

Energía Solar



[r]evolución
energética

GREENPEACE

*Mayo de 2008
(Edición Preliminar)*



Visión Global de Greenpeace sobre el cambio climático y la situación energética

La amenaza del cambio climático y sus soluciones

El cambio climático global, provocado por la incesante acumulación de gases de efecto invernadero en la atmósfera terrestre, está afectando ya a ecosistemas y provocando unas 150.000 víctimas por año¹. Una suba de la temperatura promedio global de 2°C sería una grave amenaza para millones de personas ya que conlleva un riesgo creciente de hambre, enfermedades, inundaciones y sequías. Si queremos mantener el aumento de la temperatura dentro de límites aceptables, por debajo de los 2°C, debemos reducir de manera muy importante nuestras emisiones de gases de efecto invernadero, siendo el principal gas el dióxido de carbono (CO₂) producido por la quema de combustibles fósiles para la generación de energía y en el transporte.²

En Febrero de 2007, el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC) emitió el primero de una serie de informes que componen su Cuarto Informe de Valoración. “Cambio Climático 2007: La Base de la Ciencia Física”³ evalúa el conocimiento científico actual de los agentes naturales y humanos responsables del cambio climático. También evalúa los cambios observados en el clima, la capacidad de la ciencia para atribuir los cambios a distintas causas y las previsiones de cambio climático futuro. Este informe expresa mucha mayor confianza que las valoraciones pasadas, donde se decía que la mayor parte del calentamiento observado en el medio siglo pasado ha sido provocada por las actividades del hombre (más del 90% de certidumbre). Concluye (a partir de observaciones del incremento de las temperaturas medias mundiales del aire y los océanos, la fusión generalizada de nieve y hielo, y el aumento de los niveles medios del mar en el mundo) que el calentamiento del sistema climático es inequívoco.

Entre las repercusiones observadas que se detallan en el informe se encuentran las siguientes:

- Once de los últimos doce años se encuentran entre los años más calientes registrados.
- Se ha acelerado el aumento del nivel del mar en el mundo.

¹ Kovats, R.S. y Haines, A.: “Global Climate and Health: Recent Findings and Future Steps” Canadian Medical Association Journal (CMAJ), 10 FEB. 15, 2005; 172 (4).

² Se recomienda ver: “¿Cuánto Cambio Climático podemos tolerar?”, Greenpeace Argentina, 2004. www.greenpeace.org/raw/content/argentina/cambio-climatico/cuanto-cambio-climatico-podem.pdf

³ Grupo de Trabajo I, Cuarto Informe de Evaluación del Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC). “Cambio Climático 2007 – Base de Ciencia Física” Informe completo en: <http://www.oei.es/decada/ar4-wg1sp.pdf>



- Se ha reducido el nivel medio de los glaciares de montaña y la capa de nieve en los Hemisferios Norte y Sur.
- Se han observado sequías más intensas y prolongadas en áreas más extensas desde los años 70, en especial en las zonas tropicales y subtropicales.

El cambio climático previsto para el final del siglo XXI dependerá del nivel de las misiones futuras y el IPCC ha usado seis hipótesis de emisión para elaborar sus pronósticos. El informe concluye que si no se actúa para reducir las emisiones estabilizándolas en los niveles del año 2000, habrá el doble de calentamiento en las dos próximas décadas.

Debido a los recientes aumentos del precio del petróleo, la seguridad en el suministro se ha convertido en el tema más importante de la agenda política en materia de energía. Una de las razones de este aumento de precios es el hecho de que los suministros de todos los combustibles fósiles (petróleo, gas y carbón) están siendo cada vez más escasos y su producción más costosa⁴. Los días del “petróleo y gas barato” están llegando a su fin. El uranio, el combustible de la energía nuclear, es también un recurso finito. **Por el contrario, el potencial de los recursos renovables técnicamente accesibles en todo el mundo son suficientemente grandes como para poder proporcionar hasta seis veces más de la energía que consume actualmente el mundo y para siempre⁵.**

La madurez técnica y económica de las tecnologías de energías renovables varía de unas a otras, pero son fuentes que ofrecen opciones cada vez más atractivas. Estas incluyen la energía eólica, la biomasa, la fotovoltaica, la termosolar, la geotérmica, la de las olas y la hidroeléctrica. Todas ellas tienen algo en común: producen cantidades muy pequeñas o ninguna emisión de gases de efecto invernadero, y se basan en fuentes naturales prácticamente inextinguibles como “combustible”. Algunas de estas tecnologías son ya competitivas y sus costos disminuirán aún más al desarrollarse comercialmente. Además, si consideramos la suba de precios de los combustibles fósiles y que la reducción de emisiones de dióxido de carbono ya tiene un valor monetario, las tecnologías limpias representan también un atractivo negocio.



⁴ Plugging the Gap, RES/GWEC 2006.

⁵ Dr Nitsch et al.



Al mismo tiempo, existe un enorme potencial para reducir nuestro consumo energético manteniendo el mismo nivel de “servicios” que dicho consumo nos brinda. En un reciente informe elaborado por Greenpeace titulado “*energy [r]evolution*”⁶, se detalla una serie de medidas de eficiencia energética que pueden reducir de manera muy significativa la demanda en la industria, los hogares, oficinas y servicios.⁷

En el escenario energético presentado en el informe **[r]evolución energética**, la energía nuclear queda totalmente excluida ya que, si bien produce muy poco dióxido de carbono, su operación presenta grandes amenazas para el ser humano y para el medio ambiente, riesgos y daños medioambientales provocados por la minería de uranio, su procesamiento y transporte, el peligro de la proliferación de armamento nuclear, el problema no resuelto de los residuos radiactivos y el riesgo potencial que conlleva un accidente grave.

La solución para nuestras necesidades energéticas futuras debe basarse en un aprovechamiento eficiente de la energía y en el uso de las fuentes renovables para la generación de calor y electricidad.

En la actualidad, más de 65 países tienen objetivos domésticos para la incorporación de energías renovables y están desarrollando una serie de políticas agresivas para alcanzar tales objetivos. Las agencias multilaterales y los inversores privados por igual están priorizando poco a poco la energía renovable en sus prioridades. Muchas de las industrias y tecnologías renovables han crecido a razón del 20 al 60 por ciento, año tras año, capturando el interés de las compañías globales de mayor envergadura. En el 2007, se invirtieron más de U\$S 100 mil millones en recursos de producción de energía renovable, fabricación, investigación y desarrollo –un verdadero hito global. Las tendencias de crecimiento muestran que esta cifra continuará aumentando⁸.

La [r]evolución energética

El desafío del cambio climático nos exige realizar una verdadera revolución energética. La piedra angular de esta revolución es una transformación completa en las formas en que hoy producimos energía, su distribución y su consumo. Entre los expertos existe el consenso de que este cambio fundamental debe comenzar cuanto antes y que gran parte del mismo debe hacerse durante los próximos seis años para que podamos evitar los peores impactos del cambio

⁶ El Consejo Europeo de Energía Renovable (EREC) y Greenpeace Internacional han producido este escenario energético global cuyo objetivo es lograr que las emisiones de GEI se correspondan con la meta de no superar una suba de la temperatura media global de 2°C y garantizar un suministro energético asequible, dos objetivos muy importantes que es posible alcanzar a la vez. Encargado por Greenpeace y el EREC al Systems Analysis and Technology Assessment (Institute of Technical Thermodynamics) del Centro Aeroespacial Alemán (DLR), el informe desarrolla una ruta energética global sostenible hacia 2050.

⁷ <http://www.greenpeace.org/argentina/cambio-climatico/revoluci-n-energetica>

⁸ Informe “Solar Generation IV - 2007”, Greenpeace / European Photovoltaic Industry Association, texto completo: <http://www.greenpeace.org/international/solargen/about-solar-energy>



climático⁹. **Sólo una verdadera revolución energética nos permitirá limitar el calentamiento global a menos de 2°C, por encima del cual los impactos serán devastadores.**

El escenario propuesto por la **[r]evolución energética** tiene como objetivo alcanzar una reducción de emisiones globales del 50% para el año 2050 en comparación con los niveles de 1990, con una reducción de las emisiones de dióxido de carbono per cápita a menos de 1,3 toneladas por año. Estas reducciones son las necesarias para que el aumento de la temperatura global no supere los 2°C. Un segundo objetivo es el desmantelamiento de las centrales nucleares. Para lograr estos objetivos, el escenario resalta los importantes esfuerzos que habrá que realizar para explotar plenamente el gran potencial de la eficiencia energética. Al mismo tiempo, todas las fuentes rentables de energías renovables deben ser utilizadas para la generación de calor y de electricidad, así como en la producción de combustibles.

Los cinco principios claves que subyacen en este cambio deben ser:

1. Puesta en práctica de soluciones limpias y renovables y descentralización de los sistemas energéticos

No hay escasez de energía. Todo lo que tenemos que hacer es utilizar las tecnologías existentes para aprovechar la energía de forma eficiente y eficaz. Las energías renovables y las medidas de eficiencia energética son ya una realidad, son viables y cada vez más competitivas.

La energía eólica, solar y otras tecnologías energéticas renovables han experimentado un enorme crecimiento durante la década pasada. Los sistemas energéticos sostenibles y descentralizados producen menos emisiones de carbono, son más baratos e implican menos dependencia de las importaciones de combustible. También crean más puestos de trabajo y dan autonomía y poder a las comunidades locales. Los sistemas descentralizados son más seguros y más eficientes.



⁹ En la Tabla RRP.5 del Resumen del informe IPCC WG III (2007) señala que si queremos que el aumento de la temperatura media global se limite a 2-2,4°C por encima del nivel pre-industrial, se requiere que las emisiones de CO₂ alcancen su máximo antes del 2015 y deberán reducirse para el año 2050 entre el 50 y el 85% por debajo del nivel del 2000. "Summary for Policymakers" en: *Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC), 2007 (B. Metz, O.R. Davidson, P.R. Bosch, R. Dave, L.A. Meyer (eds), Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.



2. Respetar los límites naturales

Debemos aprender a respetar los límites naturales, ya que la atmósfera sólo puede absorber una cantidad limitada de carbono. Cada año se emiten a la atmósfera unos 23 mil millones de toneladas de carbono equivalente. Los recursos geológicos de carbón podrían contribuir a otros varios cientos de años de combustible, pero no podemos quemarlos si pretendemos mantenernos dentro de ciertos límites de seguridad climática. Debemos terminar con la dependencia del petróleo y el carbón. Si queremos frenar la subida vertiginosa de la temperatura de la Tierra, la mayoría de las reservas de combustibles fósiles del mundo (carbón, petróleo y gas) deberán seguir bajo tierra. Nuestro objetivo como seres humanos es vivir dentro de los límites naturales de nuestro pequeño planeta.

3. Abandonar las energías sucias e insostenibles

Debemos terminar cuanto antes con la energía nuclear y la del carbón. No podemos continuar construyendo centrales de carbón ahora que las emisiones representan un gran peligro para los ecosistemas y la gente, y no podemos seguir incrementando las amenazas nucleares pretendiendo que la energía nuclear pueda ayudarnos a combatir el cambio climático. La energía nuclear no tiene ningún futuro en la [r]evolución energética.

4. Equidad y justicia en el uso de los recursos

Siempre que existan límites naturales, deberá realizarse una distribución justa de los beneficios y los costos entre las sociedades, entre las naciones y entre las generaciones presentes y futuras. En un extremo, un tercio de la población mundial no tiene acceso a la electricidad, mientras que la mayoría de los países industrializados consumen mucho más de la parte que les corresponde. Los efectos del cambio climático sobre las comunidades más pobres se ven



aumentados por injusticias energéticas masivas a nivel global. Si queremos combatir el cambio climático, uno de los principios a cumplir debe ser el de equidad y justicia, para que los beneficios de los servicios energéticos (como luz, calor, energía y transporte) estén al alcance de todos: norte y sur. Sólo así podremos crear una seguridad energética real y las condiciones para un auténtico bienestar de la humanidad.

5. Desacoplar el crecimiento del uso de combustibles fósiles

Comenzando por los países desarrollados, el crecimiento económico debe desacoplarse totalmente del uso de los combustibles fósiles. Es una falacia



sostener que el crecimiento económico debe basarse en el aumento del consumo de combustibles.

- Necesitamos utilizar la energía mucho más eficientemente.
- Necesitamos realizar una transición hacia las energías renovables, dejando de lado a los combustibles fósiles, urgentemente, para lograr un crecimiento limpio y sustentable.

Los sistemas descentralizados de energía, donde se producen electricidad y calor, cerca del sitio de uso final, evitan el derroche actual de energía durante su conversión y distribución. Estos sistemas deben ser el centro de la **[r]evolución energética**, como también lo será la necesidad de proporcionar electricidad a los dos mil millones de habitantes del mundo que todavía tienen denegado el acceso a ella.

En el informe de Greenpeace se estudian dos escenarios para el año 2050. El escenario de referencia se basa en el publicado por la Agencia Internacional de la Energía (IEA) en el World Energy Outlook 2004, extrapolado a partir de 2030. Comparado con las proyecciones de la IEA de 2004, en el nuevo World Energy Outlook 2006 (WEO 2006) se asume una ligera tasa de crecimiento medio anual del PBI (Producto Bruto Interno) mundial de un 3,4%, en lugar del 3,2%, para el periodo 2004-2030. A la vez, según el WEO 2006, en 2030 se espera un consumo final de energía un 4% superior al del WEO 2004. Un análisis sobre el impacto del crecimiento económico en la demanda energética bajo el Escenario de **[r]evolución energética** muestra que un aumento del PBI mundial medio de 0,1% (en un periodo de 2003-2050) provoca un incremento en la demanda energética final del orden del 0,2%.

Hoy día las fuentes de energías renovables suponen el 13% de la demanda energética primaria mundial. La biomasa, utilizada principalmente para generar calor, es la fuente de energía renovable más importante. La cuota de energías renovables en la generación de electricidad es del 18%, mientras que la contribución al suministro térmico de las energías renovables es de un 26%. Alrededor del 80% del suministro de energía primaria proviene aún de los combustibles fósiles, y el 7% restante de la energía nuclear.



El Escenario de **[r]evolución energética** describe una ruta de desarrollo que transforma la actual situación en un suministro energético sustentable.

- Para el 2050, explotar el gran potencial de eficiencia energética reducirá la demanda de energías primarias de la cifra actual de 435.000 PJ/a (Peta Jules por año) a 410.000 PJ/a. Bajo el escenario de referencia se incrementaría hasta 810.000 PJ/a. Esta fuerte reducción es un requisito previo crucial para



conseguir una penetración importante de las fuentes de energía renovable, que compensaría el desmantelamiento de las nucleares y reduciría el consumo de combustibles fósiles.

- El mayor uso de unidades de cogeneración (calor y electricidad) mejora también la eficiencia de conversión energética, utilizando cada vez más gas natural y biomasa. A largo plazo, la disminución de la demanda de calor y el gran potencial para producir calor directamente a partir de fuentes de energías renovables, reduce la necesidad de aumentar la expansión de las unidades de cogeneración.
- El sector eléctrico será el pionero en el uso de energías renovables. Para el año 2050, alrededor del 70% de la electricidad se producirá a partir de fuentes de energías renovables, incluyendo las centrales hidráulicas. En el año 2050, una capacidad instalada de 7.100 GW producirá 21.400 Terawatios hora por año (TWh/a) de electricidad.
- En el sector del suministro térmico, la contribución de las renovables aumentará hasta el 65% para el año 2050. Los combustibles fósiles serán reemplazados paulatinamente por tecnologías modernas más eficientes, especialmente la biomasa, los colectores solares y la geotérmica.
- Antes de que los biocombustibles puedan jugar un papel importante en el sector de los transportes, habrá que explotar los grandes potenciales existentes en materia de eficiencia. El escenario de **[r]evolución energética** destina a la biomasa, básicamente, a aplicaciones estacionarias; el uso de biocombustibles para el transporte se ve limitado por la disponibilidad de biomasa obtenida de modo sustentable.
- Para el año 2050, la mitad de la demanda de energía primaria será cubierta por fuentes de energía renovable.

Gráfico 1

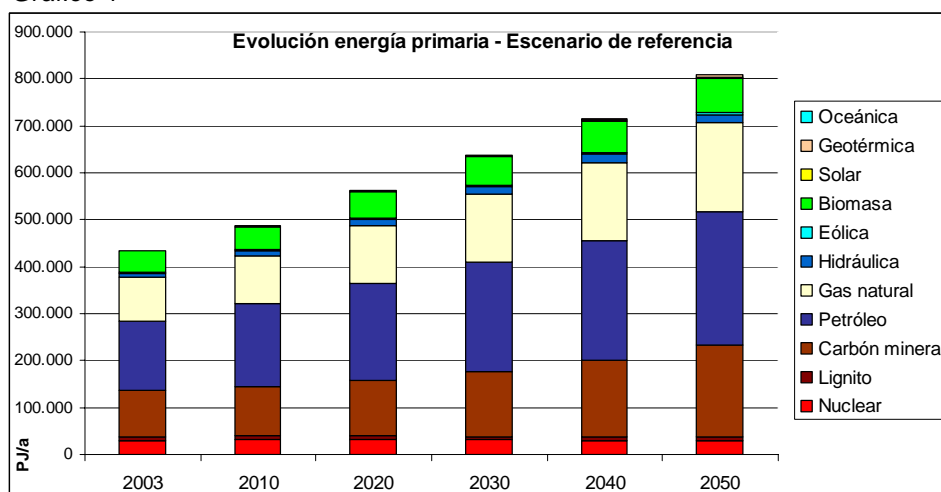
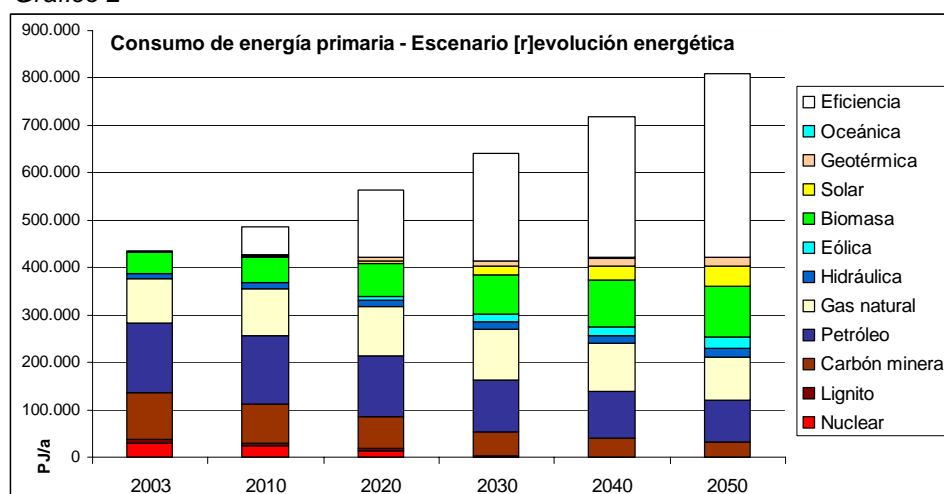


Gráfico 2



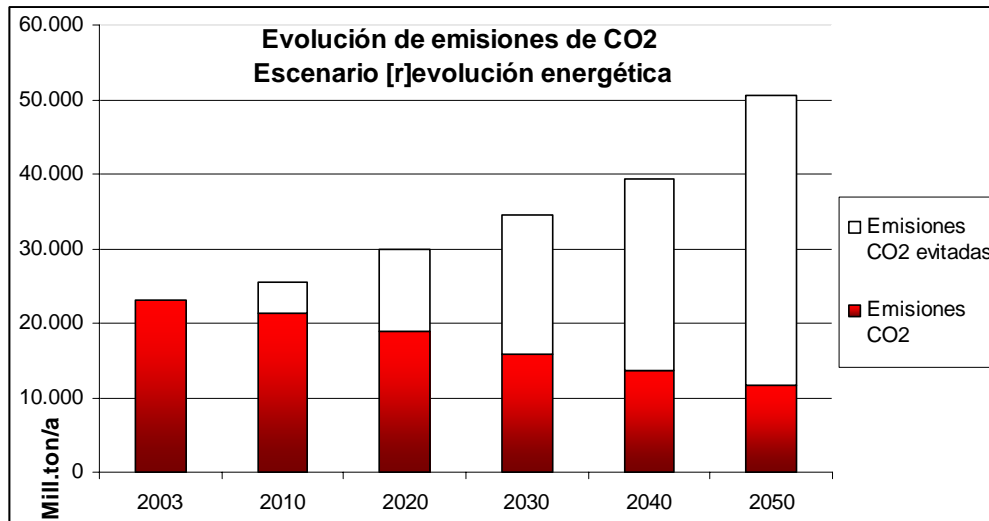
Evolución de las emisiones de CO₂

Mientras que bajo el escenario de referencia, para el año 2050 se produciría un aumento de casi el doble de las emisiones de CO₂ a nivel global –un escenario de catástrofe climática –, bajo el Escenario de **[r]evolución energética** las emisiones disminuirán de 23.000 millones de toneladas en el año 2003 a 12.000 millones en el 2050. Se producirá una caída de las emisiones anuales per cápita de 4,0 a 1,3 toneladas. A pesar del desmantelamiento de las centrales nucleares y del aumento de la demanda de electricidad, se producirá una disminución importante de las emisiones de CO₂ en el sector eléctrico. A largo plazo, las mejoras en eficiencia y el mayor uso de los biocombustibles reducirán aún más las emisiones de CO₂ en el sector de transporte. -El uso de biocombustibles se restringe siempre a aquellos que producen una significativa reducción de emisiones en comparación con el combustible que reemplazan y no generen impactos ambientales en su producción.¹⁰- Con una cuota del 36% del total de emisiones de CO₂ en 2050, el sector eléctrico se alejará aún más del sector transporte que representará la principal fuente de emisiones.

¹⁰ Se recomienda ver: *"Bioenergía: oportunidades y riesgos ¿Qué debe hacer Argentina en materia de biocombustibles?"*, Greenpeace Argentina, mayo 2007.

En: <http://www.greenpeace.org/raw/content/argentina/bosques/bioenerg-a-oportunidades-y-ri.pdf>

Gráfico 3



Costos

Como consecuencia de la creciente demanda de electricidad, se deduce un crecimiento importante del gasto social en materia de suministro eléctrico. Bajo el escenario de referencia, el constante crecimiento de la demanda, el aumento de los precios de los combustibles fósiles y los costos vinculados a las emisiones de CO₂ producirán una elevación del costo del suministro eléctrico de la cifra actual de 1.130 mil millones de dólares por año a más de 4.300 mil millones de dólares por año en el 2050. El Escenario de **[r]evolución energética** no sólo cumple con los objetivos globales de reducción de CO₂, también ayuda a estabilizar los costos energéticos y a aliviar la presión económica sobre la sociedad. El aumento de la eficiencia energética y el cambio paulatino del suministro de energía a recursos energéticos renovables hacen que, a largo plazo, los costos del suministro de electricidad sean un tercio menores que en el escenario de referencia. El cumplimiento de objetivos medioambientales rigurosos en el sector energético reporta también beneficios en términos económicos.

Haciendo realidad la [r]evolución energética

Para hacer realidad el Escenario de **[r]evolución energética** es necesario adoptar las siguientes premisas:

- Abandonar todos los subsidios para los combustibles fósiles y la energía nuclear y la internalización de todos sus costos (impactos sociales y ambientales).
- Establecer objetivos de cumplimiento obligatorio para las energías renovables.
- Proveer de beneficios bien definidos y estables para los inversores.
- Acceso prioritario garantizado a la red para los generadores renovables.
- Una normativa estricta de eficiencia para el consumo energético de todos los electrodomésticos, edificios y vehículos.

La [r]evolución energética en América Latina

Partiendo de las premisas adoptadas para el escenario a escala global por el informe **[r]evolución energética**, Greenpeace ha elaborado diferentes escenarios regionales. Para el caso de América Latina las fuentes renovables contribuyen hoy con el 27% de la demanda de energía primaria. La biomasa, principalmente utilizada para generar calor, es la principal fuente de energía renovable, seguida por la energía hidroeléctrica, la cual contribuye con el 10%. La participación de las energías renovables para la generación de electricidad es de alrededor del 70%, con la energía hidroeléctrica siendo la más importante fuente. La contribución de las renovables en la demanda de energías primarias para generar calor es de un 36%. De todos modos, alrededor del 70% del suministro energético de América Latina aún proviene de los combustibles fósiles.

El Escenario de **[r]evolución energética** describe una ruta de desarrollo que transforma la actual situación en un suministro energético sustentable.

- Para el 2050, explotar el gran potencial de eficiencia energética reducirá la demanda de energías primarias de la cifra actual de 19.000 PJ/a (Peta Jules por año) a 27.000 PJ/a. Bajo el escenario de referencia se incrementaría hasta 63.000 PJ/a. Esta fuerte reducción es un requisito previo crucial para conseguir una penetración importante de las fuentes de energía renovable, que compensaría el desmantelamiento de las nucleares y reduciría el consumo de combustibles fósiles.


- El mayor uso de unidades de cogeneración (calor y electricidad) mejora también la eficiencia de conversión energética, utilizando cada vez más gas natural y biomasa. A largo plazo, la disminución de la demanda de calor y el gran potencial para producir calor directamente a partir de fuentes de energías renovables, reduce la necesidad de aumentar las unidades de cogeneración.
- El sector eléctrico será el pionero en el uso de energías renovables. Para el año 2050, alrededor del 90% de la electricidad se producirá a partir de fuentes de energías renovables, incluyendo las centrales hidráulicas. En el año 2050, una capacidad instalada de 660 GW producirá 2.070 Terawatios hora por año (TWh/a) de electricidad.



- En el sector del suministro térmico, la contribución de las renovables aumentará a más del 70% para el año 2050. Los combustibles fósiles serán reemplazados paulatinamente por tecnologías modernas más eficientes, especialmente la biomasa, los colectores solares y la geotérmica.
- Antes de que los biocombustibles puedan jugar un papel importante en el sector de los transportes, habrá que explotar los grandes potenciales existentes en materia de eficiencia. El escenario de **[r]evolución energética** destina a la biomasa, básicamente, a aplicaciones estacionarias; el uso de biocombustibles para el transporte se ve limitado por la disponibilidad de biomasa obtenida de modo sustentable.
- Para el año 2050, el 65% de la demanda de energía primaria será cubierta por fuentes de energía renovable.

Evolución de las emisiones de CO₂

Mientras América Latina, bajo el escenario de referencia cuadruplicará para el año 2050 las emisiones de CO₂ –alejándose de una vía de desarrollo sostenible-, bajo el escenario de **[r]evolución energética** las emisiones disminuirán de 800 millones de toneladas en 2003 a 440 millones en 2050. Se producirá así una caída de las emisiones anuales per cápita de 1,8 a 0,7 toneladas.

A pesar del desmantelamiento de las centrales nucleares y del aumento de la demanda de electricidad, se producirá una disminución importante de las emisiones de CO₂ en el sector eléctrico. Después de 2020 la disminución de emisiones en el sector de transporte será acompañada por mejoras en la eficiencia y el incremento en el uso de renovables para la generación de calor. Aunque hoy el sector energético es la mayor fuente de emisión de CO₂ en América Latina, en 2050 contribuirá en menos de un 15% del total.



Costos

Como consecuencia de la creciente demanda de electricidad, América Latina afrontará un incremento significativo del gasto social en materia de suministro eléctrico.

Bajo el escenario de referencia, el constante crecimiento de la demanda, el aumento de los precios de los combustibles fósiles y los costos que conllevan las emisiones de CO₂, producirán una suba de los costos del suministro eléctrico de cerca de 350.000 millones de dólares en 2050.



El escenario de [r]evolución energética no sólo cumple con los objetivos globales de reducción de CO₂, también ayuda a estabilizar los costos energéticos y a aligerar la presión económica sobre la sociedad. El aumento de la eficiencia energética y el cambio paulatino del suministro de energía a recursos energéticos renovables hacen que, a largo plazo, los costos del suministro de electricidad sean un 45% menor que en el escenario de referencia. El cumplimiento de objetivos ambientales rigurosos en el sector energético reporta también beneficios en términos económicos.

Gráfico 4

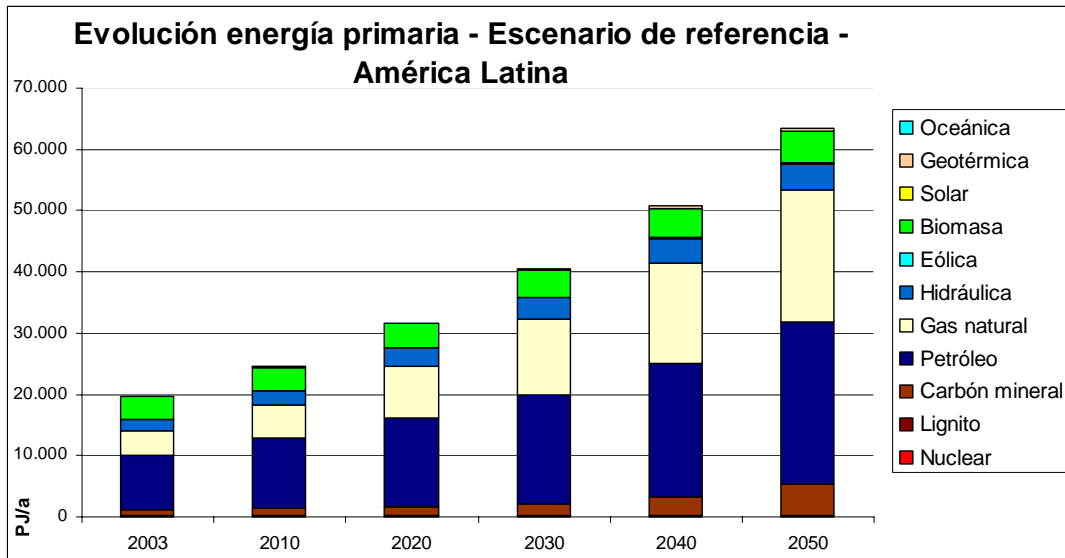
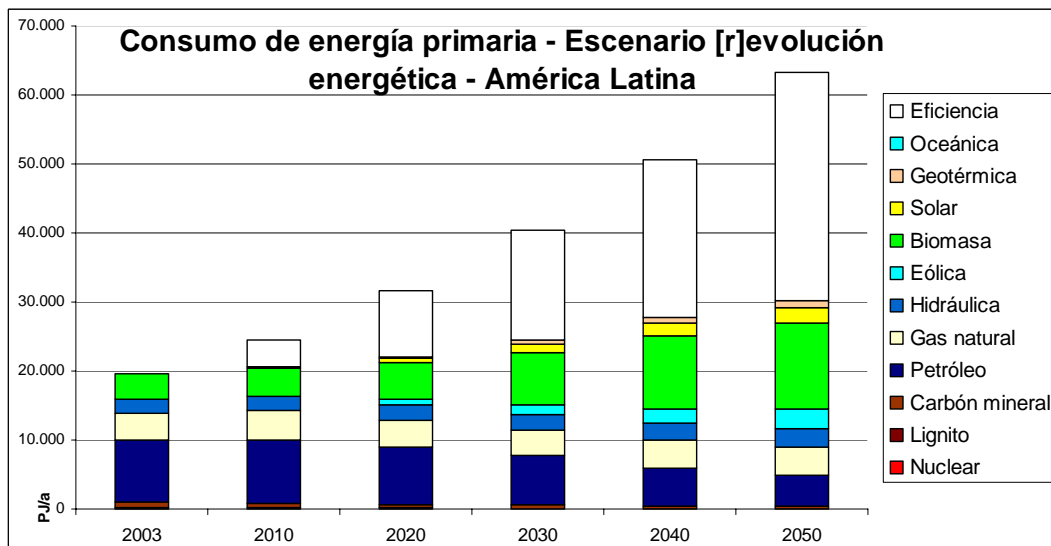


Gráfico 5

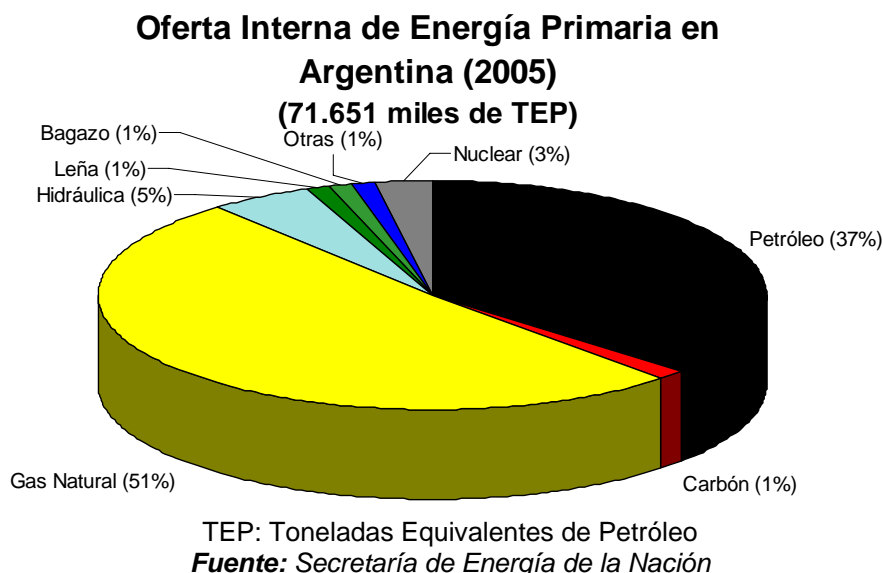


La [r]evolución energética en Argentina

La actual situación energética en Argentina

La situación energética en Argentina se caracteriza por una enorme fragilidad debido a su fuerte dependencia de los combustibles fósiles. Esta fragilidad no sólo acarrea problemas ambientales y emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI), sino que además plantea la inseguridad del suministro energético debido a que la disponibilidad de recursos fósiles es muy restringida. Más allá de distintas estimaciones y nuevas inversiones que puedan realizarse para llevar a cabo más exploraciones, se supone que no habrá modificaciones significativas en el escenario energético de nuestro país.

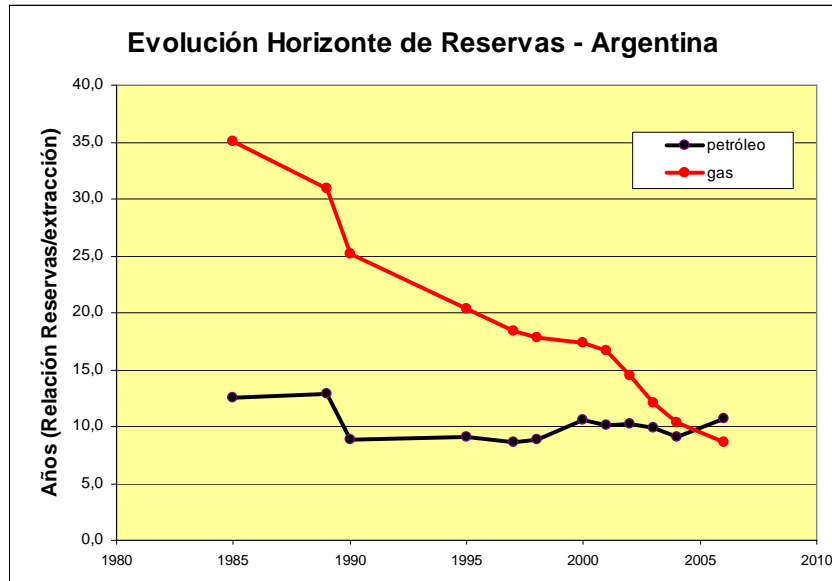
Gráfico 6



Esta altísima dependencia de los combustibles fósiles (89%) hace que la Argentina posea la peor matriz energética de la región en cuanto a uso de fuentes renovables. Asimismo esta dependencia plantea una situación explosiva frente a un escenario de escasez estructural de estos recursos, lo que conduce directamente a un encarecimiento de la energía y a la necesidad de recurrir a importaciones, lo que implica colocar los precios internos alineados a los valores internacionales. Todo indica que se buscará suplir esta escasez con otras fuentes con grandes impactos y riesgos ambientales: grandes hidroeléctricas, plantas de energía nuclear, mayor uso del carbón y las peores opciones en materia de biocombustibles.

El siguiente cuadro muestra la evolución del horizonte de reservas de petróleo y gas en la Argentina. El declive ha sido incesante y se está a las puertas de una situación muy grave.

Gráfico 7



Los valores más recientes indican que al 31 de diciembre de 2006 el horizonte de reservas para el petróleo era de 10,7 años y para el gas de 8,6. La situación energética de Argentina es hoy la de un país altamente dependiente de los hidrocarburos, con reservas petroleras y gasíferas en plena declinación y con graves problemas estructurales en la refinación del crudo, en la potencia y generación de electricidad y en el transporte de gas natural por redes y de energía eléctrica.

Esta situación lleva a la Argentina a una enorme dependencia de recursos importados en materia de petróleo y gas a partir de 2010, con todo lo que ello implica en materia de aumento de costos y mayor inseguridad energética. Según Ricardo De Dicco *“En 2013 cuando los yacimientos de petróleo estén agotados, la importación le costará al país alrededor de 17.320 millones de dólares (suponiendo un barril a 100 dólares). En 2014, cuando los yacimientos de gas natural estén agotados, la importación le costará al país alrededor de 8.000 millones de dólares (suponiendo en forma demasiado optimista que Evo Morales y Hugo Chávez nos vendan el gas a 5,5 dólares el millón de BTU)”*.¹¹

Al mismo tiempo el país sigue subsidiando de manera incesante a la industria del petróleo mientras las inversiones en materia de fuentes de energía renovables y en eficiencia energética son nulas.¹²

Según Daniel Montamat *“los subsidios energéticos directos con impacto presupuestario (algunos disimulados en los fondos fiduciarios) se elevan este año (2007) a 5.000 millones de dólares”*¹³

¹¹ **De Dicco, Ricardo:** *“2010 ¿odisea energética?”*, Instituto de Investigación en Ciencias Sociales (idiscso) de la Universidad del Salvador.

¹² Como ejemplo podemos mencionar la Ley 17.319 (Octubre 2006) que establece un Régimen de Promoción para la exploración y Explotación de Hidrocarburos que establece numerosas exenciones impositivas a las compañías petroleras.

¹³ **Montamat, Daniel Gustavo:** *“Estrategia a largo plazo”* en revista DEF, Nro.28, Diciembre 2007.



Para el titular de la División de Recursos Naturales e Infraestructura de la CEPAL, Fernando Sánchez Alvabera, la situación crítica en materia de energía en la Argentina, así como en otros países de la región, se debe a la falta de inversión debido a la *“desconfianza de los inversores por el congelamiento de tarifas en algunos países, los subsidios cruzados en otros y las insuficiencias regulatorias”*. Si bien Sánchez Alvabera reconoce que es legítimo que los gobiernos planteen una tarifa social señala que *“el asunto es poder financiarla sin sobresaltos y que existan claras señales para ampliar la oferta. Las tarifas deben cumplir tres objetivos: ayudar a mejorarla calidad de vida de los pobres, energizar para combatir la pobreza y dar señales claras al uso eficiente de la energía. Si la energía es barata a nadie le importa malgastarla”*.¹⁴

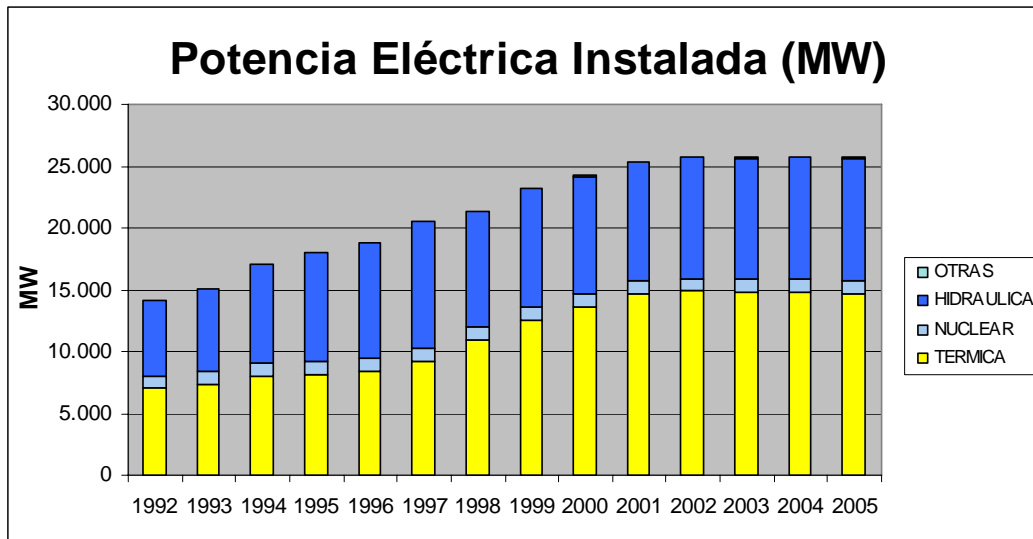
Situación del Sistema Eléctrico

En materia de energía eléctrica el sistema se encuentra en una situación de colapso y plantea un desafío que necesita respuestas a corto plazo y una visión estratégica y sustentable para el mediano y largo plazo. La demanda eléctrica ya ha superado la oferta disponible. Desde hace seis años, a pesar del crecimiento del PBI a un promedio superior al 8% anual, luego de la crisis de 2001/2002, el país no ha incorporado nuevas centrales eléctricas.

El siguiente gráfico muestra el estancamiento en materia de potencia instalada en el sistema eléctrico.

¹⁴ *“La energía en penumbras”* en Página/12, 20/01/08. <http://www.pagina12.com.ar/diario/elpais/1-97724-2008-01-20.html>

Gráfico 8



El sistema cuenta actualmente con unos 24.000 MW de potencia instalada, de los que están disponibles entre 17.000 y 18.000. Según las estimaciones de varios especialistas, tenemos hoy una deficiencia de unos 2.500 MW a 4.400 MW, con una demanda que creció 37% en 5 años. Por la vía del aumento de la oferta para seguir el crecimiento de la demanda se estima que deberían invertirse unos 4.500 millones de dólares anuales durante los próximos 10 años, “*para poner en orden la oferta y la demanda de energía*” según lo ha señalado Jorge Tersoglio (Instituto Tecnológico de Buenos Aires – ITBA).

En los últimos años el Gobierno nacional ha mostrado una enorme imprevisión en la materia y ha cometido errores en la gestión energética, lo que ha colocado al país en la actual situación de crisis. Pero además debemos destacar la absurda política de alentar, de diferentes modos, el aumento de la demanda de energía sin desarrollar ningún tipo gestión a través de una política de eficiencia energética, ahorro de energía y fomento en el uso de generación distribuida de energía por medio de fuentes renovables. Por el contrario, se mantienen artificialmente bajas las tarifas y la única respuesta es intentar aumentar la oferta incrementando los costos económicos y ambientales, haciendo un mayor uso de fuentes de energía sucias de alto impacto ambiental y social.¹⁵



¹⁵ Se recomienda ver acerca del potencial y las propuestas globales de Greenpeace en Argentina: “*Energía Eólica: 3000 MW para el 2013*”, Greenpeace Argentina, Marzo 2004. <http://www.greenpeace.org/argentina/cambio-climatico/energia-eolica-3000-mw-en-el>



La política aplicada por el Gobierno nacional se dirige a impulsar por medio de inversiones directas o con gran participación estatal los diferentes proyectos que hoy están en curso o en agenda para los próximos años. Todos ellos agravarán la dependencia de recursos no renovables o fuentes riesgosas y de alto impacto. El camino elegido es absolutamente opuesto a la construcción de una nueva matriz energética que esté a la altura de los desafíos que se plantean global y localmente para este siglo.



Las inversiones previstas incluyen la construcción por parte de la empresa Siemens, de dos centrales de ciclo combinado (Gas Natural), una de ellas en Campana (Buenos Aires) y la segunda en Timbúes (Santa Fe) las cuales aportarán en conjunto unos 1.600 MW. La inversión de estas plantas se realiza con una fuerte intervención del Estado nacional.¹⁶ Dichas centrales entrarían en operación en 2009.

Actualmente se encuentra en proceso de ampliación la cota del lago de la represa de Yaciretá, de los actuales 78 a los 83 metros sobre el nivel del mar. La obra debería estar finalizada, según el proyecto oficial, para el verano 2009. Esto sumará 1.000 MW al sistema nacional. Más allá de algunos impactos ambientales previstos, si esta obra se realiza, más de 55.000 personas serán desplazadas por la inundación de las áreas aledañas a la represa.

En este rubro se proyecta avanzar también sobre la construcción de nuevas represas que están generando preocupación y oposición, como el caso Garabí sobre el río Uruguay (junto a Brasil) de 1.500 MW y Corpus Christi sobre el Paraná (con Paraguay) de unos 2.900 MW. En Santa Cruz se ha encarado la construcción del complejo La Barrancosa-Cerro Cliff que consistirá en dos represas a lo largo del río Santa Cruz que aportarían entre 1.200 a 2.000 MW al sistema.

Dentro del escenario energético planteado por el Gobierno Nacional la energía nuclear se presenta como un sector que continuará siendo privilegiado por el Estado

“300 MW Energía Eólica. Programa de Desarrollo 2005-2007”, Greenpeace Argentina y CADGE, Diciembre 2004, <http://www.greenpeace.org/raw/content/argentina/cambio-climatico/300-mw.pdf>; *“Greenpeace Solar. Creando un futuro energético limpio”*, Greenpeace Argentina, Abril 2001 <http://www.greenpeace.org/raw/content/argentina/cambio-climatico/greenpeace-solar-creando-un-f.pdf>

¹⁶ El monto de estas dos obras es de unos 1.600 millones. Para pagar las estas usinas el gobierno nacional utiliza tres fuentes de financiación. Por un lado se usan los recursos cedidos por los generadores al Foninvemem, que alcanzan a 500 millones de dólares. El Foninvemem es un fondo que creó la Secretaría de Energía de la Nación a partir de las deudas que la administradora del mercado eléctrico Cammesa contrajo con varias empresas desde de la devaluación. Los principales accionistas de las dos usinas que construirá Siemens serán las empresas que están primeras en la lista de acreedores del Estado: Endesa, Total, Aes, Petrobras, EDF y Duke. Otra parte del financiamiento para la construcción de las usinas saldrá del “cargo tarifario” del 3 por ciento sobre el valor de la energía que pagarán durante cinco años los medianos y grandes usuarios. Y también aportes complementarios de bancos, las AFJP y el propio Estado.



con subsidios y enormes inversiones, a pesar de su pésima ecuación económica. Luego de más de 50 años de permanentes y abultados presupuestos públicos este sector aporta sólo el 5% de la potencia instalada.

Los esfuerzos económicos estatales están centrados ahora en la finalización de la central Atucha II (será la central con más años de demora en la historia y una de las más caras a nivel mundial) la que de hacerse se finalizará en el 2010 y aportará 745 MW. Recordemos que al valor estimado para su finalización en el 2004 era de menos u\$s 430 millones y en la actualidad ya se habla de más de u\$s 700 millones. Para el 2010 se deberá paralizar la central nuclear de Embalse durante un período de 18 meses a 2 años para que se realicen las obras que permitan prolongar su vida útil por otros 25 años.

Por otro lado, la Central Argentina de Elementos Modulares (CAREM) pretende convertirse en el primer reactor de potencia totalmente desarrollado en el país. La Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA) está trabajando en un prototipo de 25 megavatios eléctricos que podría estar funcionando hacia 2012. La Ley 25.160, sancionada por el Congreso Nacional en septiembre de 1999, garantizaba el financiamiento del CAREM, consistente en «*el desarrollo y la construcción de un prototipo de reactor innovador de baja potencia para la producción de energía eléctrica*». El actual período de bonanza económica, así como la necesidad de una mayor oferta energética para hacer frente al crecimiento de la demanda, le dieron nuevo impulso al CAREM. Según un informe presentado en marzo de 2006 por la CNEA a la Secretaría de Energía de la Nación, el costo de construcción del proyecto, cuya duración se estima en 5 años, ascendería a los 105 millones de dólares. Los fondos provendrán del Estado nacional. De hecho, el Decreto 1107, firmado por el presidente Néstor Kirchner en agosto de 2006, declara de «*interés nacional la construcción y puesta en marcha del prototipo de reactor CAREM*». Hay quienes están impulsando que el CAREM escale hasta un prototipo de 350 MW y se relance la actividad nuclear para incorporar unas nueve centrales de 900 a 1.200 MW.

La reactivación de la actividad nuclear plantea también la reactivación de la minería de uranio, hoy viable económicamente como consecuencia de los bajos valores locales y la suba de los precios internacionales. Esto ya está generando oposición en diversas comunidades alentadas por el creciente movimiento anti-minero.¹⁷

Para agravar la situación y como prueba de la falta de visión acerca de cuáles son las prioridades en las que el Estado debería invertir en materia energética, en el mes de diciembre de 2007 el gobierno nacional firmó el contrato para la construcción de una central termoeléctrica a base de carbón en la localidad santacruceña de Río Turbio. La obra, que será ejecutada en un plazo de 42 meses por la empresa Isoluz Corsan S.A. implica una inversión de más de 2.600 millones de pesos. El costo será cubierto por el Estado nacional y también con la venta del carbón de Río Turbio que no sea utilizado en la usina. La futura central termoeléctrica tendrá 240 MW en boca

¹⁷ Sobre la situación del pasivo ambiental existente debido a la minería de uranio en la Argentina y los riegos de la misma se puede ver "Uranio", Greenpeace Argentina, Mayo 2005.
<http://www.greenpeace.org/raw/content/argentina/nuclear/uranio.pdf>



de mina - divididos en dos módulos de generación de 120 MW cada uno. La mayor parte de la energía que genere la nueva central se colocará en el Sistema de Interconexión Nacional por medio de la línea de interconexión patagónica. Este proyecto ya genera resistencia en grupos ambientalistas y sectores académicos locales.

Entre los desarrollos recientes que podemos citar como positivos se encuentra la construcción de la línea de alta tensión de Choele-Choel hasta Puerto Madryn que integró en el 2006 el Sistema Interconectado Patagónico (SIP) al Sistema Argentino de Interconexión (SADI). Esta línea está extendiéndose ahora hasta Pico Truncado (Santa Cruz). La conexión permitiría comenzar a utilizar el enorme potencial eólico de la región para alimentar el sistema nacional. Aunque aún no existen señales positivas para el desarrollo del sector eólico a gran escala.



La Actual Crisis en el Sistema Eléctrico

El sector eléctrico en la Argentina se encuentra en una constante y fuerte expansión, con una tasa de crecimiento anual promedio de 4,9% en los últimos 15 años¹⁸. En el año 2005 la estructura de generación eléctrica estaba constituida por un 60% de generación eléctrica térmica por combustibles (98% gas natural), un 33% hidroeléctrica y 7% nuclear.

La situación del sistema eléctrico muestra claramente que en los últimos años el país ha vivido al borde de su capacidad para satisfacer la demanda. De hecho, durante el invierno pasado hubo cortes durante 70 días (de junio a fines de agosto) porque la demanda de potencia eléctrica (19.000 MW) superó la oferta de potencia (17.000/18.000 MW).

¹⁸ WWF – Fundación Vida Silvestre Argentina: *“Reducir emisiones ahorrando energía. Escenarios energéticos para la Argentina (2006-2020) con políticas de eficiencia”*. 2006. www.vidasilvestre.org.ar



La falta de visión y la insistencia en el camino tradicional de incremento de la oferta con fuentes convencionales no ha dado resultados positivos. Durante el presente verano la situación se repite agravada y cada vez será más difícil hacerle frente ya que los proyectos para ampliar la oferta energética no estarán disponibles en el corto plazo. Recién a fines de 2007 el Gobierno Nacional reconoció la situación de emergencia y crisis.

En materia de energía eléctrica enfrentamos una anunciada y cada vez más grave crisis de suministro. Diversos especialistas alertan que las tarifas deberían subir un 100% en promedio. Los subsidios para mantener las tarifas bajas ya se llevan el 1% del PBI.

La actual situación del escenario energético del país muestra la urgente necesidad de implementar **políticas de eficiencia energética en el corto plazo** así como incentivar la ampliación del parque de generación eléctrica. Esto plantea una oportunidad para lograr mejoras en materia de eficiencia estructurales (incentivos en tarifas, estándares técnicos, etc.) y mantener un cuidadoso seguimiento sobre las decisiones que se están tomando para ampliar de manera desesperada el parque de generación.

Situación energética argentina: Crisis y Oportunidad

Eficiencia Energética

Tal como se muestra en los gráficos de [r]evolución energética, la eficiencia debe cumplir un rol trascendental en los próximos años. Esto tiene que ver con el enorme potencial existente en materia de uso racional de la energía, su relativa rapidez de implementación y los bajos costos que implica su desarrollo. Además, la necesidad de reducir drásticamente el consumo de energía en la Argentina debido al cuello de botella que se enfrenta en el corto y mediano plazo, la eficiencia energética debería ser una política seria del estado argentino.

El uso racional de la energía no puede constituir solamente un programa para paliar una situación de emergencia, sino que debería convertirse en un requerimiento concreto y en una conducta arraigada socialmente, destinada a evitar los problemas medioambientales que hoy son una seria amenaza para el desarrollo sustentable.

*“Este es el momento de la eficiencia energética”, destaca Sánchez Albavera de CEPAL, y agrega “hoy es la mejor manera de enfrentar el problema, hay que crear una nueva cultura energética, que valore el uso eficiente, ya que la energía va a ser cada vez más cara... Por lo tanto, hay que ser más eficientes y sobre todo consumir energías sostenibles, renovables”.*¹⁹

Más allá de las respuestas ocasionales que el Gobierno nacional fue dando ante la creciente crisis en el suministro eléctrico en los últimos 4 años, debemos destacar

¹⁹ *“La energía en penumbras”*, Página/12, 20/01/08. <http://www.pagina12.com.ar/diario/elpais/1-97724-2008-01-20.html>



que recién con el lanzamiento del PRONURE se reconoce la importancia de la eficiencia energética como política que debe sostenerse más allá de la coyuntura.



Uno de los estudios locales más recientes en materia de trazar escenarios energéticos con una fuerte inserción de políticas de eficiencia energética es el realizado por Fundación Vida Silvestre. Allí se parte de un escenario de referencia y se estiman las contribuciones de diferentes medidas de eficiencia energética en distintos sectores. La conclusión general para el sistema eléctrico es que según el escenario de referencia se estaría consumiendo en el año 2020 unos 193 TWh/año partiendo del consumo de 103 TWh/año en el 2006. Esto implica un crecimiento del

87%. Para satisfacer ese crecimiento se estima que el sector generación deberá crecer en unos 17.500 MW, alrededor de 22 centrales nuevas de diverso tipo (térmicas, nuclear e hidroeléctricas).²⁰

A partir de una batería de medidas de eficiencia energética que abarcan los sectores industrial, Residencial y Comercial y Público se logra reducir la demanda para el año 2020 entre 35 a 59 TWh/año, que significa entre un 18 y un 30% de la oferta prevista para el año 2020. Esto representa, acorde al estudio mencionado, evitar la necesidad de construir entre 5 y 8 centrales termoeléctricas de ciclo combinado de 800 W para el año 2020.²¹

Energías Limpias: Greenpeace Solar

Las soluciones y opciones energéticas limpias están disponibles desde el punto de vista tecnológico. Las energías limpias que nos permitirán reemplazar los combustibles fósiles son conocidas y sólo es necesario que se adopten las políticas adecuadas para ponerlas en marcha. Este cambio de fuentes de energía no sólo es

necesario y urgente, es posible hacerlo sin provocar ningún colapso en el suministro energético ni en la economía.



Argentina como parte de la comunidad internacional debe ser parte del esfuerzo para disminuir la dependencia de los combustibles fósiles, actualmente más del 90% de nuestro consumo energético proviene de fósiles. Como país en desarrollo,

Argentina debería realizar un esfuerzo tendiente a introducir cambios en el desarrollo

²⁰ WWF-Fundación Vida Silvestre Argentina: Opt. cit.

²¹ Propuesta de Greenpeace "Eficiencia Energética. Primer Paso: Eliminación Total de Lámparas Incandescentes para 2010" Informe completo en:

<http://www.greenpeace.org/raw/content/argentina/cambio-climatico/revolucion-energetica/eficiencia-energetica/eficiencia-energetica-primer.pdf>



energético y evitar reproducir el modelo de desarrollo altamente dependiente de los fósiles que han seguido los países industrializados.

De las múltiples alternativas tecnológicas en materia de energías limpias, la energía del sol es una de las más importantes. El recurso disponible es enorme: la energía solar que recibe la tierra en un año es equivalente a más de diez mil veces al consumo energético global actual.

De las diferentes opciones existentes para el aprovechamiento de la energía del sol, una de las aplicaciones más importantes de la energía solar, es la producción de energía eléctrica a partir de paneles fotovoltaicos. A pesar de que su uso se extiende a diversas aplicaciones, en la Argentina esta tecnología está siendo utilizada fundamentalmente para aplicaciones en sitios aislados.

Esta opción “tradicional” de la tecnología fotovoltaica permitiría poder darle electricidad a las 2.000 millones de personas que a nivel global carecen de suministro energético alguno. Sin embargo, una de las aplicaciones más importantes actualmente y con gran potencial de desarrollo en el futuro cercano, es el uso de la energía fotovoltaica en los centros urbanos.

La energía fotovoltaica integrada en edificios y casas permite aprovechar los espacios edificios urbanos para producir energía limpia y colocar esa electricidad en las redes de distribución local. En tales edificios y casas el consumo de electricidad tiene su origen tanto en la energía provista por la red como por los paneles. En aquellos casos en que el consumo es menor que la generación fotovoltaica, se vuelcan los excedentes en la red pública.

De este modo los consumidores podrán tener un medidor bidireccional en sus hogares de manera de medir sus consumos desde la red y la energía que ellos entregan a la misma. La integración fotovoltaica en edificios permite combinar un desarrollo urbanístico moderno con un criterio de desarrollo energético limpio. Esto es lo que ya ocurre en diversos países.

Las celdas fotovoltaicas son la opción tecnológica con mayores perspectivas de cara al futuro para aprovechar la energía solar.

La energía fotovoltaica es limpia, inagotable, simple y silenciosa. Es la energía que mejor se adapta para integrarla en sitios urbanos. Su ubicación cercana a los sitios de consumo permite disminuir pérdidas de energía por transmisión. El desarrollo fotovoltaico genera empleos y ya es una industria sólida que está teniendo un crecimiento inmenso desde los años '90 en adelante en lugares como Estados Unidos, Europa y Japón.

A nivel mundial el desarrollo fotovoltaico ha sido muy importante en los últimos años. Algunos programas intensivos para introducir esta tecnología en países como Japón, Alemania, Estados Unidos, España han permitido un crecimiento que la coloca entre las fuentes energéticas que más han crecido durante la década de los '90, con un



crecimiento anual promedio del 20%²². La aplicación de fotovoltaica en edificios es el rubro que más crece en la actualidad.

Las oportunidades de usar energía solar son cada vez mejores y más económicas porque muchos países actualmente reconocen la prioridad de las energías renovables y ha puesto en marcha programas de apoyo y desarrollado en esta tecnología.

En Alemania el uso de la energía renovable está creciendo rápidamente en gran parte gracias a la legislación que tienen en esta materia. La ley llamada **“Renewable Energy Sources Act”**²³ se apoya básicamente en producir energía de fuentes renovables. La ley obliga a los operadores de la red a obtener energía de paneles fotovoltaicos y pagar una tarifa fija por ello.

Sin embargo, hay varias barreras que impiden un uso masivo de la energía fotovoltaica: por un lado sus precios continúan siendo altos. El mercado, o la demanda, sigue siendo pequeña y por lo tanto la escala de producción continúa siendo baja, esto hace que los precios sean altos. Estos precios altos mantienen el mercado restringido, un verdadero círculo vicioso.

Por otro lado los proveedores de paneles fotovoltaicos se encuentran con dificultad para obtener módulos. La razón fundamental para este desabastecimiento estriba en la limitada oferta de silicio de grado semiconductor, componente fundamental de los paneles fotovoltaicos. Aunque el silicio es un material muy abundante en la tierra, su depuración y cristalización está en manos de 6 empresas a nivel mundial²⁴. Actualmente la demanda de este componente se cifra en 13.000 toneladas anuales, con una previsión internacional de 150.000 toneladas en 2015. La industria fotovoltaica mundial ha crecido a un ritmo del 33% desde 1999, aunque en el último año el incremento ha llegado al 60% y ha hecho saltar las alarmas sobre el abastecimiento futuro de celdas fotovoltaicas.²⁵

Greenpeace sostiene la necesidad de romper ese círculo por medio de diversas iniciativas que deben asumir las empresas, los gobiernos y los consumidores. Elevando la escala de producción se puede generar una caída de precios en un 60 a 80%, esto haría a la energía fotovoltaica una opción competitiva en el corto plazo y ser rápidamente una opción para disminuir el uso de combustibles fósiles.

²² “Solar Generation IV - 2007”, Greenpeace / European Photovoltaic Industry Association, informe completo en: <http://www.greenpeace.org/international/solargen/about-solar-energy>

²³ Ley Alemana “Renewable Energy Sources Act”, texto completo en: http://www.bmu.de/english/renewable_energy/doc/6465.php

²⁴ Gabinete de prensa de Los Verdes, Madrid, 23 de mayo de 2007, “LOS VERDES REIVINDICAN UNA PLANTA DE SILICIO DE GRADO FOTOVOLTAICO EN MADRID” En: <http://www.portalsolar.com/energia-solar-articulo-planta-silicio-madrid.html>

²⁵ BP SOLAR – ISOFOTÓN “Situación de los fabricantes de paneles solares: demanda vs. capacidad de producción”, Madrid, Diciembre de 2007.



Energía Solar en Argentina

El desarrollo solar en Argentina ha sido muy bajo y ha estado básicamente dirigido a usos en sistemas aislados. Así y todo existen aún en la Argentina casi 2 millones de personas sin energía y alrededor de 1.000 escuelas rurales sin suministro eléctrico²⁶. Estas necesidades debieran ser prioritarias para ser cubiertas con energía solar.

A pesar de disponer de un recurso solar (irradiación) excelente en buena parte del país (Centro-Norte), es muy poco lo hecho hasta ahora para ampliar el uso de esta fuente de energía y no existe ningún tipo de aliento a la introducción de fotovoltaica en las ciudades.

Greenpeace ha venido trabajando en la promoción de las energías renovables en la Argentina desde hace varios años. Se ha logrado un desarrollo notable en el marco regulatorio en lo que concierne a la energía eólica. Sin embargo, ésta norma específica, así como las posteriores, cuyo objetivo fue la promoción de las fuentes renovables en general, deben actualizar los beneficios económicos otorgados ya que resulten insuficientes en la actualidad como medida de promoción.

Greenpeace Argentina propone una serie de iniciativas tendientes a favorecer el desarrollo solar en nuestro país, un esfuerzo que está dirigido a hacer que la tecnología fotovoltaica sea reconocida como una opción energética válida y significativa, destacar el enorme potencial que se dispone y procurar una serie de decisiones políticas que harán que esta tecnología sea más competitiva en el corto plazo.

La energía solar es una opción esencial que posibilitará un desarrollo energético más limpio, en base a actividades económicamente sólidas y ambientalmente limpias, este es otro paso fundamental para hacer realidad la [r]evolución energética necesaria para enfrentar el cambio climático y los impactos que generan las fuentes tradicionales de energía.

A partir de la factibilidad técnica y económica que existe para abandonar fuentes energéticas sucias y riesgosas, como la energía nuclear y los combustibles fósiles, Greenpeace destaca la necesidad de adoptar las decisiones políticas adecuadas que permitan que esa transformación suceda rápidamente para poder evitar el colapso del clima global, superar adecuadamente la situación de escasez que vive hoy la Argentina y convertir a la actividad energética en una actividad sustentable compatible con el medio ambiente.

²⁶ PERMER, Proyecto de Energías Renovables en Mercados Rurales, en: <http://energia.mecon.gov.ar/permer/permer.html>



La Energía del Sol

La energía solar es la fuente principal de vida en la Tierra: dirige los ciclos biofísicos, geofísicos y químicos que mantienen la vida en el planeta, los ciclos del oxígeno, del agua, del carbono y del clima. El Sol nos suministra alimentos mediante la fotosíntesis y como es la energía del sol la que induce el movimiento del viento y del agua y el crecimiento de las plantas, **la energía solar es el origen de la mayoría de fuentes de energía renovables, tanto de la energía eólica, la hidroeléctrica, la biomasa, y la de las olas y corrientes marinas, como de la energía solar propiamente dicha.**

La energía solar absorbida por la Tierra en un año es equivalente a 20 veces la energía almacenada en todas las reservas de combustibles fósiles en el mundo y diez mil veces superior al consumo actual.

La energía del sol se puede aprovechar pasivamente sin la utilización de ningún dispositivo o aparato específico, mediante la adecuada ubicación, diseño y orientación de los edificios, empleando correctamente las propiedades fisicoquímicas de los materiales y los elementos arquitectónicos de los mismos: aislamientos, tipo de revestimientos, protecciones, etc.

Mediante la aplicación de criterios de **arquitectura bioclimática** se puede reducir significativamente, e incluso eliminar, la necesidad de climatizar (calentar y enfriar) los edificios, así como la necesidad de iluminarlos durante el día. Estas prácticas arquitectónicas contrastan con la tendencia a instalar cada vez más aparatos de climatización (aire acondicionado) que consumen una gran cantidad de energía.

La energía del sol directa se puede aprovechar activamente (energía solar activa), captando energía térmica (calor) o generando electricidad.

El aprovechamiento térmico de la energía solar para calentar agua (incluso para calefacción) es posible gracias a los denominados **colectores solares** de agua. Estos colectores permiten calentar agua para el suministro de un hogar o edificio, utilizados en combinación con una fuente convencional, como el gas, permite ahorrar significativas cantidades de combustible. Esta aplicación es una de las aplicaciones solares más competitivas en la actualidad desde el punto de vista económico. Por este mismo sistema es posible obtener una parte (según las zonas geográficas) de la energía necesaria para calefacción, distribuyéndola por losa radiante.

También existen colectores solares de aire (para calefacción), cocina solares, plantas desalinizadoras solares, y otras aplicaciones térmicas.

Por otro lado se puede generar electricidad a partir de la energía solar térmica, mediante las llamadas centrales de torre o mediante colectores cilindro-parabólicos; en estas instalaciones se calienta un fluido, que transporta el calor y genera electricidad mediante una turbina y un alternador.



Para la generación de electricidad, las celdas fotovoltaicas son la opción tecnológica con mayores perspectivas de cara al futuro para aprovechar la energía solar.

¿Cómo se genera electricidad solar?

Es posible obtener energía eléctrica directamente de la luz del sol. Esto es posible por medio de **paneles fotovoltaicos**. Esta transformación se debe al denominado efecto fotoeléctrico, producto de la interacción entre la radiación solar y el material semiconductor de las celdas solares o fotovoltaicas.

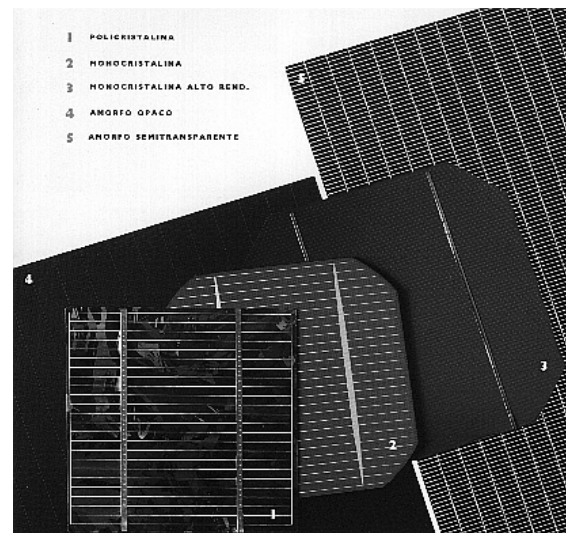
Este efecto genera cargas eléctricas en movimiento que son conducidas a través de terminales de metal lo que produce una corriente eléctrica continua. Esta corriente producida puede ser utilizada para cargar baterías o ser convertida a corriente alterna mediante un dispositivo denominado inversor. Las baterías sirven para acumular esa energía generada y utilizarla conectándolas a las cargas (iluminación, TV, heladera, etc.).

El elemento más importante del panel fotovoltaico es la **celda fotovoltaica** o **celda solar**. Un conjunto de estas celdas, conectadas en serie o paralelo, en una misma unidad o módulo solar, constituyen un panel fotovoltaico.

Una celda fotovoltaica consiste en una muy delgada capa de material semiconductor (generalmente silicio). Este es "dopado" con impurezas (otros elementos) en sus dos caras. Como resultados de esto una de sus caras adquiere una carga negativa (un exceso de electrones) y la otra adquiere una carga positiva (deficiencia de electrones).

Cuando los rayos del sol caen sobre el material los electrones son forzados a moverse desde una cara hacia la otra. Esto produce un voltaje eléctrico y por lo tanto una corriente continua en los terminales de la celda solar.

La celda fotovoltaicas, por lo general de color negro o azul oscuro, se asocian en grupos y se protegen de la intemperie formando módulos fotovoltaicos. Los módulos fotovoltaicos tienen el aspecto de un vidrio de entre 0,5 y 1 m² de superficie, del mismo color que las celdas; de hecho, a menudo los módulos se protegen con una lámina de vidrio.



El panel fotovoltaico permite convertir la luz solar directamente en energía eléctrica.

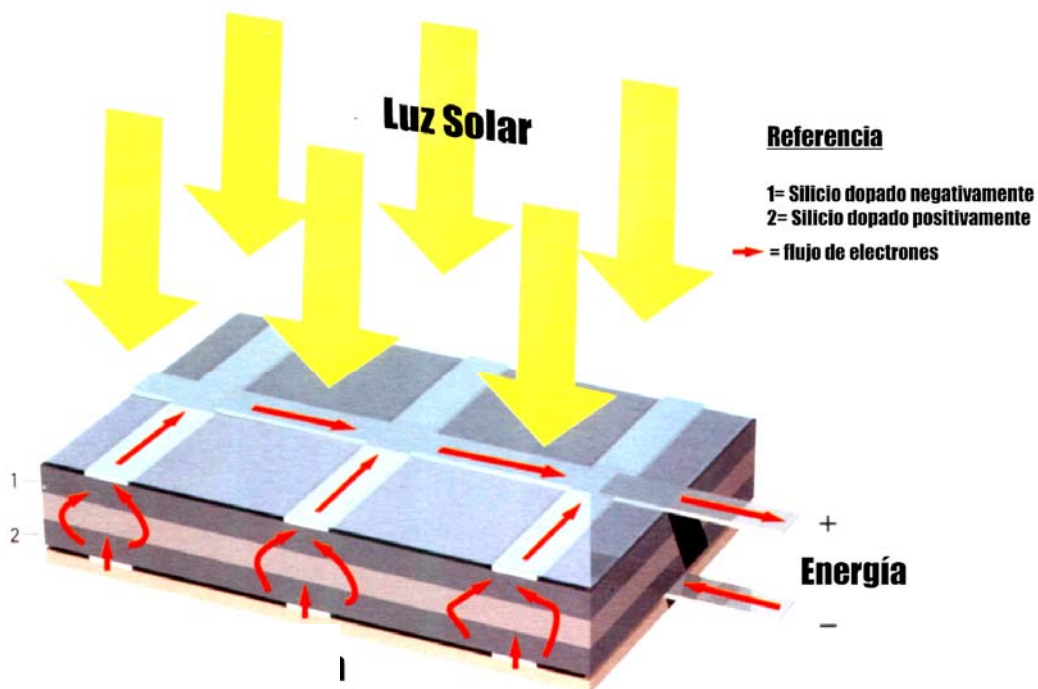
El material básico de las celdas solares es el silicio (Si), el cual es extraído de la sílice contenida en la arena.

Las celdas fotovoltaicas pueden dividirse en dos grandes grupos dependiendo de como han sido fabricadas:

a) Celdas de silicio cristalino: Estas son fabricadas como celdas monocristalinas o policristalinas y ofrecen una alta eficiencia (11% - 18%)²⁷. Las celdas de silicio cristalino son utilizadas en paneles de revestimientos, techos, etc., por lo general, en aplicaciones de alta demanda.

b) Celdas de silicio amorfo: estas celdas son relativamente baratas y son utilizadas por lo general en relojes, calculadoras. Su eficiencia oscila entre el 4 y el 8%. Por lo general utilizadas en aplicaciones de baja demanda energética

Funcionamiento de la Celda Fotovoltaica



En el mercado se encuentra una gran cantidad y variedad de tipos de módulos o paneles fotovoltaicos: grandes o pequeños, rígidos o flexibles (enrollables), en forma de placa, de teja o de ventana, con soporte incorporado o no, con soporte orientado mecánicamente o no (a través de sensores se orienta hacia donde se percibe la radiación solar), de distintas tonalidades (negro, azul, pardo, amarillento, etc.). Naturalmente, los precios de los mismos también son diversos.

Para su caracterización, los módulos se miden en unas condiciones determinadas: 1 kW/m² de iluminación solar y 25°C de temperatura de las celdas fotovoltaicas. La

²⁷ No toda la radiación solar incidente sobre la celda se convierte en electricidad. El rendimiento o eficiencia de la celda fotovoltaica es el cociente entre la energía eléctrica producida y la radiación solar incidente.



máxima potencia generada en estas condiciones por cada módulo fotovoltaico se mide en W_p (vatios pico).

Varios módulos fotovoltaicos, junto con los cables eléctricos que los unen y con los elementos de soporte y fijación propios de la instalación, constituyen lo que se conoce como un **generador fotovoltaico**.

La electricidad producida por un generador fotovoltaico es en corriente continua y sus características instantáneas (intensidad y tensión) varían con la *irradiancia* (intensidad energética) de la radiación solar que ilumina las celdas y con la temperatura ambiente. Mediante un inversor, un equipo electrónico que permite convertir la corriente continua en corriente alterna, la electricidad generada con fuente solar o energía solar se puede transformar en corriente alterna, con las mismas características que la electricidad de la red convencional.

El panel solar está construido como si fuera un sandwich: una cubierta posterior, 30-40 celdas solares conectadas y una cubierta frontal transparente, generalmente de vidrio.

Aplicaciones

La naturaleza modular de los generadores fotovoltaicos favorece su utilización en sistemas de suministro de energía para un rango sumamente amplio de aplicaciones. El espectro de potencia suministrada en sus aplicaciones se extiende desde unos mW (milivatios) para relojes o calculadoras, potencias del orden del kW (kilovatio) para electrificación rural o de residencias en lugares remotos, bombeo de agua, etc., a grandes estaciones generadoras con potencia del orden de los MW (megavatio). Aunque el uso de la tecnología fotovoltaica es aún un método relativamente caro para producir electricidad, hay numerosas aplicaciones que ya son económicamente viables.



Básicamente se distinguen dos tipos de aplicaciones de la energía solar fotovoltaica: los “**sistemas aislados**” y los “**sistemas conectados a la red**”.

Componentes de los Sistemas Fotovoltaicos (FV) aislados

Los Sistemas FV aislados (sin Conexión a Red) requieren de baterías, generalmente de tipo plomo-ácido, para almacenar la energía para uso posterior. En la actualidad existen nuevas baterías de alta calidad diseñadas especialmente para las aplicaciones solares, con tiempos de vida útil de más de 15 años. No obstante, el tiempo de vida de una batería depende en gran medida de la forma de utilización y del comportamiento del usuario. La batería está conectada al Sistema FV mediante



un controlador de carga. El controlador de carga protege la batería contra las sobrecargas o descargas, y también puede proporcionar información sobre el estado del sistema o permitir la medición de la carga y la electricidad utilizada. Si se necesita una salida de Corriente Alterna (CA), será preciso instalar un inversor que convierta la alimentación de Corriente Continua (CC) del sistema.

Las aplicaciones típicas de los sistemas no conectados a la Red son los repetidores de telefonía móvil, los sistemas de electrificación de zonas distantes, o la Electrificación Rural en países en vías de desarrollo.

En la Electrificación Rural se incluyen tanto pequeños Sistemas Solares Domésticos capaces de cubrir las necesidades básicas de electricidad de una vivienda, como pequeñas redes de mayor extensión que proporcionan energía a varias viviendas.

Conectado a la Red

Es el tipo más común de Sistema Solar FV para viviendas y edificios en el mundo desarrollado. La conexión a la red eléctrica local permite vender el excedente de energía producido a la compañía suministradora. Se utiliza un inversor para convertir la CC generada por el sistema en CA para el funcionamiento de los equipos eléctricos normales y colocando la señal generada en fase con la señal proveniente de la red.



En países con sistema de premios, el pago por la electricidad generada es considerablemente mayor que la tarifa normal pagada por el cliente a la compañía suministradora. Éste es el caso de países como Alemania o España.

Sistema Híbrido

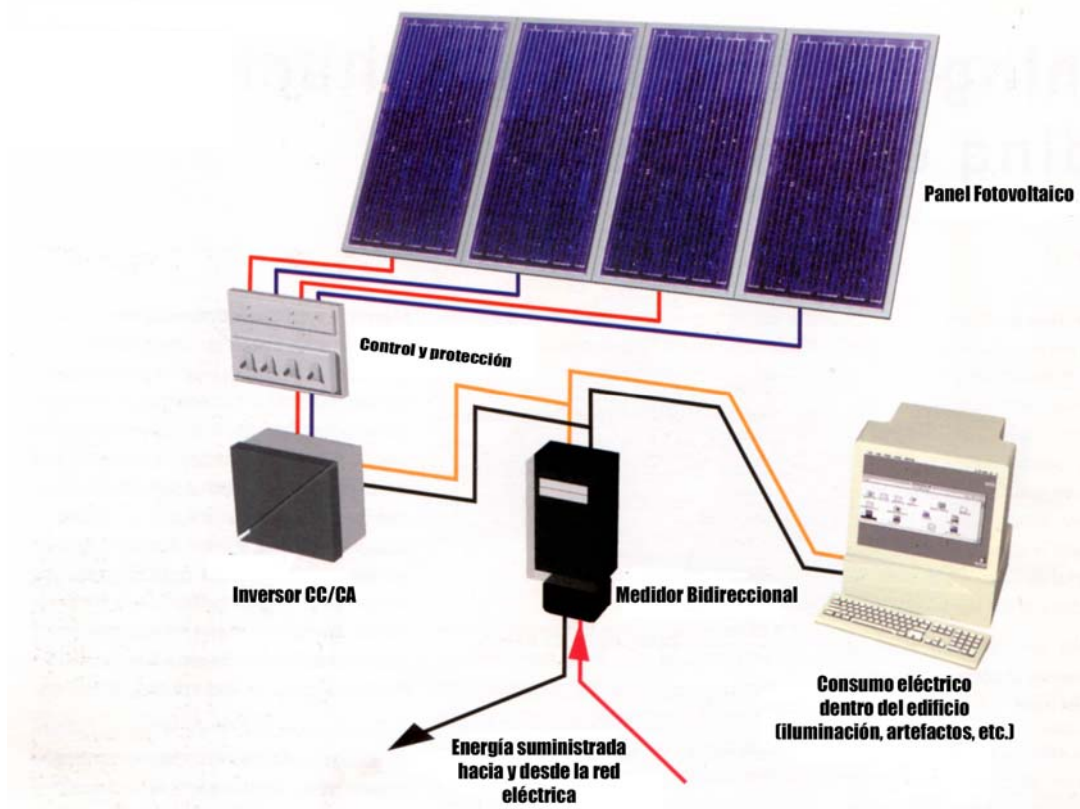
Un Sistema Solar se puede combinar con otras fuentes de energía –un generador de biomasa, un aerogenerador o un grupo electrógeno diesel– para garantizar un suministro de electricidad permanente. Los sistemas híbridos pueden ser conectados a la Red, independientes o con apoyo de la Red.

El sol en las ciudades

La energía fotovoltaica es ya económicamente competitiva en múltiples aplicaciones en sitios donde el suministro eléctrico (red pública) no llega. Así muchos hogares, escuelas, hospitales, puestos de servicios públicos, etc. cuentan con electricidad gracias a la energía solar. A pesar de que estas aplicaciones poseen una amplia experiencia, se estima que a nivel global existen unas 2.000 millones de personas en áreas rurales que carecen de suministro eléctrico alguno. La energía solar es una de las tecnologías que están disponibles para llegar a esa enorme porción de la población mundial en la medida que existan programas gubernamentales intensivos para realizarlo.

Pero la energía solar no se restringe únicamente al uso en sitios apartados. La energía fotovoltaica puede ser utilizada en las ciudades convirtiendo directamente su energía a corriente alterna para el consumo de los usuarios y volcando los excedentes producidos a la red pública. **De ese modo el propietario tendría un medidor bidireccional que contará su consumo y descontará lo aportado por sus paneles a la red general.** Esto ya ocurre en muchos países. La energía solar tiene un futuro inmenso y podría ser masivamente introducida en las ciudades. **Muchos techos y espacios urbanos actuarían como auténticos generadores produciendo una gran cantidad de energía de forma distribuida.**

Sistema Fotovoltaico conectado a la Red





La integración de los paneles fotovoltaicos a las diferentes superficies que existen en el espacio urbano (techos, fachadas, aleros, etc.) requiere de una comprensión por parte de los diseñadores y arquitectos de los principios que rigen la utilización de la energía del sol, tales como la orientación de los paneles.

La orientación de los módulos afectará la cantidad de luz que ellos reciben y por consiguiente la energía generada. Puesto que la posición del sol varía durante el día y también durante las diferentes estaciones, no es posible encontrar una orientación que produzca el rendimiento máximo en todo momento del año aunque el posicionamiento puede optimizarse para ciertas condiciones particulares. En general, superficies orientadas entre el noreste y el noroeste (en el hemisferio sur) ofrecen las situaciones óptimas para los sistemas fotovoltaicos.

La arquitectura solar permite combinar un desarrollo urbanístico moderno con un criterio de desarrollo energético limpio

La inclinación (ángulo de inclinación respecto a la horizontal) del sistema fotovoltaico determina si este funcionará mejor en el invierno o el verano. Las fachadas verticales favorecen la producción de energía en el invierno y los techos horizontales en el verano.

Los módulos fotovoltaicos se producen en una amplia variedad de formas, tamaños y colores para satisfacer los requerimientos de diseño del edificio. Los módulos más eficientes energéticamente son aquellos que reflejan muy poco la luz solar, es decir aquellos que tienen una apariencia de tono azul oscuro o marrón rojizo (dependiendo de la tecnología empleada).

Los colores de fondo de los módulos también pueden elegirse para combinar con el color de la celda fotovoltaica. Alternativamente, un panel vidriado transparente se puede colocar como soporte posterior creando una unidad semi-transparente que permiten transmitir luz solar a través de la estructura fotovoltaica para ser usada en atrios, claraboyas y superficies vidriadas en general.

Hay una variedad de maneras en las que pueden integrarse módulos fotovoltaicos en el diseño arquitectónico, desde la simple incorporación de los paneles en estructuras especiales en techos y terrazas hasta la completa integración de los mismos en fachadas y en reemplazado de otros revestimientos convencionales. **La arquitectura solar permite combinar un desarrollo urbanístico moderno con un criterio de desarrollo energético limpio.**

Los sistemas fotovoltaicos integrados a edificios deben ser capaces de proporcionar la protección que sería brindada por revestimientos o cubiertas convencionales, y por otro lado, deben estar diseñados de manera tal que la electricidad generada pueda ser conectada a la instalación eléctrica del edificio. Diversos proyectos en Europa han mostrado la incorporación de celdas solares en tejas para el techo, de módulos fotovoltaicos como revestimiento exterior de fachadas, como cortina vidriada, como atrio vidriado, tragaluces, etc.



Los sistemas fotovoltaicos integrados a edificios deben obedecer las normativas correspondientes a los aspectos estructurales y eléctricos del país en el que el sistema se instala. **La conexión del sistema fotovoltaico a los circuitos de electricidad convencional requiere estar en concordancia con las reglamentaciones de las compañías distribuidoras de electricidad.** En todos los otros aspectos, los módulos fotovoltaicos no se diferencian de un elemento más de los usados para la construcción del edificio, debiendo cumplir con las normativas correspondientes.

Tradicionalmente, las consideraciones económicas de los sistemas fotovoltaicos analizan sólo el costo de la electricidad producida por el sistema. **Como en todo generador de energía renovable, el rendimiento depende del lugar donde el sistema es instalado y el costo principal es el capital inicial que se necesita para su compra e instalación.** Los costos del mantenimiento y funcionamiento son relativamente bajos. En el caso de un sistema fotovoltaico integrado a edificios, habría también que considerar el costo diferencial con respecto de los materiales o revestimientos que se habrían usado en una **construcción convencional.** El costo de la unidad de electricidad fotovoltaica depende, por consiguiente en los detalles y diseño del sistema y del edificio.



La integración fotovoltaica en edificios requiere entonces de una valoración económica doble, como material de revestimiento y como fuente de energía. Esto hace que la ecuación económica de la energía fotovoltaica integrada en edificios se aproxime un poco más a una situación de competitividad en relación a los costos comerciales de la energía. Esto justifica el creciente interés en este tipo de instalaciones y su crecimiento a nivel mundial en los últimos años.

La utilización de la energía solar en los centros urbanos es una de las grandes opciones energéticas que disponemos para construir un futuro energético limpio.

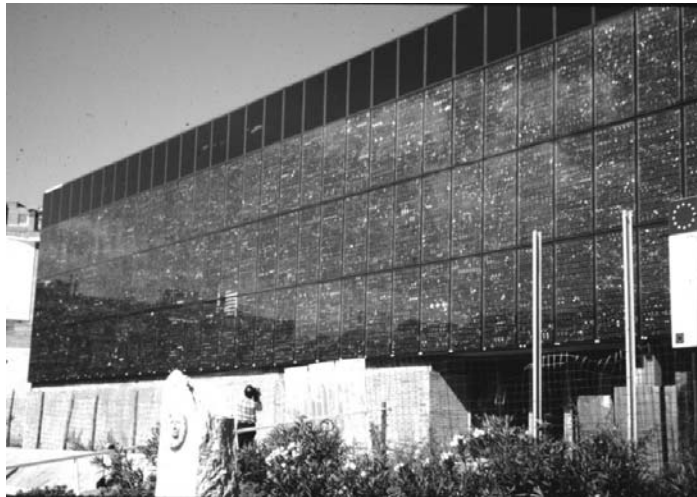
Ventajas de la energía fotovoltaica

La energía proveniente del sol es limpia, renovable y tan abundante que la cantidad que recibe la tierra en 30 minutos es equivalente a toda la energía eléctrica consumida por la humanidad en un año.

Una instalación fotovoltaica se caracteriza por su simplicidad, silencio, larga duración, poco mantenimiento, una elevada fiabilidad, y no producir daños al medio ambiente. A diferencia de los combustibles fósiles y la energía nuclear, la energía fotovoltaica no contamina. No obstante, ninguna fuente de energía es absolutamente inocua. En el caso de la fotovoltaica, aunque su uso no origina ningún impacto, la fabricación de las celdas requiere de un elevado consumo energético y el uso de elementos tóxicos, por lo que los fabricantes deben reducir el consumo de estos compuestos, reciclarlos y evitar el vertido de sus residuos.

Por otro lado, la tecnología fotovoltaica tiene el valor añadido de generar puestos de trabajo y emplear recursos locales, disminuyendo la dependencia energética externa y de utilizar una fuente de energía inagotable: el sol.

Una instalación solar fotovoltaica puede situarse en cualquier lugar y en instalaciones de diferente tamaño. Se trata de una tecnología renovable de generación de electricidad fácilmente instalable y cuya producción puede distribuirse directamente en los puntos de consumo de nuestros pueblos y ciudades, donde se consume la mayoría de la electricidad del país. De esta forma, cualquier edificio puede convertirse en una pequeña central generadora de electricidad.



Con muchos techos y fachadas solares podemos tener un sistema de generación descentralizado como complemento a la actual generación "centralizada", minimizando las pérdidas de energía por transmisión.

La generación descentralizada de energía tiene además otros efectos beneficiosos. El más importante es el que acerca al ciudadano al uso racional de la energía, despertando hábitos de consumo más respetuosos con el medio ambiente. El usuario de energía solar se convierte en productor/consumidor de su propia energía, lo que ayuda a tomar conciencia energética.

La característica más importante de los Sistemas Solares FV es que no producen emisiones de dióxido de carbono –el gas principal responsable del cambio climático mundial– durante el funcionamiento. A pesar de que se producen emisiones



indirectas de CO₂ en otras etapas del ciclo de vida, éstas son significativamente más pequeñas que las emisiones que se evitan.

La Energía Solar FV no conlleva ningún otro tipo de emisiones contaminantes ni ningún tipo de amenazas a la seguridad medioambiental asociadas a las tecnologías convencionales. No hay contaminación en forma de humos de escape o ruidos. El desmantelamiento de los sistemas no es problemático.

Aunque no hay emisiones de CO₂ durante el funcionamiento, sí se genera una pequeña cantidad durante la fase de producción. La Energía FV sólo emite de 21 a 65 gramos de CO₂ por kWh, aunque esto depende de la tecnología empleada. En cambio, el promedio de emisiones de las centrales térmicas en Europa es de 900 g de CO₂ por kWh. Sustituyendo las centrales térmicas por Energía FV se consigue una reducción de 835 g a 879 g por kWh. La ventaja que se obtenga de la reducción del dióxido de carbono en la combinación energética de un país dependerá de qué otro método de generación o uso de energía sustituye la Energía Solar. Si se sustituyen generadores diésel por sistemas no conectados a la Red, se conseguirá una reducción de la emisión de CO₂ aproximada de 1 Kg por kilovatio hora.²⁸

Comparación del impacto ambiental de las diferentes formas de producir electricidad

Emisiones de contaminantes en la producción de electricidad: todo el ciclo de combustible.
Gas Natural: Ciclo Combinado. Toneladas por GWh

Fuente de Energía	CO ₂	NO ₂	SO ₂	Partículas sólidas en suspensión	CO	Hidrocarburos	Residuos Nucleares	Total
Carbón	1.058,2	2,986	2,971	1,626	0,267	0,102	-	1.066,1
Gas Natural	824,0	0,251	0,336	1,176	TR	TR	-	825,8
Nuclear	8,6	0,034	0,029	0,003	0,018	0,001	3,641	12,3
Fotovoltaica	5,9	0,008	0,023	0,017	0,003	0,002	-	5,9
Biomasa	0	0,614	0,154	0,512	11,361	0,768	-	13,4
Geotérmica	56,8	TR	TR	TR	TR	TR	-	56,8
Eólica	7,4	TR	TR	TR	TR	TR	-	7,4
Solar Térmica	3,6	TR	TR	TR	TR	TR	-	3,6
Hidráulica	6,6	TR	TR	TR	TR	TR	-	6,6

Fuente: US Department of Energy, Council for Renewable Energy Education y elaboración propia (Worldwatch Institute). TR: trazas. Las emisiones de la biomasa presuponen la regeneración anual de la cantidad consumida, lo que rara vez sucede. La hidráulica y la biomasa tienen graves consecuencias para la diversidad biológica, y los residuos radiactivos plantean problemas de seguridad durante más de 200.000 años. Otros impactos son la minería a cielo abierto en el caso del carbón, los vertidos de petróleo y la seguridad de las centrales nucleares. ("Eólica, una energía de futuro", José Santamarta, Revista del WorldWatch, Verano 1997, Nro.4.)

Uno de los aspectos sobresalientes del desarrollo fotovoltaico es que genera una actividad económica que crea empleos en una diversidad de ramas: ingeniería, fabricación, instalaciones, etc.

Según la información proporcionada por la industria, la energía Solar Fotovoltaica se prevé la creación de 10 puestos de trabajo por MW durante la producción, y unos 33 puestos de trabajo por MW durante el proceso de instalación. La venta al por

²⁸ "Solar Generation IV- 2007" Op.Cit.



mayor de los sistemas y el suministro indirecto (por ejemplo, en el proceso de producción) crearán cada uno de 3 a 4 puestos de trabajo por MW. La investigación añade de 1 a 2 puestos de trabajo más por MW.

En el año 2006, sólo la Industria FV alemana dio trabajo a 35.000 personas. Este impacto en el mercado de trabajo nacional sería impresionante para cualquier fuente de energía; de hecho, en Alemania hay actualmente más puestos de trabajo en el sector de la Energía FV que en la industria nuclear.

Energía solar fotovoltaica: ventajas

- Es una tecnología madura y aceptada internacionalmente.
- Es altamente confiable. El sol es una fuente limpia, inagotable y de acceso libre.
- Posee bajos costos de operación y de mantenimiento
- Es la mejor opción en fuentes de energía renovable para introducir en el ámbito urbano.
- No posee partes móviles
- Permite un diseño modular.
- Es aplicable en los más diversos sitios y para muy diferentes usos.
- Fácil de producir a escala masiva y de instalar.
- Es una tecnología que permite generar empleos y un desarrollo industrial sustentable.
- Es el modo más accesible de proveer de energía a los 2.000 millones de personas sin electricidad en el mundo.



El Mercado de la Energía Solar en el Mundo

La Energía Solar está en auge. A finales de 2006, la capacidad acumulativa instalada de los Sistemas Solares Fotovoltaicos de todo el mundo superó la increíble cifra de 6.500 MWp. Este valor contrasta con los 1.400 MWp existentes a finales del año 2000. Las instalaciones de celdas y módulos FV en todo el mundo han aumentado en una tasa media anual superior al 35% desde 1998.

El valor del Mercado Solar FV alcanzó los 9.000 millones de euros anuales en el año 2006. La competencia entre los principales fabricantes se ha intensificado cada vez más con la aparición de nuevos actores en el mercado al revelarse el potencial de la Energía FV.

Si bien el crecimiento en los últimos años se ha producido principalmente en el sector conectado a la Red, el lado de la demanda del mercado FV internacional se puede dividir claramente en cuatro sectores. En este informe se consideran estas categorías del mercado.

Sectores del mercado en el lado de la demanda

1. Bienes y servicios de consumo

Aplicaciones

Las celdas o los módulos solares se emplean en una amplia gama de productos de consumo y en pequeños aparatos eléctricos, incluidos relojes de pulsera, calculadoras y juguetes, así como para proporcionar alimentación a determinadas instalaciones como rociadores de extinción de incendios, señales de carretera, sistemas de iluminación y cabinas telefónicas.

Un uso típico de las nuevas aplicaciones de la Energía FV es el control del aire acondicionado en los coches. Un pequeño sistema integrado en el techo mantiene la temperatura del interior a un nivel constante, accionando un ventilador cuando el coche está estacionado, principalmente en verano. Con ello se consiguen unas temperaturas máximas más bajas en el interior del coche, lo que hace que el sistema de aire acondicionado resulte mucho más barato al requerir mucha menos energía. Los fabricantes pueden también ahorrar así el gasto en costosos materiales resistentes al calor en el interior del vehículo.

Desarrollo del mercado

En el año 2006, este sector ocupaba aproximadamente el 2% de la producción anual en el mundo. Al aumentar la demanda de suministro de electricidad móvil se espera que el mercado de bienes de consumo continuará creciendo en términos absolutos (aunque su cuota relativa se reducirá), en particular con la introducción de tecnologías de electricidad de bajo coste innovadoras como las celdas solares orgánicas.



2. Sistemas conectados a la Red

Aplicaciones

Las aplicaciones FV con conexión permanente a la Red eléctrica se clasifican como aplicaciones conectadas a la Red. Los dispositivos FV se pueden instalar sobre los tejados, o integrados en los tejados y fachadas de las casas, oficinas y edificios públicos. Las casas particulares constituyen una importante área en expansión para los sistemas de tejado, así como para los Sistemas FV integrados en edificios (BIPV por sus siglas en inglés). Un Sistema de Electricidad Solar de 3 kWp instalado en el Sur de Alemania genera aproximadamente 3.000 kWh al año, lo que es suficiente para cubrir el 100% de las necesidades anuales de electricidad de un hogar concienciado del uso racional de la energía.

La Energía FV está siendo utilizada cada vez más por los arquitectos como característica de diseño, en sustitución de otros elementos de la envolvente de los edificios. Las tejas o placas solares pueden reemplazar a los materiales convencionales; los módulos de thin film se pueden incluso integrar en tejados abovedados, a la vez que los módulos semitransparentes proporcionan una interesante mezcla de sombra y luz natural. La Energía FV se puede usar también para proporcionar potencia pico al edificio en los días calurosos de verano, cuando los sistemas de aire acondicionado requieren más energía, contribuyendo así a reducir al máximo la carga de electricidad.

Si se considera el Sistema de Electricidad Solar como parte integrante de un edificio, el dinero empleado en materiales decorativos para las fachadas, como el mármol, podría invertirse en módulos solares. La Energía Solar duplica así su función, sirviendo como productor de energía y como material de construcción. En las empresas destacadas puede constituir la cara pública de su compromiso medioambiental.

La generación distribuida mediante fachadas o tejados solares puede proporcionar también beneficios a las instalaciones de energía, evitando el cambio de red o reforzando y reduciendo potencialmente la demanda máxima de electricidad convencional, especialmente en países con gran carga de refrigeración. En particular, la Energía FV puede suavizar la demanda de pico causada por el uso de sistemas de aire acondicionado. En muchas zonas del mundo, el uso intensivo de aire acondicionado durante los meses de verano provoca repetidamente cortes de electricidad generales y locales. Como el suministro de los Sistemas FV satisface perfectamente la demanda de los sistemas de aire acondicionado, en los días de luz solar intensa puede ayudar a disminuir el número de cortes o reducciones de electricidad.

Los Sistemas FV a gran escala (>1MWp) conectados a la Red representan aproximadamente el 10% del mercado FV europeo. Estos sistemas son particularmente adecuados en áreas en las que no hay competencia con otros usos del terreno. Estas plantas de grandes dimensiones están dedicadas exclusivamente



a la producción de energía y, por lo tanto, se limitan a suministrar electricidad a la Red sin autoconsumo. Las regiones desérticas con gran radiación solar ofrecen buenas oportunidades para las plantas de grandes dimensiones a largo plazo, en especial por el descenso continuo del precio de los módulos, por ejemplo en el Sudoeste de Estados Unidos, Africa y Mongolia. En Alemania, los sistemas a gran escala basados en el terreno de clase megawatio se han transformado en un nuevo mercado en los últimos años. Esto brinda una nueva fuente de ingresos a los agricultores, que pueden alquilar sus tierras a los inversores, con la ventaja de garantizarse unos ingresos durante al menos 20 años.

Desarrollo del mercado

Este segmento del mercado es el motor actual del auge de la Energía FV, con la mayor parte del desarrollo localizado en los países de la OCDE. Cada vez hay más gobiernos nacionales que contemplan la Energía FV como una tecnología importante para el futuro y que han establecido ya programas de apoyo o están en vías de hacerlo. Mientras que en 1994 sólo estaba conectado a la Red un 20% de la nueva capacidad FV, este valor ha aumentado hasta aproximadamente el 85% en 2006.

Un número creciente de países ha seguido los exitosos ejemplos de Alemania, Japón y EE. UU., que han establecido programas de apoyo a los Sistemas FV conectados a la Red. Estos programas seguirán impulsando el crecimiento del mercado durante los próximos años, hasta que la energía FV pueda competir en precios con la electricidad doméstica.

Otra importante ventaja del mercado conectado a la Red es el control que permiten los Sistemas FV al consumidor sobre su propio suministro. No se trata sólo de generar electricidad en el punto de demanda, evitando pérdidas de electricidad en la Red, sino que el consumidor se transforma efectivamente en el operador de su propia central eléctrica. Con la liberalización permanente de los mercados energéticos internacionales, esto puede tener unas implicaciones de mercado cada vez más importantes. El efecto completo será visible tan pronto como los precios de la Energía FV se acerquen a la paridad con los de la electricidad doméstica.

3. Electrificación aislada

Aplicaciones

La Tecnología FV proporciona una energía vital a comunidades de países en vías de desarrollo que no tienen acceso a la Red eléctrica. Cerca de 1.700 millones de personas en todo el mundo viven en la actualidad sin servicios de energía básicos. El 80% de ellas vive en áreas rurales. Este gran mercado es una excelente oportunidad tanto para la Industria FV como para la población local.

Los Sistemas FV pueden suministrar electricidad tanto para consumo privado como para usos industriales. Los sistemas de energía domésticos proporcionan iluminación y comunicaciones de alta calidad (radio/TV/ Internet), mientras que la energía utilizada para refrigeración, bombeo de agua o herramientas eléctricas



puede ser un motor decisivo para el desarrollo de la economía local. La Tecnología FV tiene el potencial de suministrar mucho más que simplemente electricidad para iluminación o mejora de la sanidad. Suministrando energía a los ordenadores, por ejemplo, puede hacer que la gente tenga acceso a una mejor educación o información a través de Internet. También hay una gran necesidad de purificar el agua potable en el mundo en vías de desarrollo. La Organización Mundial de la Salud calcula que cada día mueren 10.000 niños por enfermedades transmitidas por el agua. Los sistemas y bombas de purificación de agua alimentados por Energía Solar se transportan con facilidad, son fáciles de mantener y utilizar y, como parte de las iniciativas sanitarias rurales, pueden ser una importante herramienta en la lucha contra las enfermedades.

Desarrollo del mercado

Aparte de sus claras ventajas sociales, la justificación económica del uso de la Energía FV es evitar los costes de combustible, generalmente gasóleo, a un precio elevado, o la comparación con el coste de ampliación de la Red. En las comunidades en el nivel de subsistencia, el principal escollo es con frecuencia el coste de inversión del sistema. A pesar de que se han iniciado numerosos programas de desarrollo rural en países en vías de desarrollo, apoyados por programas de asistencia bilaterales y multilaterales, el impacto ha sido hasta ahora relativamente pequeño. Sin embargo, se espera que este segmento adquiera una parte sustancial de la cuota del mercado FV mundial en las próximas décadas. En 2006, aproximadamente el 7% de las Instalaciones FV del mundo estaban dedicadas a la Electrificación Rural.

4. Industrial sin Conexión a Red

Aplicaciones

Los usos industriales más comunes de la Energía Solar sin Conexión a Red se dan en el campo de las Telecomunicaciones, en especial para enlazar zonas rurales aisladas con el resto del país. En la India, por ejemplo, más de un tercio de la capacidad FV está dedicado al sector de las Telecomunicaciones. Hay un gran potencial para los equipos repetidores de teléfonos móviles alimentados por Energía FV, o mediante Sistemas Híbridos FV/diésel.

Las plantas de desalinización son otra importante aplicación de los Sistemas FV sin Conexión a Red. Entre otras se incluyen también las señales de tráfico, las ayudas a la navegación marítima, los teléfonos de seguridad, los monitores meteorológicos o de contaminación, la iluminación a distancia, las señales de autopistas y las plantas de tratamiento de aguas residuales.

Desarrollo del mercado

Además de evitar costes de combustible, sustituyendo total o parcialmente a los motores diésel, por ejemplo, los Sistemas FV industriales ofrecen gran fiabilidad y mínimo mantenimiento. Esto puede reducir drásticamente los costes de explotación y mantenimiento, en particular en lugares distantes o inaccesibles.



Se espera que la demanda de Sistemas FV industriales sin Conexión a Red siga aumentando durante la próxima década y más adelante, en especial como respuesta al crecimiento sostenido de la industria de las Telecomunicaciones. Los mástiles y equipos repetidores de telefonía móvil ofrecen un potencial muy grande, sobre todo en países con densidades de población muy bajas. La prestación de servicios de comunicación en zonas rurales de países en vías de desarrollo como parte de los paquetes de desarrollo social y económico será también una importante oportunidad para el mercado futuro de la Energía Fotovoltaica. En el año 2006, alrededor del 7% de las Instalaciones FV del mundo se emplearon en aplicaciones FV industriales sin Conexión a Red.

Mercado en el lado del suministro

Fabricación

Silicio de grado solar

El silicio es el material básico necesario para la producción de celdas solares basadas en la tecnología cristalina —el 93% del mercado mundial—. Por ello, la disponibilidad de silicio suficiente a unos precios razonables es una condición previa esencial para conseguir una Industria FV dinámica.

Hasta hace poco, la industria del silicio producía silicio de grado electrónico exclusivamente para el sector de los semiconductores, principalmente para uso en ordenadores. Sólo una pequeña parte se suministraba a la Industria FV, que representaba para los proveedores un buen modo de estabilizar las fluctuaciones de la demanda de la industria de los semiconductores. Sin embargo, con el crecimiento dinámico de la Industria FV en los últimos años, la situación ha cambiado. En 2006, aproximadamente la mitad de la producción mundial de silicio de grado electrónico se usó para fabricar celdas solares.

Esta demanda creciente ha provocado un cambio de orientación de la industria del silicio. El silicio para celdas solares puede ser de calidad inferior al que se requiere para los semiconductores y, por lo tanto, su fabricación puede ser más barata. Por ello, algunas compañías han empezado a desarrollar procesos para fabricar silicio de grado solar. No obstante, el desarrollo de estas líneas de fabricación y la construcción de las primeras fábricas tardarán aún algún tiempo. Por lo tanto, hasta que estén operativas todas las nuevas instalaciones de producción planificadas, la Industria FV seguirá compitiendo con la industria de los semiconductores en el suministro limitado disponible actualmente en el mercado.

Se espera que hacia 2008 la disponibilidad de silicio de grado solar para la Industria FV genere una situación mucho más relajada en el mercado del silicio. Entre 2007 y 2010 se prevé una inversión de más de 4.000 millones de euros en la ampliación de las capacidades de producción de silicio.



Producción de celdas y módulos solares

En 2007, se espera que el nivel de inversión en nuevas plantas de fabricación de celdas y módulos solares supere los 1.200 millones de euros, sin incluir las capacidades de fabricación de obleas y silicio. Esta cifra pone de manifiesto el ritmo al que se está expandiendo la Industria FV para satisfacer la demanda mundial.

Hasta ahora, la fabricación de celdas y módulos solares ha estado concentrada en tres zonas geográficas: Europa, Japón y Estados Unidos. No obstante, el país con mayor crecimiento en instalaciones de producción es China. Aunque hasta hace pocos años el mercado había estado dominado por BP Solar, una subsidiaria de la empresa petrolera multinacional, esta situación ha cambiado radicalmente con la entrada de nuevos actores japoneses y europeos. Más recientemente, la primera compañía en producción de celdas ha sido la empresa japonesa Sharp. Sin embargo, en 2007 Sharp ha seguido perdiendo cuota de mercado en relación con sus competidores, principalmente con las empresas con base en Alemania Q-Cells y Solarworld y la china Suntech. Todas ellas juntas han reducido la posición dominante de Sharp del 23,6% en 2005 al 17,1% en 2006. Las 10 principales compañías manejan algo más del 75% de toda la producción de celdas; casi todas ellas realizan en la actualidad fuertes inversiones en nuevas instalaciones de fabricación.

Una cuestión importante para los fabricantes es ser capaces de adaptar la apertura de la nueva capacidad de producción a la demanda prevista. Los inversores requieren un horizonte de planificación que vaya más allá del típico período de cinco a siete años de amortización de la fábrica. Con todo, algunas empresas más pequeñas han sido capaces de obtener inversiones de propiedad pública, a menudo a través de alguno de los fondos de inversión verdes que proliferan actualmente. Este es el motivo por el que la relativa estabilidad de determinados modelos, como el sistema de primas alemán, ha demostrado ser decisiva para el compromiso comercial. Anticipándose al florecimiento del mercado, Alemania ha experimentado un incremento constante en la fabricación de celdas y módulos solares desde 1995 en adelante. Fomentada aún más por la Ley de Energía Renovable, actualizada en 2004, la producción anual de celdas FV aumentó de 32 MWp en 2001 a cerca de 500 MWp en 2006.

Cuanto más se escala en la cadena de valor de la Energía FV, menos compañías hay involucradas. En el extremo superior de la cadena, la producción de silicio exige un conocimiento técnico y una inversión considerables, como en el caso de la producción de obleas. En cambio, en el nivel de los fabricantes de celdas y módulos, donde las necesidades de técnica e inversión son menores, hay muchos más actores en el mercado. En el año 2006 se unieron al mercado al menos 42 fabricantes de obleas, celdas o módulos, aumentando el número total de compañías participantes hasta un mínimo de 150. Esta cifra sólo tiene en cuenta las empresas con capacidades superiores a 10 MWp. Al final de la cadena de valor, los instaladores suelen ser empresas pequeñas, de ámbito local.

La Energía Solar en la Argentina

Hasta ahora la utilización de la energía solar fotovoltaica ha estado destinada básicamente a áreas aisladas. Estos sistemas aislados han sido usados en telecomunicaciones, viviendas sin suministro eléctrico, bombeo de agua, protección catódica, señalizaciones, etc. Junto a los generadores eólicos para cargar baterías, los paneles fotovoltaicos son la mejor opción para esas aplicaciones, tanto desde el punto de vista técnico como económico.



La electrificación rural ha sido durante los últimos 5 años el sector que ha hecho que las ventas de fotovoltaicos en Argentina tengan una relativa movilidad. Los programas de electrificación rural se han visto impulsado por ayudas y financiamientos otorgados por el Banco Mundial y el Fondo Mundial para el Medio Ambiente (GEF). A pesar de la movilidad que ha tenido

este sector, aún subsiste un enorme mercado rural no atendido.

Según datos de la Secretaría de Energía de la Nación aproximadamente el **4,2% de la población argentina aún no posee suministro eléctrico, esto representa alrededor de 1.700.000 personas o unos 300.000 hogares sin electricidad. Entre los servicios públicos que no cuentan con electricidad, se calcula que son alrededor de 1.000 las escuelas rurales que no poseen energía eléctrica.**²⁹

Actualmente, la Secretaría de Energía se encuentra trabajando en una segunda etapa de su Proyecto de Energías Renovables en Mercados Rurales (PERMER II).

Este proyecto se concentra en el abastecimiento de la población rural dispersa con electricidad a partir de fuentes renovables. Se creó en el año 2004 con el objetivo de asegurar el abastecimiento de electricidad a 1.8 millones de personas que viven en 314 mil hogares, y 6000 servicios públicos de todo tipo (escuelas, salas de emergencia médica, destacamentos policiales, etc.) fuera del alcance de los centros de distribución de energía.

En una primera etapa, el PERMER proveería electricidad a unos 87 mil usuarios, y 2000 instituciones públicas -fundamentalmente- para iluminación y comunicación social.

La electrificación de los usuarios del Mercado Eléctrico Disperso (MED) se realizará a través de la utilización de sistemas fotovoltaicos - principalmente -, eólicos, celdas de combustible, microturbinas hidráulicas, y - eventualmente - generadores diesel.

Según los resultados otorgados por la Secretaria de Energía en Mayo de 2008, "con la implementación de la primer etapa del PERMER que finalizo en 2007, se electrificaron a través de energía solar (540 escuelas, 3260 viviendas y 76 servicios

²⁹ La estimación de 1000 escuelas sin electricidad en la actualidad se basa en datos otorgados por la Secretaría Energía, específicamente por el PERMER.



públicos a los que se sumarán otros 1049, 3100 y 200 respectivamente, que se encuentran en ejecución), eólica (1615 equipos eólicos domiciliarios) y mediante la construcción de mini redes (aproximadamente 6000 viviendas a las que se sumarán otras 400 con las obras actualmente en ejecución), estas obras se desarrollaron en áreas rurales de distintas provincias. Estos datos son a Septiembre de 2007 con lo cual muchas de las obras que estaban en ejecución ya se finalizaron.”

El proyecto está financiado con un préstamo del Banco Mundial (U\$S 30 Millones), una donación del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (U\$S 10 Millones), Fondos Eléctricos u otros fondos Provinciales; aportes de los Concesionarios provinciales y de beneficiarios.

La ejecución del PERMER esta a cargo de una Unidad de Coordinación de Proyecto (UCP) constituida por un Coordinador General, un equipo técnico y coordinadores provinciales.

Actualmente, el Proyecto está ejecutándose en las provincias de **Jujuy, Salta Tucumán, Santiago del Estero, Chaco, Chubut, Catamarca, Misiones, Río Negro, Neuquén y San Juan** a las que le seguirán aquellas provincias que firmaron acuerdos para implementarlo (**Córdoba, La Pampa, Mendoza, San Luis, Santa Fe y Tierra del Fuego**).

En relación a este tipo de aplicaciones, durante 1999 Greenpeace inició un proyecto denominado “**Solidaridad Solar**” incentivando el desarrollo de proyectos solidarios entre escuelas de centros urbanos y escuelas rurales sin energía. Las escuelas desarrollan actividades educativas, de difusión y de recaudación de fondos para la compra de equipamiento fotovoltaico que luego son instalados en escuelas rurales que los necesitan. Esto permite canalizar esfuerzos solidarios en la dirección del objetivo de acercar la energía solar a la sociedad, satisfacer una necesidad social impostergable y expandir el uso de esta tecnología.

La completa electrificación de todas las escuelas del país con energía renovables es un objetivo prioritario que no admite mayores demoras. El esfuerzo de sector público (nacional y provincias), empresas y de la sociedad civil podrían erradicar esa situación en el corto plazo y ayudar al desarrollo social de las distintas regiones del país y expandir el uso de la energía solar.

La Segunda etapa del PERMER prevé electrificar 600 escuelas con una inversión aproximada de U\$D 11 millones. El promedio en potencia instalada es de 600 Wp por escuela y el precio de acuerdo a las últimas licitaciones efectuadas asciende a U\$D 35 / Wp instalado. La inversión total prevista para la segunda etapa del PERMER, es de aproximadamente U\$D 43 millones incluyendo escuelas, otros servicios públicos y hogares rurales.

No ha habido experiencias de desarrollo fotovoltaico en las ciudades con integración a la red. Las barreras regulatorias y la no existencia de incentivos específicos para la promoción de la energía solar a gran escala, y en particular, para su uso en las ciudades, han inhibido hasta ahora cualquier desarrollo de este tipo. Es evidente que



en Argentina el marco regulatorio debe cambiar significativamente para que la energía solar pueda comenzar a desarrollarse a gran escala.

En el año 2001 en la Ciudad de Buenos Aires hubo un intento con un proyecto de ley para la reglamentación de la instalación y conexión de sistemas fotovoltaicos integrados a la red, que nunca prosperó (Expediente N° 1952), pero no prosperó.

Aunque existen diferencias regionales y estacionales muy significativas, en Argentina se recibe una insolación muy importante y favorable para el uso de energía solar. La zona centro del país posee una insolación de unos 1.600 kWh/m²/año que es un excelente recurso, comparable con las regiones más insoladas de Europa. Esto se traduce en un enorme potencial par el uso de la energía solar. Sin embargo, este gran potencial permanece en su mayoría desaprovechado: la capacidad instalada en Argentina es de alrededor de 2 MWp.

Zona geográfica	Radiación solar media anual (kWh/m ² /día)
Zona I: Salta, Jujuy	4,7 – 5
Zona II: Misiones	4,8
Formosa, Chaco, Corrientes, Santa Fe (norte), Santiago del Estero	4,5 – 4,9
Zona III: Tucumán	4,6
Córdoba (norte), La Rioja, Catamarca, San Juan	4,7 – 4,9
Zona IV: Mendoza , La Pampa (oeste)	4,5
San Luis, Córdoba (Sur), Santa Fe (Sur), La Pampa (Este), Entre Ríos, Buenos Aires (Centro, Norte)	4,4 – 4,7
Zona V: Buenos Aires (Sudeste), Neuquen (Centro, Norte), Río Negro (Centro, Este)	4,1 – 4,4
Neuquén (Sur), Río Negro (Alto y medio valle)	4,0 – 4,2
Zona VI: Chubut, Santa Cruz	3,3 – 3,5
Tierra del Fuego	2,3



Las zonas geográficas adoptadas son referenciales y sirven para lograr una idea aproximada del recurso disponible, ya que en cada una de ellas existen variaciones regionales. Las magnitudes del recurso solar fueron obtenidas de la Secretaria de Energía del Ministerio de Economía de la Nación.



Campaña contra el Cambio Climático
Greenpeace Argentina
(011) 4551-8811
Zabala 3873 (1427)
C.A. de Buenos Aires
clima@ar.greenpeace.org
www.greenpeace.org.ar





ANEXO I – Cronología breve de la energía solar

- Los antiguos griegos y chinos incorporan en sus edificaciones principios de diseño para el aprovechamiento solar pasivo alrededor del año 500 a.C.
- 1515- Leonardo Da Vinci propuso el uso de la energía solar con propósitos industriales.
- 1839- El físico francés Edmond Becquerel descubre el efecto fotovoltaico, durante un experimento de conducción electroquímica con dos placas metálicas y una solución ácida diluida. Becquerel notó que exponiendo el aparato a la luz del sol aumentaba la energía eléctrica.
- 1873- Willoughby Smith, ingeniero británico con la compañía Telegraph Construction, realizó la primera observación de los efectos fotovoltaicos en un cuerpo sólido (sobre selenio), lo cual lo condujo a experimentar y a la especulación sobre posibles usos para una célula solar de selenio. Dicha célula fue creada en 1883 por Charles Fritts. Sin embargo, a pesar del entusiasmo de los inventores y el apoyo de personas como el ingeniero alemán Werner Siemens, la aceptación industrial y comercial no fue positiva.
- 1887 Hertz descubrió que la luz ultravioleta alteraba bajos voltajes capaz de causar el salto de una chispa entre dos electrodos de metal.
- 1904- Albert Einstein publicó una investigación sobre el efecto fotovoltaico, junto con un informe sobre la teoría de la relatividad.
- 1921- Albert Einstein gana el Premio Nobel por sus teorías que explicaban el efecto fotoeléctrico.
- 1945 El escritor de ciencia ficción Arthur C. Clarke predice las comunicaciones vía satélite a partir de energía solar. Sus predicciones luego de mucho tiempo se han vuelto hoy realidad.
- 1954 Los laboratorios Bell desarrollaron una célula solar de silicón para estaciones de comunicación remotas. AT&T y RCA publicaron investigaciones sobre fotovoltaica. AT&T solicitó una patente sobre "un aparato convertidor de energía solar", y expuso las celdas solares en la Academia Nacional de Ciencia reunida en Washington DC.
- 1955-A Signal Corps de Estados Unidos le fue encargada la tarea de proveer de suministros energéticos para los primeros satélites norteamericanos.
- 1958-Como parte de la carrera espacial soviético-americana, el Vanguard I, el primer satélite alimentado con energía solar fue lanzado, con 108 celdas solares. Esto demostró ser muy exitoso, al punto de no poder apagar la energía por lo que las celdas continuaron trabajando y alimentaron una radio de banda corta luego de que el satélite hubiera terminado su vida útil. Este fue seguido por el Vanguard II, el Explorer III, y el Sputnik III. Para 1975, la NASA estaba usando cerca de un millón de celdas solares por año.
- 1962 - Es lanzado el satélite Telstar, el primer satélite comercial de comunicaciones alimentado con energía solar, un proyecto de los laboratorios Bell.
- 1963- Sharp Corporation tiene éxito en producir prácticos módulos fotovoltaicos de silicio.



ANEXO II: Preguntas Frecuentes sobre Energía solar

1) ¿Cuál es la diferencia entre los captadores solares térmicos y un Sistema de Energía Fotovoltaica?

Los captadores solares térmicos se usan para calentar agua, principalmente para uso doméstico. Los Sistemas Fotovoltaicos generan electricidad.

2) ¿Qué diferencia hay entre un sistema conectado a la Red y uno no conectado?

Las aplicaciones conectadas a la Red pueden suministrar electricidad directamente a una red eléctrica. Los Sistemas sin Conexión a Red suelen tener baterías para almacenar la electricidad producida y no tienen acceso a la Red de electricidad.

3) ¿Disponemos de suficiente silicio como materia prima?

El silicio que se usa como materia prima en la Industria FV está disponible en abundancia en todo el mundo. Sin embargo, el proceso de producción del silicio puro necesario para las celdas solares cristalinas es complejo.

Desde que se planifica una nueva fábrica de silicio hasta que se obtienen las primeras unidades pueden pasar dos años.

El desarrollo dinámico del mercado FV ha generado una escasez de silicio puro y la industria ha reaccionado construyendo nuevas instalaciones. Hacia 2008 estas nuevas fábricas deberían mejorar la situación de abastecimiento.

4) ¿Se pueden reciclar los módulos fotovoltaicos?

Sí, se pueden reciclar todos los componentes de un módulo solar. Las partes más valiosas son las propias celdas solares, las cuales se pueden reciclar en nuevas obleas que constituyen la base de las nuevas celdas solares. Los bastidores de aluminio, el cristal y los cables también se pueden reciclar.

5) ¿Cuándo será rentable la Energía FV?

En muchos casos, la Electricidad Solar ya es rentable, en especial en aplicaciones autónomas, sin acceso a la red pública. En el Sur de Europa, la Electricidad Fotovoltaica con conexión a Red será rentable con potencia punta hacia el año 2015. Se prevé que los precios sigan bajando.

6) ¿Generan los Sistemas FV a lo largo de su vida útil más energía que la que se requiere para producirlos?

Sí. En unos dos años, un Sistema FV basado en tecnología cristalina en el Sur de Europa habrá generado la misma energía que se necesitó para producir e instalar todos sus componentes. En un sistema de *thin film* (película fina), el período es aproximadamente de un año. Un Sistema FV producirá en su vida útil de más de 30 años mucha más energía que la que se necesitó para crearlo. La energía empleada en la producción de Sistemas FV se reduce constantemente.

7) ¿Es cara la Energía FV?

Los costes de generación de electricidad de los Sistemas FV son actualmente superiores a los de otras fuentes de energía, si se excluyen los costes medioambientales de la generación de electricidad convencional. Por ello, se requiere un apoyo financiero para desarrollar una industria fuerte con economías de escala. Con una producción a gran escala, se espera que los precios caigan por debajo de los de la electricidad residencial, y competirán también con los costes de generación de todas las demás fuentes de electricidad (nuclear, fósil) en 20 ó 30 años. En los países con sistema de primas, la Electricidad FV ya es una inversión atractiva.

8) ¿Hay espacio suficiente para instalar un gran número de Sistemas FV?



Sí. La Tecnología FV es eficaz en términos de espacio. Para un sistema de 1 kWp se requieren aproximadamente 7 m² de módulos. Para cubrir la demanda completa de electricidad de la UE sólo se necesitaría un 0,7% de la superficie total del terreno. Hay una gran superficie disponible que no compete con otros usos del terreno, incluidos los tejados, las fachadas de los edificios, las barreras contra el ruido y los terrenos vacíos. La disponibilidad de espacio no es un factor limitativo para el desarrollo FV.

9) ¿Cuánto tiempo de vida útil tiene un módulo FV?

Muchos productores ofrecen garantías de rendimiento de 20 ó 25 años para sus módulos. En el Centro de Investigación Conjunta de la CE en Ispra (Italia) se han tenido módulos cristalinos funcionando en pruebas en el terreno con excelentes resultados de rendimiento durante más de 20 años. La mayoría de los módulos siguen superando el 92% de su potencia nominal registrada al inicio del período de prueba.

10) ¿Cuánto espacio se necesita para instalar un sistema con tejas?

Depende de la tecnología que se emplee. Un sistema de 3 kWp basado en módulos cristalinos requiere unos 23 m² de superficie de tejado en pendiente orientado aproximadamente al Sur.



Anexo III – FICHA TÉCNICA: OFICINA SOLAR – GREENPEACE ARGENTINA

Arq. Fabián Garreta

La Fundación Greenpeace ha demostrado desde siempre un profundo interés promover y difundir los beneficios ambientales que proporciona del uso de energías renovables, realizando paralelamente instalaciones ejemplificadoras concretas, orientadas a demostrar el correcto uso de las energías regenerativas su sede y en comunidades rurales aisladas de los servicios de red.

La primera instalación de energía solar realizada coincide con una aplicación sin precedentes en Argentina, generación de electricidad fotovoltaica integrada a la red. El asesoramiento técnico para su desarrollo fue realizado por GREENPOWER, el montaje y conexión por SURSOLAR, este primer sistema se proyectó y ejecutó en el año 2001 en la anterior sede de Greenpeace, ubicada en la calle Mansilla de la Ciudad de Buenos Aires.

Hacia fines de 2003 y principios de 2004, el equipo fue desmontado y reinstalado en la nueva sede de la calle Zabala, en condiciones óptimas para la captación solar. A partir de 2005, Greenpeace suma más aporte de energía solar al edificio con el agregado de una segunda instalación fotovoltaica conectada a red y una autónoma para bombeo de agua de lluvia, además de un sistema solar térmico para producción de agua caliente sanitaria. Estas últimas instalaciones fueron diseñadas y montadas por la consultora en arquitectura sustentable SURSOLAR. El emplazamiento del edificio en la trama urbana permitió el montaje de los captadores térmicos y fotovoltaicos con una orientación predominantemente Norte, con una sutil diferencia de 17° hacia el Este.

Cada año, la alternativa solar en ámbitos urbanos tiene más aplicaciones, más aún en ciudades como Buenos Aires con importantes valores de radiación sobre plano horizontal, alcanzando promedios anuales de 4.5 KWh/m² día.

2. Instalaciones fotovoltaicas conectadas a red

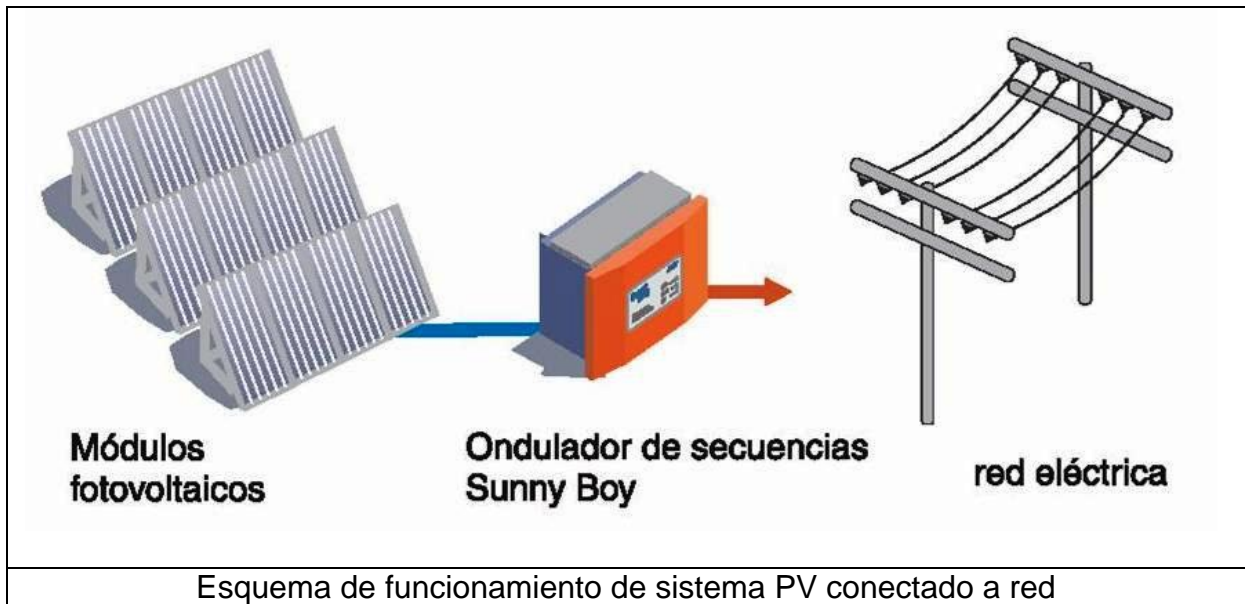
Las instalaciones conectadas a red tomaron auge en la década del noventa, se desarrollaron y difundieron con el objetivo de promover el uso de energías regenerativas en ámbitos urbanos e incrementar el aporte de energía solar a las matrices energéticas locales más allá de los límites históricamente conocidos. La posibilidad de aprovechar la radiación solar en forma más directa, más eficientemente, permite cubrir parte del consumo equivalente al sistema eléctrico interconectado en horas de sol sin necesidad de utilizar acumuladores para horas de la noche, o sin sol, ya que en esa situación el suministro eléctrico se toma totalmente de la red en forma convencional. Esta forma de interactuar con la red y de generar electricidad de forma descentralizada, simplifica el uso de tecnología solar fotovoltaica, maximizando las prestaciones, y mitigando los inconvenientes que surgen del continuo aumento del consumo en ciudades.



El inversor es el corazón del sistema. Los inversores son los componentes principales de un generador fotovoltaico después de los módulos fotovoltaicos. Son dispositivos electrónicos que convierten la corriente continua (CC) en corriente alterna (CA). En sistemas conectados a la red eléctrica, el inversor es el eslabón entre el generador solar y la red de CA. Sus características técnicas tienen una gran influencia en la eficiencia del sistema fotovoltaico. El inversor convierte la corriente continua de los módulos fotovoltaicos a la corriente alterna en total sincronía con la corriente alterna de la red eléctrica. Para la correcta operación del sistema, debe reunir ciertos requisitos:

- + Alto rendimiento: Los niveles de eficiencia de los inversores deben ser del orden del 90% o más para el rango de carga de hasta el 10% de la carga nominal.
- + Distorsión armónica baja: La distorsión armónica afecta la calidad de la corriente alterna, que debe ser, idealmente, sinusoidal pura. Los inversores deben, por consiguiente, entregar una onda sinusoidal pura.
- + Ajuste automático al punto de máxima potencia: Para poder extraer la máxima potencia del generador, el inversor debe ajustar automáticamente su punto de operación para hacerlo coincidir con el punto de máxima potencia de los módulos. Es decir, el inversor debe ajustar su voltaje de trabajo para “seguir” el punto de operación óptimo de los módulos que varía con las condiciones de radiación solar y de temperatura.
- + Bajo consumo eléctrico: El consumo interno de energía eléctrica del inversor debe ser mínimo para maximizar el rendimiento del sistema. Es deseable obtener valores de consumos menores que el 1% de la potencia nominal del inversor. Idealmente, el inversor debe tener un modo de “consumo cero” durante las noches.
- + Protección contra sobretensión y sobrecorriente: Esto protegerá al inversor en caso de una sobrecarga de tensión o corriente que podría ocurrir debido a problemas en el sistema fotovoltaico o en la red eléctrica. Si el generador fotovoltaico, en condiciones de radiación solar elevadas produce más potencia que la potencia nominal del inversor, éste debe abandonar el punto de máxima potencia para limitar la corriente eléctrica.
- + Protección contra “islanding”: Esta protección es esencial para proteger al personal de la compañía eléctrica que trabaje en mantenimiento o reparación de la red eléctrica. Bajo ciertas condiciones un sistema fotovoltaico podría continuar operando, aún cuando la red eléctrica se haya apagado. Este comportamiento se llama “islanding”. Los inversores deben poder reconocer esto y proteger contra él.
- + Requerimientos de la compañía eléctrica: A veces la compañía eléctrica local impone sus propios requisitos adicionales para la conexión de sistemas fotovoltaicos. La demanda más común es que los interruptores sean siempre accesibles por personal de la compañía.

Cabe aclarar que, en la Argentina aún no existe un marco legal para que los privados puedan comercializar la inyección de energía a la red como en otras regiones, situación que condiciona fuertemente el desarrollo de fuentes energéticas limpias y descentralizadas.

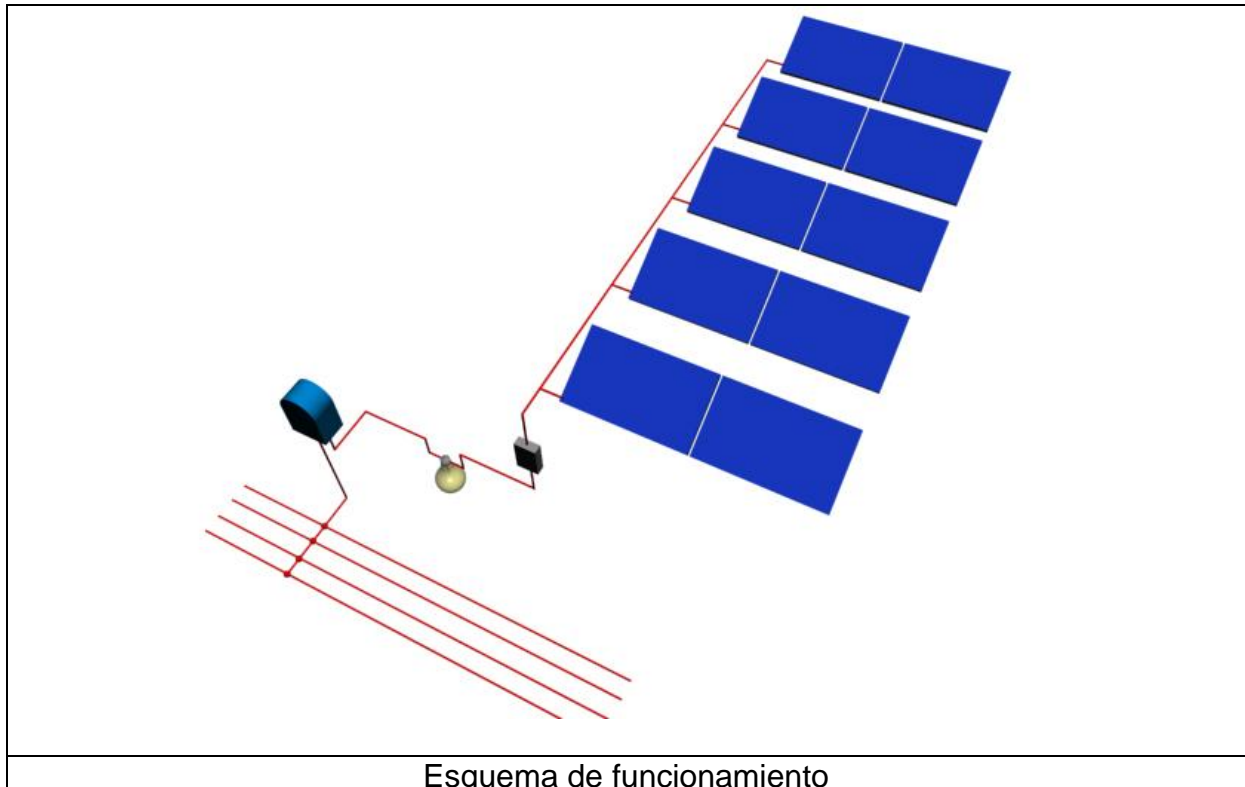


2.1. Generador Fotovoltaico 700 Wp

Potencia total del sistema: 700 W
Inclinación del panel: 30°
Radiación solar a 30°: 4,87 Kwh/ m ² día promedio anual
Producción estimada de energía anual: 1,12 Mw año

Componentes del sistema

Módulos fotovoltaicos: KS 75 (Celdas Kyocera – Módulo Solartec)
Potencia Máxima (Pmax) por módulo: 75 W
Voltaje a Pmax: 21,7 V
Voltaje Nominal: 17,4 V
Medidas: 971 mm x 671 mm
Superficie por módulo: 0,65 m ²
Panel fotovoltaico: 10 módulos KS 75 (Celdas Kyocera – Módulo Solartec)
Potencia total fotovoltaica: 750 W
Superficie total: 6,52 m ²
Inversor de corriente: SMA SB 700



GREENPEACE

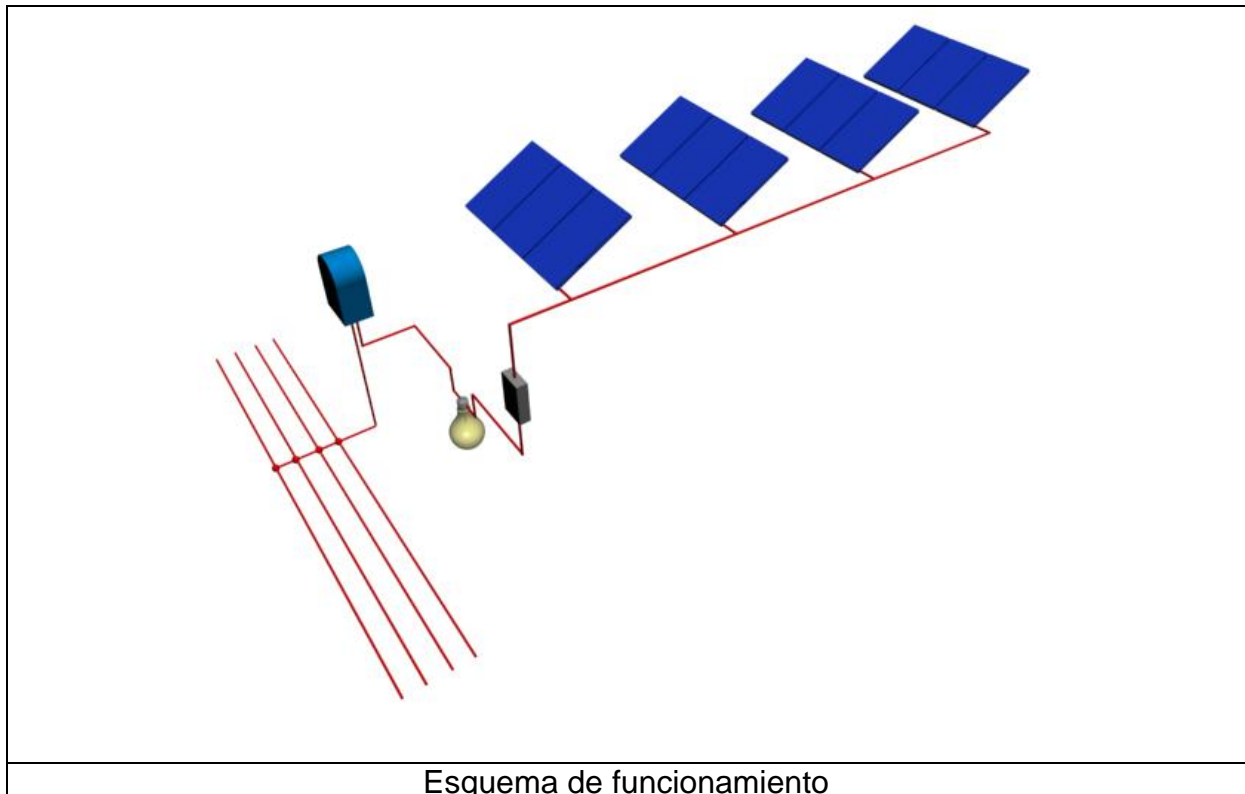


2.2. Generador Fotovoltaico 960 Wp

Potencia total del sistema: 960 W
Inclinación del panel: 30°
Radiación solar a 30°: 4,87 Kwh/ m ² día promedio anual
Producción estimada de energía anual: 1,55 Mw año

Componentes del sistema

Módulos fotovoltaicos: KS 80 (Celdas Kyocera – Módulo Solartec)
Potencia Máxima (Pmax) por módulo: 80 W
Voltaje a Pmax: 21,5 V
Voltaje Nominal: 16,9 V
Medidas: 971 mm x 671 mm
Superficie por módulo: 0,65 m ²
Panel fotovoltaico: 12 módulos KS 80 (Celdas Kyocera – Módulo Solartec)
Potencia total fotovoltaica: 960 W
Superficie Total: 7,82 m ²
Inversor de corriente: ATERSA TAURO PR 1000/3





3. Instalación solar térmica

Para el calentamiento de agua para consumo sanitario se ha proyectado y montado un sistema solar térmico capaz de suministrar suficiente agua caliente para baños, cocina y vestuario de los paquetes sanitarios del edificio ubicados en los extremos de la planta baja. La instalación está compuesta por 3 colectores planos y un tanque de acumulación de 280 litros que permiten ahorrar aproximadamente el 75% de la energía convencional de red que se necesitaría en condiciones normales.

4.1. Equipo de agua caliente solar

Superficie de captación: 4,10 m ²
Tanque de acumulación: 280 litros
Inclinación del panel: 45°
Radiación solar a 45°: 4,72 Kwh/ m ² día promedio anual

Componentes del sistema

Colectores solares: SURSOLAR C 1.4 F
Largo: 1300 mm
Ancho: 1050 mm
Espesor: 55 mm
Área bruta: 1,365 m ²
Área apertura: 1,200 m ²
Área absorbedor: 1,180 m ²
Peso en vacío: 22 kg
Peso en operación: 23,4 kg
Presión máxima de trabajo: 3 Kg/cm ²
Marco: Perfilera de aluminio anodizado
Cubierta: Vidrio float de 4 mm
Aislación térmica inferior y lateral: 25 mm lana de roca 40 Kg/m ³
Fondo: Chapa cinc- aluminio
Absorbedor: Parrilla de tubos y placa captadora

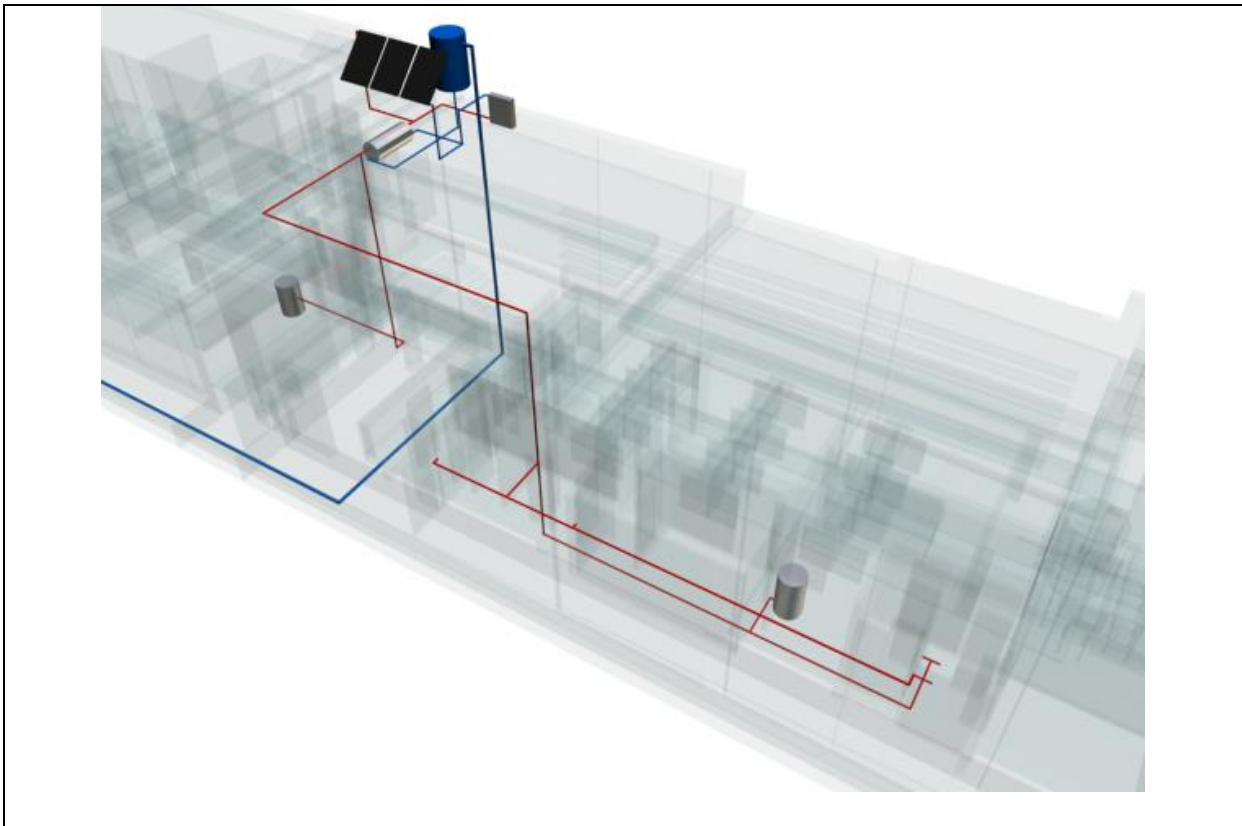


Parrilla: Tubos de cobre de 12.7 mm
Placa captadora: Láminas de cobre
Unión entre parrilla y placa captadora: Soldadura continua
Conexiones entre colectores Flexibles alta temperatura
Distancia mínima entre colectores: 60 mm

Tanque solar: SURSOLAR T 240 HF
Largo: 2080 mm
Ancho (diámetro): 530 mm
Capacidad: 280 lts.
Peso en vacío aproximado: 33 Kg
Peso en operación aproximado: 313 Kg
Material del tanque interior: Cobre
Material del cilindro de terminación: Aluminio
Material de las tapas de terminación: Aluminio
Intercambiador de calor: Serpentina
Material del intercambiador: Cobre
Aislación térmica: 50 mm poliuretano expandido rígido

Presión máxima de trabajo circuito primario: 3 Kg/cm ²
Presión máxima de trabajo circuito secundario: 0,5 Kg/cm ²
Entradas y salidas circuito de calentamiento solar o primario: Rosca hembra 19 mm
Entradas y salidas circuito de consumo o secundario: Rosca hembra 19 mm

Bomba circuladora: ROWA
Vaso de expansión: Flat Varent
Controlador bomba solar: Carel



Esquema de funcionamiento



4. Instalación fotovoltaica autónoma

Las instalaciones fotovoltaicas autónomas permiten aprovechar las horas de sol e ir acumulando energía para la noche o momentos en que la demanda eléctrica es superior a la generación solar. En esta línea fue pensado el sistema de bombeo de agua de lluvia para su utilización en inodoros de los servicios sanitarios de las oficinas. El sistema proporciona un importante ahorro de agua potable y un retraso

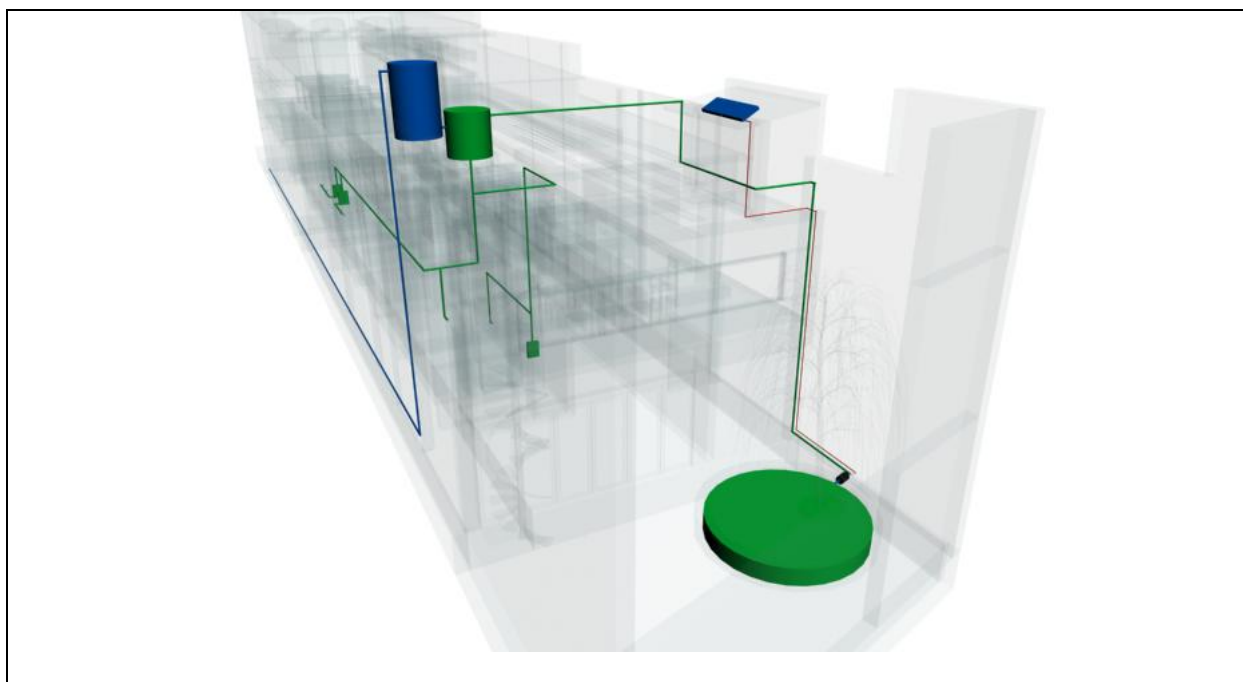


del vertido de aguas meteóricas en la red de desagües pluviales de la ciudad, contribuyendo a reducir el riesgo de colapso del sistema en tormentas muy intensas.

El equipo solar alimenta una bomba centrífuga que trabaja en corriente continua, por lo tanto se evita el costo del inversor de corriente. La instalación se completa con un regulador de carga, una batería solar y un dispositivo automático para accionar la bomba en caso de necesidad y disponibilidad de agua.

3.1. Generador Fotovoltaico 120 Wp

Potencia total del sistema: 120 W
Inclinación del panel: 45°
Radiación solar a 45°: 4,72 Kwh/ m ² día promedio anual
Componentes del sistema
Módulos fotovoltaicos: KC 60 (Kyocera)
Potencia Máxima (Pmax) por módulo: 60 W
Voltaje a Pmax: 21,7 V
Voltaje Nominal: 16,9 V
Medidas: 752 mm x 653 mm
Superficie por módulo: 0,49 m ²
Panel fotovoltaico: 2 módulos KC 60 (Kyocera)
Potencia total fotovoltaica: 120 W
Superficie total: 0,98 m ²
Regulador de carga: Solartec SRX 10
Bomba centrífuga: Shurflo 2088 12 VCC
Banco de acumulación de energía: Batería Autobat Solar 115 Ah



Esquema de funcionamiento

GREENPEACE

