un fluido que capta los rayos solares en forma de calor, luego este fluido pasa por un compartimento donde se recolecta el calor. El panel posee una **placa receptora** que cuenta con conductos por los cuales el líquido circula. Esta sustancia caliente atraviesa un **intercambiador de calor**, donde libera el calor o lo cede al fluido de uso doméstico. Cuando el líquido sale del intercambiador, se encuentra frío y vuelve a circular hacia el colector de luz solar.

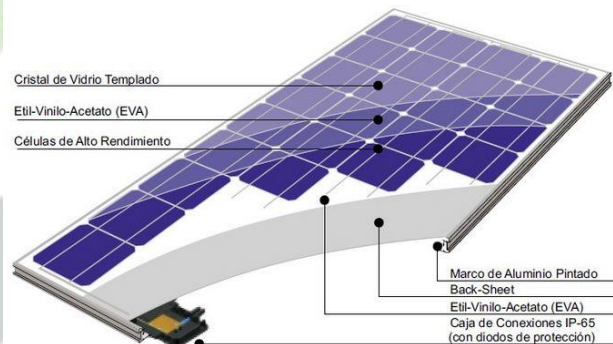
- **Panel fotovoltaico:** Este panel solar está construido por un conjunto de celdas conocidas como *células fotovoltaicas*. Estas celdas son las encargadas de **convertir los rayos solares en electricidad**. La energía eléctrica se produce por la reacción producida por los **fotones luminosos**. Ocurre un flujo de fotones que empiezan a generar cargas positivas y negativas en dos semiconductores que se encuentran muy cercanos entre sí. Este tráfico de cargas es lo que produce un campo eléctrico, generando electricidad.

QUE ES UN PANEL SOLAR

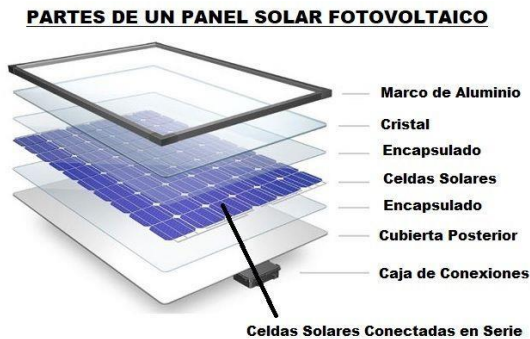
Un panel solar fotovoltaico está conformado por numerosas celdas solares o pequeñas células, generalmente de silicio cristalino. Es un sistema de semiconductores que pueden comportarse como conductores de electricidad o como aislantes. A una parte le sobran electrones y a la otra le faltan. Cuando la luz solar, compuesta de fotones, incide en las células fotovoltaicas de la placa, se crea un flujo de corriente eléctrica entre las capas.

El funcionamiento de un Sistema Fotovoltaico se logra mediante el siguiente proceso:

La luz solar entra sobre la superficie de los paneles fotovoltaicos, donde es convertida en energía eléctrica de corriente directa por las celdas solares, después esta energía es recogida y conducida hasta un controlador de carga con la función de enviar a toda o parte de esta energía hasta el banco de baterías o a la red (según sea el caso) en donde es almacenada, cuidando que no se excedan los límites de sobrecarga y sobre descarga. En sistemas FV conectados a la red, no se usan bancos de baterías.



PARTES DE UN PANEL SOLAR FOTOVOLTAICO



Componente encargado de transformar la radiación solar en energía eléctrica a través del efecto fotoeléctrico. Están hechos principalmente por semiconductores (silicio) mono-cristalinos o poli-cristalinos. Los de mejor precio y mayor disponibilidad en el mercado internacional y colombiano es el policristalino. Estos son caracterizados por su potencia nominal o potencia máxima que puede generar este panel en condiciones ideales (radiación de 1kW/m² y temperatura de 25°C).

Regulador de carga

Este componente del sistema administra de forma eficiente la energía hacia las baterías prolongando su vida útil protegiendo el sistema de sobrecarga y sobre-descargas. Este componente es comercializado basado en su capacidad máxima de corriente a controlar (amperios).

Batería (acumulador)

La energía eléctrica de los paneles, una vez regulada va a las baterías. Estas almacenan la electricidad para poder usarla en otro momento, su comercialización es basada en la capacidad de almacenar energía y es medida en Amperios hora (Ah).

Inversor

Este componente convierte la corriente continua y bajo voltaje (12v o 24v típicamente) proveniente de las baterías o controlador en corriente alterna, para el caso de Colombia 120 V, de forma simplificada se puede decir que transforma la corriente continua en un toma corriente convencional. Por lo general es comercializado basado en su potencia en Watts, la cual es calculada como el voltaje por corriente ($P=VI$). Corresponde a la demanda máxima de (potencia) de los equipos que se van a conectar. Se puede prescindir de este componente cuando los equipos a conectar puedan ser alimentados por corriente directa. Como es el caso de algunos tipos de iluminación, motores y equipos diseñados para trabajar con energía solar.

Soportes

Este es un componente pasivo de los sistemas de energía solar. Encargado de mantener en su lugar los módulos fotovoltaicos y debe estar proyectado para soportar la intemperie de forma constante, expansiones térmicas durante mínimo 25 años.

Cada uno de los anteriores componentes de un sistema de energía solar usa diferentes tecnologías. Los cuales hacen a los sistemas más o menos robustos y brindan otro tipo de propiedades. El uso de cada uno de estos componentes y la tecnología a usar depende mucho de la necesidad. Que se busca cubrir y las limitantes técnicas. Es decir si se quiere un sistema portátil se deberá reducir peso en las baterías lo más conveniente puede ser usar baterías iones de litio. En casos de humedad muy alta se deben de usar controladores encapsulados con alto grado de protección al agua.

VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA ENERGÍA SOLAR

La principal virtud de la energía solar es que no produce contaminación de ningún tipo y por ende va en la dirección correcta respecto al Acuerdo de París, pues no contribuye al calentamiento global ni al cambio climático. La energía solar es renovable, inagotable, económica y reduce las importaciones de energía. La facilidad de la instalación y uso de los paneles convierte la energía solar en un sistema ideal para ser utilizado en zonas rurales o de difícil acceso, facilitando el autoabastecimiento eléctrico de poblaciones alejadas de las grandes redes. Mediante ella se puede generar importantes volúmenes de electricidad e incorporarlas a la red, en especial en zonas donde haya abundancia de luz solar durante todo el año.

La principal desventaja de la energía solar es respecto a su dependencia de la radiación solar. Aunque no es necesario que haya luz directa, ya que en días nublados también funciona, aunque no con la misma eficiencia que con el cielo despejado. Si la célula fotovoltaica no se encuentra alineada en dirección perpendicular al Sol se pierde entre un **10-25%** de la energía. Debido a ello, en las plantas de conexión a red se está implementando el uso de **seguidores solares** (*éste factor sería eliminado a través de la tecnología de los globos Solares, por cuanto su curvatura constante eliminaría la necesidad de seguidores*) para maximizar la producción de energía. Las condiciones meteorológicas adversas, tales como ausencia de luz solar, nubosidad o polvo y hollín depositados sobre los paneles, afectan la eficiencia del proceso de generación eléctrica.

PARQUES FOTOVOLTAICOS



Los parques fotovoltaicos son grupos de paneles solares, conectados generalmente a la red de distribución eléctrica, que generan potencias importantes. Los parques pueden estar conformados por un gran número de generadores fotovoltaicos individuales de diversas potencias. Normalmente los parques fotovoltaicos se construyen en zonas rurales y así permiten una alta producción de energía que puede ser usada para una gran cantidad de residencias o para fines industriales. Un sistema fotovoltaico es un conjunto de dispositivos que aprovechan la energía producida por el sol y la convierten en energía eléctrica.

Los parques de energía solar fotovoltaicos consisten en **terrenos de grandes extensiones**, o **superficies acuáticas** en el caso de los parques flotantes, provistos de paneles solares interconectados con objeto de captar grandes cantidades de luz solar y transformarla en energía eléctrica. Un parque solar de **cuatro hectáreas puede contar con unos cuatro mil paneles fotovoltaicos de 250 watts cada uno, provistos de soportes que permiten variar la inclinación de los paneles entre 15° y 45°, según la posición del sol durante el año**, además de poseer varios inversores y un transformador. El inversor convierte la energía captada en energía alterna para ser utilizada en la red eléctrica. Un parque solar con estas características puede generar miles de vatios de electricidad por segundo.

PELIGROS QUE AMENAZAN EL DESARROLLO DE LA ENERGIA SOLAR

Decisiones Políticas y Alternativas de nuevos recursos de Origen Fósil

El apetito por los combustibles fósiles continúa vivo, como queda en evidencia por la indetenible búsqueda de nuevos yacimientos petrolíferos y el entusiasmo de los países "favorecidos" cuando un hallazgo se produce en sus territorios, tal como lo reflejan las continuas noticias. Entre los peligros que se ciernen sobre la energía solar, y otras fuentes de energías limpias, está el incesante descubrimiento de enormes yacimientos convencionales de hidrocarburos. Un capítulo aparte merece el **fracking**, tecnología mediante la cual se está extrayendo gas y petróleo no convencionales, ubicados en **lechos de esquistos** a varios kilómetros de profundidad. Casi medio

centenar de países disponen de ellos. Algunas de estas naciones nunca han sido productoras de petróleo ni gas, pero pudieran estar tentadas a unirse al club de países productores de hidrocarburos para alcanzar su independencia energética.

También cabe mencionar a países con grandes reservas de carbón, petróleo y gas natural. A todo ello se suma el levantamiento de las prohibiciones de explotar yacimientos ubicados en santuarios protectores del medio ambiente. La administración de Donald Trump “planea abrir una gran superficie oceánica a la exploración marina y, por primera vez en 40 años, permitir la perforación en el Refugio Nacional de Vida Silvestre del Ártico (...) con unos 11.800 millones de barriles de crudo técnicamente recuperables”. No es difícil prever una bajada importante en los precios del crudo y el gas, poniendo en riesgo la capacidad competitiva de la industria del panel solar, además de los compromisos adquiridos mediante el Acuerdo de París. En 2020 sabremos quiénes están dispuestos a echarle cerrojo a sus depósitos de hidrocarburos que yacen bajos sus suelos.

Desastres Naturales

Según varios servicios meteorológicos de países afectados por estas condiciones climatológicas, **el 96% de los huracanes más importantes tienen lugar entre agosto y octubre**. Los huracanes se forman cuando una serie de tormentas eléctricas se acumulan y se desplazan sobre aguas oceánicas cálidas. Cuando estos golpean, muchos lo asemejan con una manada de elefantes interminable.



Sin embargo Colombia, salvo muy especiales ocasiones y condiciones estaría expuesta a condiciones de afectación, principalmente por vientos fuertes (ver foto izquierda).

Así las cosas y sabiendo que idealmente el mejor terreno para construcción de Parques Fotovoltaicos son aquellos de características homogéneas, es decir, planas o de muy baja ondulación ubicadas en zonas como La Guajira o Los Llanos Orientales, aunque es posible llegar a encontrarlas de menor dimensión en otras zonas de pendientes. Este aspecto relacionado con actividad geológico – tectónico podría llegar a afectar las estructuras de anclaje de los Paneles; también sería posible, más no probable, la afectación por deslizamientos o derrumbes en tales circunstancias.

Otro factor, este si más probable, sería el de afectación por lluvias torrenciales, avenidas, inundaciones o avalanchas en zonas de llanura o llanura aluvial, como en la región del norte de Colombia.

Peligros Antrópicos

Un factor decisivo, sería el humano, pero referido a acciones terroristas dispuestas a atacar, como en el pasado al sistema interconectado nacional, estaciones de parques específicos.

Peligros Operacionales

Los accidentes esperables a nivel de menor impacto podrían centrarse por errores de operación o protección de sistemas de recibo, control o retransmisión de energía, como en cualquier otro tipo de central eléctrica.

El riesgo de rayo es de importancia si se tiene en cuenta que zonas como el bajo magdalena están expuestas al fenómeno con una mayor influencia que en el resto del país, aunque inferior a la zona del Catatumbo, donde es muy improbable la ubicación de tales instalaciones. Igual condición se asocia al incendio en puntos calientes o granizadas.



LA PROTECCION A TRAVES DE SEGUROS

Los Parques fotovoltaicos requieren un seguro de propiedad que ampare como mínimo los riesgos de Incendio, Explosión, Caída del Rayo, Actos vandálicos; tornados, vendavales, viento, y granizo. Como coberturas adicionales son habituales las extensiones de "daño eléctrico", robo y Pérdida de beneficios por siniestros cubiertos en la póliza de propiedad. (generalmente con periodo de carencia de 7 días y cobertura máxima de 90 días, en la cual se establece una tarifa

diaria para la energía no entregada a la red). Además de la cobertura de propiedad, durante la operación es habitual la contratación de las siguientes coberturas:

- Responsabilidad Civil General
- Pérdida de Beneficios por bajo rendimiento (ampara la diferencia entre el rendimiento estimado y la producción real de electricidad vertida a la red debido a una caída de la expectativa de horas e intensidad del sol).

Por otra parte, en el **Seguro para el Montaje** de Plantas de Generación Fotovoltaica se utilizan pólizas, como mínimo con amparos de incendio, explosión, rayo, caída de aeronaves, colisión de vehículos e impacto, robo, riesgos de la naturaleza: viento, tempestad, inundación, terremoto y corrimiento de Tierras, riesgos inherentes a la ejecución como errores de diseño, material y mano de obra defectuosa; huelga, motín o conmoción civil; gastos de salvamento y remoción de escombros; gastos extraordinarios, trabajos nocturnos, días festivos y trabajos urgentes; pruebas y puesta en marcha (1 mes) y mantenimiento amplio (12 meses). Los deducibles habituales para valores asegurados de orden de USD 1.000.000.- son de USD 1.000.

En forma adicional se asegura lo siguiente:

- Equipos de Montaje o Maquinaria.
- Pre almacenamiento, para lo cual se exigen importantes medidas de seguridad por robo y protección contra incendios ya que el daño puede alcanzar al 100% del equipamiento.
- ALOP: Garantiza la pérdida de beneficios que se le pueda causar al inversor por el retraso en la entrega y puesta en funcionamiento de la planta, a causa de un siniestro amparado en la póliza.
- Transportes nacionales, con inclusión de daños durante la carga y descarga, se requiere declarar el valor total de los bienes transportados y el valor máximo por embarque.

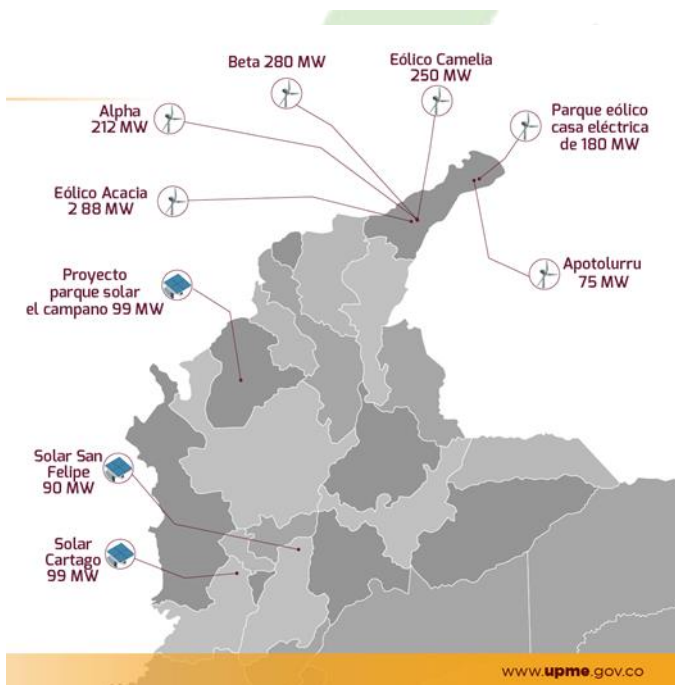
INSTALACIONES EN COLOMBIA



La planta El Paso que se encuentra ubicada en el Cesar y que tiene una capacidad instalada de 86,2 MW el 5 de abril de 2019 **Enel**, a través de su filial de renovables **Enel Green Power Colombia (Egpc)** inauguró la planta de energía renovable más grande del país, El Paso, que tiene una capacidad instalada de 86,2 MW. De acuerdo con la compañía, la planta construida en el departamento del Cesar, representa el **80%** de la capacidad instalada de energía solar en

Colombia y se invirtieron alrededor de 70 millones de dólares en su instalación.

El Paso ocupa un área cerca a las **210 hectáreas** y está compuesto por aproximadamente **250.000 paneles solares** instalados sobre una estructura que cuenta con tecnología de punta que permite seguir el sol para maximizar la producción de energía.



Se estima que esta planta podría producir alrededor de 176 GW/h al año, lo cual abastecería las necesidades energéticas anuales de cerca de 102.000 hogares colombianos y 400.000 personas. Así mismo, evitaría la emisión anual de alrededor de 100.000 toneladas de CO2 a la atmósfera.

Por otra parte, PORTAFOLIO anunciaba que en Febrero 1 de 2019 se inició el proceso de subasta de energía de 22 proyectos para fuentes renovables, 17 de solar, cuatro de eólica y 1 de biomasa. Esta subasta, que es la primera

que se desarrolla en Colombia para la contratación de energía eléctrica a largo plazo y busca cubrir una demanda objetivo de 1.183 gigavatios-hora año (Gw/h-año), se busca así que las Fuentes Renovables lleguen a abarcar el 10% de la Matriz de Energía de Colombia.

La meta del Gobierno Nacional, antes del 2022, es pasar de 50 a 1.500 megas de capacidad instalada en FNCER, con inversiones estimadas entre US\$1.300 y US\$1.800 millones.

Lectura Recomendada:

[Integración de las Energías Renovables en Colombia](#)



Juan Carlos Lancheros. P.E Mech, B.B.A, I.M.S, P.M.S, F.M.S, Cert CILA