



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE TUCUMÁN



FACULTAD DE
CIENCIAS ECONOMICAS
UNIVERSIDAD NACIONAL TUCUMAN

LA ENERGIA SOLAR COMO FUENTE DE ELECTRICIDAD

Autores: Álvarez, Víctor Alberto
Cabrerera, María José

Director: Albornoz, Roxana

2014

Trabajo de Seminario: Contador Público Nacional

RESUMEN

El trabajo se desarrolló con el objeto de mostrar que las energías renovables como la solar, pueden ser igual o menos costosas aún que las energías convencionales; teniendo en cuenta los costos medioambientales ocultos en la producción, traslado y distribución de la electricidad. Y a la vez, concientizar sobre la utilización de las fuentes energéticas renovables.

Las energías no renovables tienen un uso limitado en el tiempo y con su utilización provocan efectos no deseados en el ambiente. Mientras que las energías no renovables vienen a solucionar estos dos conflictos, sólo es necesario invertir en investigación y desarrollo para que la tecnología permita su máxima eficiencia.

Como metodología de trabajo, primeramente, se definió el usuario. Luego se prosiguió con el cálculo del consumo promedio de este usuario, para después obtener el costo unitario por kwh consumido tanto para la electricidad convencional como para la solar.

En este punto, la electricidad convencional superaba en su economicidad a la solar. Pero considerando el hecho de que la red eléctrica convencional no tiene tendido en ciertas zonas rurales inaccesibles, se justifica la utilización de la energía solar como fuente de producción de electricidad.

La utilización de la electricidad en los hogares genera un mayor nivel de vida, lo cual es contrario en estas zonas donde no hay acceso a la red eléctrica, lo que conlleva a una desigualdad social entre habitantes de una misma provincia.

En este trabajo se intenta buscar una solución a este conflicto, mediante la utilización de la energía solar. Ésta además, contribuye a la protección y cuidado del

medioambiente, la cual posiciona en ventaja respecto de la energía convencional, ya que cubre una necesidad y no produce efectos negativos en el ambiente.

PRÓLOGO

El objetivo del trabajo es comparar dos tipos de energías en términos económicos, y luego mostrar los costos ocultos relacionados con el medio ambiente y consecuentemente con la salud de las personas.

Una de estas energías es la solar, que puede ser utilizada sin restricciones y su aprovechamiento es prácticamente ilimitado. Aunque en la actualidad se presenten barreras para su implementación como ser la falta de inversión en mejoras tecnológicas y una mayor difusión hacia los consumidores. Si se destinaran fondos y tiempo investigación y desarrollo, se lograría una mayor competitividad con respecto la energía convencional.

El precio que se paga por el uso de la electricidad convencional es muy alto, y aun pudiendo cuantificarlo, hay que tener presente que puede ser mayor en términos ecológicos. Es por ello, que en las últimas décadas los gobernantes mundiales y las organizaciones ambientalistas se han preocupado en buscar soluciones alternativas a las consecuencias que acarrea el deterioro del planeta, como así también a la posible desaparición, en un futuro no muy lejano, de ciertas fuentes de energía no renovables. Es este un momento clave para que las energías limpias entren en el mercado y muestren sus ventajas.

Este trabajo se debe analizar no sólo desde un punto de vista económico, sino también ecológico, partiendo por la responsabilidad que recae sobre todos por la contaminación y destrucción del planeta, que nos ha llevado en estos años a sufrir distintas catástrofes a causa de ello.

Cuando la sociedad tome un mayor compromiso social de todos los perjuicios ocasionados, sin duda, ese será el día propicio para implementar prácticas menos nocivas como las energías verdes, y de esa manera explotar en su máximo nivel de eficiencia su utilización.

La concientización sobre el tema es la clave para el cuidado del medioambiente.

CAPÍTULO I

LA ENERGÍA

Sumario: 1.Introducción a la energía; 2.Definiciones; 3.Clasificación

1. Introducción a la energía

Todos los actos cotidianos que realizamos día a día se encuentran condicionados por un aspecto que la mayoría de las personas consideramos común: la energía eléctrica.

Desde que nos despertamos en la mañana hasta que nos dormimos en la noche estamos influenciados por ésta, a tal punto que no imaginaríamos que la vida fuera posible sin ella. Al encender una computadora, el televisor, una lámpara, etc., estamos utilizándola, dando por sentada su presencia; sin embargo a pesar de su necesidad ineludible en nuestras vidas, no sabemos de dónde proviene ni como llega a nuestros hogares, ni mucho menos cuáles son sus ventajas, desventajas, u otros aspectos importantes.

La energía eléctrica es mucho más de lo que podemos observar en la cotidianidad de nuestros hogares, su influencia va más allá de lo imaginado y permite a la humanidad realizar actos que fueron consideradas imposibles en otras épocas de la misma. Una manera de poder definir a la electricidad sin caer en un enfoque demasiado técnico y no entendible para el grueso de las personas; es desde un tratamiento simple y conciso, que la define como la capacidad de hacer un trabajo y

de transferir calor¹. Se realiza un trabajo cuando un objeto o sustancia se mueve a una cierta distancia. En este punto nos referimos a una definición genérica de energía, la energía eléctrica es solo una forma de ésta.

La energía se divide en dos grandes grupos, estos son la energía potencial y la cinética². La primera es la energía almacenada y que esta potencialmente lista para ser usada; mientras que la segunda es la del movimiento y la acción. Siempre una forma de energía puede transformarse en otra.

Concentrándonos en el punto que nos compete, la electricidad, la misma tiene sus orígenes muy atrás en el tiempo, remontándonos hacia el 600 A.C. aproximadamente. Fue en esta época cuando Thales de Mileto descubrió una propiedad única del ámbar; propiedad que solo pudo ser explicada mucho tiempo después, el cual al ser frotado con una pieza de lana era capaz de atraer a pequeños objetos. La palabra electricidad viene del vocablo griego *ἤλεκτρον*, cuyo significado es justamente ámbar. El ámbar se forma de una resina vegetal fosilizada de árboles que datan de hace 25 a 40 millones de años³. Este es el primer antecedente de la electricidad.



Figura 1

Posteriormente, se comprobó que otros cuerpos tenían características de atracción similares a las del ámbar. Igualmente tuvieron que trascurrir muchos siglos para que estos estudios tuvieran una explicación racional.

¹ Consultas a base de datos, en Internet: www.epec.org.ar, (julio de 2014).

² NEY, Fred J., *Lecciones de Electricidad*, 5ª Edición, Editorial Marcombo, (España, 1977), pág.11.

³ Consultas a base de datos, en Internet: www.epec.org.ar, (julio, 2014).

La historia continua alrededor del 1600 en Inglaterra con Guillermo Gilbert, quien realizo estudios que plasmó, posteriormente, en su obra *De Magneticisque Corporibus et de Magno Magnete Tellure*. En él detalló que algunas sustancias al igual que el ámbar atraían pequeños objetos livianos; mientras que otras no se comportaban de la misma manera. Luego en 1673 el francés François de Cirsternay Du Fay descubrió la existencia de dos tipos de cargas eléctricas, una positiva y otra negativa; siendo este otro paso destacado en la historia de la electricidad.

A partir de 1780, con la revolución industrial y los distintos movimientos de pensamiento científico se impulsaron los estudios en esta rama.

Con el transcurso del tiempo, nuevos científicos brindaron sus estudios para seguir con el desarrollo de esta disciplina. Para ese entonces ya era muy obvia para la comunidad científica que la electricidad en movimiento era una verdadera forma de energía.

En el año 1841, el inglés J.P. Joule formulo las leyes del desprendimiento del calor producido al paso de una corriente eléctrica por un conductor. Estas leyes explican lo que ocurre en un cable que conduce corriente: éste se calienta porque la resistencia del cable convierte parte de la energía eléctrica en calor⁴.

En 1879 Edison introdujo la lámpara eléctrica haciendo pasar una corriente eléctrica a través de un fino filamento de carbón encerrado en una ampolla de vidrio; esto constituyo un antes y un después; siendo este invento utilizado hasta nuestros días.

Desde entonces se siguieron produciendo descubrimientos igualmente importantes y destacables, sin embargo la pregunta sobre qué era la electricidad y qué era lo que fluía por el circuito eléctrico no pudo ser contestada hasta 1897. Fue en este año que J.J. Thompson descubrió la piedra angular sobre la que estaba construida la electricidad: el electrón. Mediante un fuerte campo eléctrico detecto una corriente eléctrica que circulaba por el vacio y constatando en qué dirección se desviaba, probó

⁴ Consultas base de datos, en Internet: www.epec.org.ar, (julio, 2014).

que estaba constituida por cargas eléctricas negativas, o electrones⁵. Estos descubrimientos abrieron las puertas a la radio, la televisión, las computadoras, los celulares, y casi toda la tecnología que disfrutamos hoy en día.

2. Definiciones

La electricidad es causada por el movimiento de las cargas eléctricas, es decir los electrones negativos y positivos, en el interior de los materiales conductores⁶. Esto quiere decir que cada vez que se enciende un foco se cierra un circuito eléctrico y se genera el movimiento de los electrones a través de los metales conductores. Además del metal, para que pueda encenderse este foco es necesario un generador o batería que provoque el impulso de los electrones en un sentido dado.

La fuerza eléctrica o tensión que mueve los electrones se mide en Voltios (V), nombre que debe al científico italiano Alejandro Volta, inventor de la primera pila eléctrica. En Argentina utilizamos en nuestros hogares la electricidad de 220 voltios, pero en otros ámbitos como industrias o empresas se puede llegar a utilizar voltajes superiores para llevar adelante su actividad productiva.

El vatio (W) es una unidad de potencia, esto es la cantidad de energía que se consume por unidad de tiempo determinada⁷. Por efectos prácticos en nuestra boleta de consumo eléctrico se nos cobra por kilovatios/hora (kWh) que hayamos consumido durante un periodo determinado.

Las siguientes definiciones son de utilidad para comprender los diferentes conceptos que ampara la electricidad:

→ Carga eléctrica: cantidad de electrones almacenados en un cuerpo o que circulan por un conductor. Se mide en Culombios (C).

→ Intensidad eléctrica: nos indica la carga que atraviesa la sección de un conductor cada segundo. Se mide en Amperios (A).

⁵ Ibídem.

⁶ Consultas base de datos, en Internet: www.twenergy.com, (julio, 2014).

⁷ Centro de capacitación profesional "Ing. José Ibar Romero, en Internet: www.epec.org.ar, (julio, 2014).

→ Tensión eléctrica: indica la fuerza que empuja los electrones. Se mide en Voltios (V).

→ Potencia eléctrica: cantidad de trabajo que puede desarrollar una maquina por unidad de tiempo. Se mide en Vatios (W).

→ Resistencia eléctrica: es la mayor o menor oposición de los materiales a conducir la corriente eléctrica. Se mide en Ohmios (Ω)⁸.

La electricidad pasa por tres fases antes de llegar a nuestros hogares, tal como la conocemos; primero se produce la generación, luego la transmisión y por último la distribución. La energía eléctrica para consumo se genera en centrales eléctricas. Estas centrales son instalaciones que pueden transformar la energía mecánica, que vienen de otras fuentes de energía primaria, en electricidad. Estas centrales reciben el nombre de la energía primaria que se utiliza para generar electricidad; como por ejemplo central térmica, hidroeléctrica, etc.

3. Clasificación

Partiendo del punto de que la electricidad debe ser producida por una energía primaria, podemos clasificarlas en dos grandes ramas: energías renovables y no renovables.

Las energías renovables son aquellas que provienen de recursos no agotables y que tienen un efecto, prácticamente nulo en el medio ambiente. En contraste con éstas las energías no renovables tienen los efectos contrarios; es decir, existen en una cantidad limitada y produce efectos negativos en el medio ambiente. La energía no renovable una vez que es consumida, desaparece de esa forma de energía, y se transforma en otra. Como ser un litro de nafta que se gasta en un motor se transforma en energía mecánica⁹.

En la actualidad, la principal fuente de energía es el petróleo. Esto además de generar problemas medioambientales, también produce presión sobre los países que no cuentan con este recurso; por parte de los países que si lo poseen. Es por ello

⁸ Centro de capacitación profesional "Ing. José Ibar Romero, en Internet: www.epec.org.ar , (julio, 2014).

⁹ ROLDAN VILORIA, José, Fuentes de energía, Editorial Paraninfo, (Madrid, 2008), pág.3.

que el precio del petróleo sufre los vaivenes de esto inconvenientes, debido que es fundamental en el funcionamiento de todos los países.

También podemos realizar una nueva clasificación, entre energías que provienen del exterior y energías que se encuentran sobre la tierra. En la primera categoría se encuentra únicamente el sol, en la otra muchas más. Entre las energías que se encuentran sobre la tierra podemos mencionar al petróleo, gas natural, madera, el mar, el viento, entre otras¹⁰.

Como ya se expuso la energía se divide en renovable y no renovable, a la vez cada una de ellas tiene una subclasificación dependiendo de qué es lo que se utiliza para generarla. La energía no renovable proviene principalmente de los combustibles fósiles. Se calcula que alrededor del 80% de la energía total que se utiliza a nivel mundial proviene de estos combustibles¹¹. También pueden provenir de materiales nucleares. Generalmente se extraen de yacimientos naturales, que poseen una cantidad limitada de estos recursos. Entre los más destacados, podemos nombrar a los siguientes:

→ Petróleo: es una sustancia oleosa de color oscuro que está compuesta de hidrogeno y carbono. Estando en su estado líquido se denomina aceite crudo¹². Esta sustancia proviene de la descomposición de materia orgánica

→ Carbón: es conocido y aplicado desde la antigüedad. Fue reemplazado por el petróleo como principal fuente de energía. Es una roca sedimentaria color negro. Está compuesta por carbono y cantidad variables de otros elementos, principalmente hidrogeno, azufre, oxígeno y nitrógeno.

→ Gas natural: es de origen fósil y se extrae del subsuelo, y es la más amigable con el medio ambiente en contraste con las otras mencionadas. Está formado por una combinación de gases ligeros, como metano, nitrógeno, helio y ácido sulfhídrico¹³.

¹⁰ Ibidem, pág. 6.

¹¹ Ibidem, pág. 8.

¹² Consultas a base de datos, en Internet: www.educar.org, (julio, 2014).

¹³ ROLDÁN VILORIA, José, Op. Cit., pág.8.

→ Materiales nucleares: el mineral base es el uranio, que se encuentra disuelto en rocas sedimentarias. Se encuentra en la naturaleza y es muy escaso¹⁴.

Las energías renovables también tienen una clasificación propia dependiendo de donde proviene, y es la que a continuación se detalla:

→ Energía eólica: es energía generada por efecto de las corrientes de aire al desplazarse de aéreas de alta presión hacia aéreas de baja presión y que es transformada en otras formas útiles para las actividades humanas¹⁵. Es utilizada principalmente para producir energía eléctrica mediante dispositivos llamados autogeneradores. Argentina cuenta en la Patagonia con un verdadero paraíso de vientos, lo cual presenta un escenario muy favorecedor para desarrollar esta actividad. También hay grandes posibilidades para la zona de la costa pampeana, entre otras¹⁶.

→ Energía hidráulica: es aquella que se obtiene mediante el aprovechamiento de las energías cinética y potencial de las corrientes de agua, cascadas, olas, saltos de agua, etc. A la vez, puede ser dividida en mareomotriz y undimotriz. En el caso de la primera, se refiere a la energía producida de las mareas. Es decir, la diferencia media de los mares según la posición relativa de la tierra y la luna, y que resulta de la atracción gravitatoria de esta última y del sol sobre las aguas de los mares. Mientras la segunda, también nombrada olamotriz es la energía producida por el movimiento de las olas. Las olas son el resultado del efecto del viento soplando a lo largo de miles de kilómetros de mar abierto, lo que provoca la transferencia de energía hacia la superficie del océano¹⁷.

→ Energía geotérmica: es la energía almacenada en las rocas del subsuelo de la tierra. Utiliza el vapor natural de la tierra para la producción de calor o de electricidad. Hay dos formas de utilizar el recurso geotérmico. La primera es la utilización directa del calor para calefacción, para procesos industriales o agrícolas. Y la otra, es la generación de electricidad a partir del uso del vapor. En argentina se

¹⁴ ROLDÁN VILORIA, José, Energías renovables: Lo que hay que saber, Editorial Paraninfo, (Madrid, 2012), pág. 10.

¹⁵ Consultas a base de datos, en Internet: www.energizar.org.ar, (julio, 2014).

¹⁶ Consultas a base de datos, en Internet: www.energias.org.ar, (julio, 2014).

¹⁷ Ibídem.

cuenta con lo necesario para desarrollar este recurso, el lugar por excelencia para ello es la zona cordillerana. Allí las condiciones naturales como los volcanes y las montañas suministran los elementos geotérmicos básicos¹⁸.

→ Energía de biomasa: la biomasa es la cantidad de materia orgánica que constituyen los seres vivos. Es generada por la combustión o la fermentación de materiales orgánicos. Es un tipo de combustible energético que se obtiene de los recursos biológicos. Las formas de biomasa más conocidas y utilizables son los cultivos energéticos y los residuos de las actividades, forestales, ganaderas, urbanas, etc. Una mención especial merece en este caso la generación del biogás. Al igual que la energía de biomasa se produce mediante la descomposición de la materia orgánica. La producción del biogás por descomposición anaeróbica es una forma útil de tratar los residuos biodegradables, debido a que produce este biogás y a la vez, un efluente que puede ser utilizado como abono.

→ Energía solar: es la energía obtenida del sol a partir de la captación de sus radiaciones, estas son la luz y el calor. Se debe destacar que la radiación solar que llega a la tierra influye sobre las otras formas de energía de manera indirecta, como la energía eólica, la hidráulica y la biomasa. En la actualidad la energía solar tiene dos usos: para calentar comida o agua, y es conocida como energía solar térmica, y para generar electricidad, conocida como energía solar fotovoltaica. El aprovechamiento de esta energía, tiene un doble objetivo: por un lado se trata de ahorrar en energías no renovables, sobre todo la energía fósil; y por otro amortiguar el impacto ambiental provocado por esta¹⁹.

→ Hidrógeno: no es una fuente primaria de energía, no es un componente que podamos extraer libremente. No existe libre en el ecosistema terrestre; ni en la atmósfera ni bajo tierra como en el caso de otros gases²⁰. En donde si existe es fuera de la misma; en el sol, en el espacio, etc., por lo que su obtención depende de otras fuentes que lo contienen. Entre estas otras fuentes podemos nombrar al gas natural, el

¹⁸ Consultas a base de datos, en Internet: www.ambiente.gov.ar, (agosto, 2014).

¹⁹ JUTGLAR, Lluís, Energía solar, Editorial Ceac, (Barcelona, 2004), pág. 5.

²⁰ Consultas a base de datos, en Internet: www.ambientum.com, (agosto, 2014).

carbón, la biomasa, el agua, aguas residuales, la basura domestica, etc. El hidrógeno obtenido puede ser almacenado en tanques para ser utilizado cuando se lo necesite. Se puede utilizar como cualquier otro combustible para producir calor, impulsar un motor, o para generar electricidad.

CAPÍTULO II

ENERGÍA SOLAR

Sumario: 1.El sol y su energía; 2.Ventajas y desventajas de la energía solar; 3.Energía solar térmica; 4.Energía solar fotovoltaica

1. El sol y su energía

El sol es la mayor fuente de energía con que cuenta nuestro planeta. Sin embargo, solo una ínfima parte de esta energía se utiliza para mantener la vida orgánica en la biosfera; el resto de ella se disipa al exterior. Esta energía que se pierde es la que puede ser utilizada en reemplazo de las energías no renovables.

Pero hay que tener en cuenta que a diferencia de la energía convencional, este tipo de energía requiere un mayor procesamiento; es por ello que tiene un costo más elevado. Al igual que tiene ciertos condicionamientos para su uso.

Por otro lado, la diferencia de radiación solar entre los distintos lugares de la tierra a lo largo del año y la variación diaria provoca fenómenos meteorológicos, como viento, lluvia, nevada, etc., y esto a su vez, la formación de almacenes y corrientes de agua. Esto significa que la mayoría de las energías utilizables, sin contar

la nuclear y la geotérmica, provienen de una fuente única que es el sol²¹. He ahí la importancia que tiene la energía solar.

Esta energía tiene un doble objetivo: contribuir a la disminución de la emisión de gases de efecto invernadero y ahorrar en energías no renovables.

El sol es una estrella, formada en su mayoría por hidrogeno y por una pequeña cantidad de helio. En ella se desarrolla una gran cantidad de energía, debido a una reacción nuclear de fusión, reacción que se da por las altas temperaturas y presiones que se alcanzan en su interior.

La energía radiante procedente del sol proporciona excedentes de calor que superan con creces al suministro actual de energía. Paradójicamente, otro indicador clave de la abundancia de la energía solar es el mismo calentamiento global. El aumento en la atmósfera de los gases de efecto invernadero procedentes de la quema de combustibles fósiles, supone un aumento de la capacidad de la atmósfera de retener la energía solar procedente de los rayos del sol, actuando como un colector solar gigante²².

La radiación solar es una corriente de energía que el sol irradia uniformemente en todas las direcciones del espacio en forma de ondas electromagnéticas. Pero no todas las superficies reciben la misma cantidad de energía. Así, mientras que los polos son los que menor radiación reciben, los trópicos son los que están expuestos a una mayor radiación de los rayos solares. Para establecer con exactitud la cantidad de energía que puede aprovecharse en un sitio concreto, también habrá que tener en cuenta otros aspectos, como la hora del día, la estación del año, y muy especialmente las condiciones atmosféricas.

En los días nublados disminuye notablemente la intensidad de la radiación y, por ende, el aporte energético que puede recibir una instalación de energía solar. Aunque la relación entre la nubosidad y la radiación es compleja, puede este ser un

²¹ JUTGLAR, Lluís, Op. Cit., pág. 7.

²² ROMERO TOUS, Marcelo, Energía solar térmica, Editorial Ceac, (Barcelona, 2009).

factor determinante a la hora de calcular la cantidad de energía que se puede recibir en un punto determinado²³.

La intensidad de la radiación solar depende de la altura solar (latitud, fecha y hora del día), las condiciones atmosféricas, y la altura sobre el nivel del mar.

La absorción de la radiación solar en la atmósfera se la realizan esencialmente el ozono y el vapor de agua. La absorción más grande la realiza el ozono. Este elemento se encuentra en dos capas de la atmósfera: la estratosfera y la troposfera. En la estratosfera la capa de ozono consume la radiación ultravioleta en las capas altas de la atmósfera. Y en las capas bajas, el ozono es producto de la actividad humana, sin ninguna función beneficiosa, y forma, junto con otros elementos contaminantes, la llamada niebla química que es muy común en las grandes ciudades.

2. Ventajas y desventajas de la energía solar

Las ventajas de la energía solar para la producción directa de electricidad se pueden concretar en:

→ Un inmenso potencial, al no tener límite podemos obtener y captar varias veces la demanda mundial de energía.

→ Escaso impacto ambiental, al no producir residuos perjudiciales para el medio ambiente.

→ Esta distribuida por todo el mundo, esto permitiría por ejemplo suministrar electricidad a zonas geográficamente aisladas que no se encuentran dentro de la red eléctrica.

→ No tiene más costos una vez instalada que el mantenimiento, que en este caso es muy sencillo.

→ Una total independencia energética, al tener su origen en un recurso autóctono como es la radiación sobre el lugar.

²³ Ibíd.

→ Un factor de creación de nuevas empresas, una yacimientos de empleos altamente cualificados; que pueden ser repartidos por todo el territorio, incluidas las zonas rurales deprimidas.

→ Un gran potencial de reducción de costos, que se puede plasmar ampliando el mercado, y con ello, estimulando la investigación y el desarrollo; fortaleciendo la industria y generando un círculo virtuoso²⁴.

→ No hay dependencia de las compañías suministradoras, esto en el caso de usarla como fuente para la producción de electricidad.

Es, asimismo de considerar que el uso y aprovechamiento de la energía solar tiene sus inconvenientes o desventajas al igual que las demás energías. Entre estas desventajas podemos mencionar:

→ Generación discontinua por la propia naturaleza del recurso (día/noche), debido a esto se requiere una mayor capacidad de almacenamiento para poder abastecer normalmente los consumos nocturnos.

→ Posibilidad de cambios bruscos en la producción de energía debido a la variabilidad e imprevisibilidad de la climatología, un factor clave en esta fuente.

→ Debido al costo de las instalaciones necesarias para su desarrollo, muchas veces será necesario el subsidio del estado para que pueda ser competitiva.

→ Puede afectar los ecosistemas por la extensión ocupada para los dispositivos en el caso de grandes instalaciones.

En síntesis, las ventajas que presenta tienen mayor relevancia que los inconvenientes que pueden ocasionarse. Es importante destacar que la mayor ventaja es la de ser una energía limpia y sustentable, lo que la coloca por encima de las energías convencionales. Esto teniendo en cuenta que la energía convencional tiene un tiempo limitado y, pronto será escasa.

Al desarrollarse el mercado de producción de las instalaciones que permitan transformar la radiación en energía utilizable, estas dificultades serán

²⁴ ROMERO TOUS, Marcelo, Energía solar fotovoltaica, Editorial Ceac, (Barcelona, 2010).

superadas y se podrá avanzar hacia una mayor competitividad. Y esto, solo se puede lograr con mayores inversiones en investigación y desarrollo en el área.

3. Energía solar térmica

Esta es una de las dos formas de utilización que se le puede dar a la energía proveniente del sol. La energía solar térmica o energía termosolar, consiste en el aprovechamiento de la energía del sol para generar calor mediante el uso de colectores o paneles solares térmicos. Esta energía se encarga de calentar el agua o cualquier otro fluido a temperaturas que podrían oscilar entre los 40 y 50 grados con un rendimiento aceptable²⁵. Esta agua caliente podrá ser utilizada posteriormente para consumo doméstico, ya sea agua caliente sanitaria, como calefacción, o para producción de energía mecánica y a partir de ella, electricidad.

Con respecto a la tecnología solar térmica que convierte la radiación solar en calor, su principal componente es el captador, por el cual circula un fluido que absorbe los rayos solares. De acuerdo a la temperatura de aprovechamiento se puede clasificar el mismo en de alta (mayores a 300°C), media (desde 100°C hasta 300°C), y baja (hasta 100°C)²⁶.

La energía solar térmica de acuerdo a su uso final, se puede clasificar en función de la temperatura de aprovechamiento, esto dependerá de para que se utilice: calefacción, secado, destilación de agua, cocción de alimentos. Su empleo abarca desde el sector doméstico hasta el industrial.

En lo que hace al primer uso, la tecnología disponible actualmente en argentina, permite utilizar lo que comúnmente se denomina “calefón solar” para intercambiar calor con el equipo de acumulación integrada, o el “colector solar”, que transforma los rayos del sol en energía térmica. Estos son proyectos que se están desarrollando a través del INTI (Instituto Nacional de Tecnología Industrial) y que tiene como objetivo lograr que estos dispositivos estén disponibles para su instalación a un costo competitivo.

²⁵ FERNÁNDEZ BARRERA, Manuel, Energía solar. Sistemas térmicos ACS, Editorial Liber Factory, (Madrid, 2010), pág. 11.

²⁶ Consultas a base de datos, en Internet: www.energia.gov.ar, (agosto, 2014).

4. Energía solar fotovoltaica

Este es el otro tipo de forma en que se puede utilizar la energía solar. La tecnología fotovoltaica busca convertir directamente la radiación solar en electricidad. Basada en el efecto fotoeléctrico, en el proceso emplea unos dispositivos denominados celdas fotovoltaicas, las cuales son semiconductores sensibles a la luz solar, de manera que cuando se expone a esta, se produce en la celda una circulación de corriente eléctrica entre sus dos caras. Los componentes de un sistema fotovoltaico dependiendo del tipo de aplicación que se considere y de las características de la instalación.

La tecnología fotovoltaica actualmente ya es competitiva para prestar su servicio a zonas geográficamente distantes de la red eléctrica convencional; como por ejemplo viviendas rurales, escuelas rurales, bombeo de agua, señalización, alumbrado público, equipos de emergencia, etc.

Los sistemas fotovoltaicos pueden clasificarse en dos grandes grupos de acuerdo a si están conectados a la red o no. Los que no están conectados a la red suelen ser para cubrir pequeños consumos domésticos, estas son instalaciones aisladas que se encuentran en los hogares que consumen la energía fotovoltaica. En el otro extremo se encuentran los sistemas conectados a la red, esto es una central fotovoltaica o una instalación integrada a un edificio a gran escala para prestar sus servicios a un mayor número de usuarios.

CAPÍTULO III

MARCO LEGAL

Sumario: 1.La convención marco de las Naciones Unidas sobre cambio climático y el protocolo de Kioto; 2.Ley 26190 - Legislación Argentina; 3.Cumbre de las Naciones Unidas sobre cambio climático 2014

1. La convención marco de las Naciones Unidas sobre cambio climático y protocolo de Kioto

La convención marco de las Naciones Unidas sobre cambio climático es un documento redactado por la Organizaciones de las Naciones Unidas, y confirmada por los países miembros. También pueden adherirse a lo plasmado en el escrito otros países.

La convención marco sobre cambio climático data del año 1992, y fue realizada en la ciudad de New York. El antecedente más próximo a ella, fue la Convención de Viena para la protección de la capa de ozono, de 1985, y el Protocolo de Montreal relativo a las sustancias que agotan la capa de ozono, de 1987, que fue ajustado y enmendado el 29 de junio de 1990.

La Convención marco sobre Cambio Climático y el Protocolo de Kioto son los tratados más significativos de la preocupación de la humanidad por los efectos dañinos causados al medio ambiente.

El tratado cuenta con 26 artículos, entre los cuales se influyen definiciones sobre palabras claves, compromiso de los países parte del mismo, conformación de un organismo de control, entre otros puntos destacados. Sintetizando, el espíritu del mismo es estabilizar las concentraciones de los gases de efecto invernadero en la atmósfera a un nivel que impida que el clima se perjudique. La convención pide que los países partes de ella, presenten informes sobre impacto ambiental y emisiones de gases de efecto invernadero; y a la vez, explicar cuáles son las medidas adoptadas para disminuirlos y los planes que se ejecutaran para cumplir con los propósitos de la convención.

Es de destacar, que las partes se comprometen a promover el desarrollo y la utilización de tecnologías limpias y amigables con el ambiente. Esto mediante la posibilidad de que los países desarrollados compartan esta tecnología con los países en vías de desarrollo; y que estas naciones subdesarrolladas puedan llevar adelante este desarrollo con subsidios que el documento garantiza.

El Protocolo de Kioto²⁷ de 1997 comparte con la Convención el objetivo supremo de estabilizar las concentraciones de los gases de efecto invernadero en la atmósfera a un nivel que impida la interferencia peligrosa con el régimen climático. En la consecución de este objetivo, el Protocolo se basa y hace hincapié en muchos de los compromisos contraídos por la Convención. Solo las partes de la Convención pueden ser parte del Protocolo.

Puntualizando, tanto la Convención como el Protocolo tienen los siguientes puntos destacados:

➔ Reducir la emisión de los gases de efecto invernadero producido por los combustibles fósiles.

²⁷ Consultas a base de datos, en Internet: www.un.org, (setiembre, 2014).

→ Desarrollar tecnologías amigables con el ambiente, y lograr su intercambio desde los países desarrollados hacia los que se encuentran en vías de desarrollo.

→ Provocar un cambio y concientización en los habitantes de los países partes sobre la importancia de la preservación del medio ambiente.

→ Lograr que los países partes controlen, midan y presenten informes sobre sus emisiones de los gases de efecto invernadero.

→ Desarrollar un ambiente propicio para que los países subdesarrollados puedan obtener subsidios o prestamos de fomento a la tecnología para evitar las emisiones de los gases contaminantes.

→ Facilitar el control de la contaminación y su efecto en la climatología.

→ Desarrollar organismo que se dediquen al estudio del cambio climático y sus consecuencias.

→ Vigilar el cumplimiento de los países partes.

Argentina adopto la Convención, a través de la sanción de la ley 24295. Esta se promulgo en diciembre de 1993. Con esto, nuestro país se adaptaba a la tendencia mundial que se daba en aquel momento sobre el cambio climático y su aspecto perjudicial para la vida humana.

2. Ley 26190- Legislación argentina

Argentina cuenta con una legislación que favorece el empleo de energías renovables como modo de evitar las emisiones indiscriminadas de gases de efecto invernadero. Y de lograr el desarrollo de tecnología eficiente para servir a estas energías. Son muchas las leyes al respecto pero la más sobresaliente es la ley 26190- Regimen de fomento nacional para el uso de fuentes renovables; y el decreto 562/2009 que reglamenta dicha ley.

Este fomento de la utilización de energías renovables se da para la producción de energía eléctrica particularmente. Esta ley fue sancionada en diciembre de 2006, cuenta con 17 artículos en los cuales se tratan las siguientes temáticas:

objeto, alcance, ámbito de aplicación, autoridad de aplicación, políticas, régimen de inversiones, beneficiarios, beneficios, sanciones y fondos fiduciarios.

El objeto lo plasma el artículo 1° cuando reza: “declárese de interés nacional la generación de energía eléctrica a partir del uso de fuentes de energía renovables con destino a la prestación del servicio público como así también la investigación para el desarrollo tecnológico y fabricación de equipos con esta finalidad²⁸”.

Se establece lograr una contribución de las fuentes de energía renovables hasta alcanzar por lo menos un ocho por ciento (8%) del consumo de energía eléctrica nacional, en un plazo de diez años partir de la puesta en vigencia de la ley.

El poder ejecutivo nacional es el encargado de establecer la autoridad de aplicación. Y a través de esta autoridad de aplicación, instrumentar las siguientes políticas públicas destinadas a promover la inversión en el campo de las fuentes renovables de energía:

a) Elaborar, en coordinación con las jurisdicciones provinciales, un Programa Federal para el Desarrollo de las Energías Renovables el que tendrá en consideración todos los aspectos tecnológicos, productivos, económicos y financieros necesarios para la administración y el cumplimiento de las metas de participación futura en el mercado de dichos energéticos.

b) Coordinar con las universidades e institutos de investigación el desarrollo de tecnologías aplicables al aprovechamiento de las fuentes de energía renovables.

c) Identificar y canalizar apoyos con destino a la investigación aplicada, a la fabricación nacional de equipos, al fortalecimiento del mercado y aplicaciones a nivel masivo de las energías renovables.

²⁸ Art.1, Régimen de fomento nacional para el uso de fuentes renovables de energía destinadas a la producción de energía eléctrica (N°26.190, t.o. 2006).

d) Celebrar acuerdos de cooperación internacional con organismos e institutos especializados en la investigación y desarrollo de tecnologías aplicadas al uso de las energías renovables.

e) Definir acciones de difusión a fin de lograr un mayor nivel de aceptación en la sociedad sobre los beneficios de una mayor utilización de las energías renovables en la matriz energética nacional.

f) Promover la capacitación y formación de recursos humanos en todos los campos de aplicación de las energías renovables.

Además la ley dispone un régimen de inversiones para la ejecución de obras nuevas destinadas a la explotación de fuentes de energía renovables.

El artículo 15 de esta ley implementa un gravamen de hasta 0,3 \$/MWh (\$0,3 por cada megavatio hora consumido), que será destinado a conformar el Fondo Fiduciario de Energías Renovables, que será administrado y asignado por el Consejo Federal de Energía Eléctrica y se destinará a:

→ Remunerar en hasta 0,015 \$/kWh (\$0,015 por kilovatio hora) efectivamente generados por sistemas eólicos instalados y a instalarse, que vuelquen su energía en los mercados mayoristas o estén destinados a la prestación de servicios públicos.

→ Remunerar en hasta 0,9 \$/kWh (\$0,9 kilovatio hora) puesto a disposición del usuario con generadores fotovoltaicos solares instalados y a instalarse, que estén destinados a la prestación de servicios públicos.

→ Remunerar en hasta 0,015 \$/kWh (\$0,015 kilovatios hora) efectivamente generados por sistemas de energía geotérmica, mareomotriz, biomasa, gases de vertedero, gases de plantas de depuración y biogás, a instalarse que vuelquen su energía en los mercados mayoristas o estén destinados a la prestación de servicios públicos.

→ Remunerar en hasta 0,015 \$/kWh (\$0,015 kilovatios hora) efectivamente generados, por sistemas hidroeléctricos a instalarse de hasta 30 MW de

potencia, que vuelquen su energía en los mercados mayoristas o estén destinados a la prestación de servicios públicos.

Si bien esta legislación es muy básica y restringida, es un buen comienzo para el desarrollo de las tecnologías renovables. Y pone de manifiesto un interés como nación en el cuidado y protección del medio ambiente, y en la necesidad de buscar alternativas a la energía convencional.

3. Cumbre de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático 2014

En setiembre de este año se realizó en New York, la Cumbre del Clima. La misma tuvo por objetivo tomar medidas en determinados puntos críticos para evitar que la temperatura global suba más de dos grados centígrados.

Entre puntos críticos son: la agricultura, las ciudades, la energía, la financiación, los bosques, los contaminantes, la resiliencia, y el transporte²⁹.

En lo que respecta a la agricultura, se calcula que en un lapso no mayor a 35 años la producción de alimento tendrá que aumentar en un 60% para poder alimentar a la población mundial. Sumado a esto, el cambio climático afecta directamente a la producción; por lo cual será mucho más complejo poder abastecer un mercado de alimentos que crece y crece cada día. He aquí, la importancia de desarrollar prácticas sostenibles de agricultura.

Las ciudades son las responsables de la mayor parte de emisiones de los gases de efecto invernadero, es por ello que es necesario el compromiso de los gobernantes del mundo para disminuirlos. Cuanto más grande y desarrollada se vuelve una ciudad mayores son las emisiones dañinas que se producen.

El cambio climático está aumentando la incidencia, frecuencia y magnitud de los desastres naturales, lo que pone de manifiesto la necesidad de adaptarse y se resistente a un clima cambiante. Es a esto a lo que se denomina resiliencia, y es un punto trascendente en la agenda de los países hacia el futuro.

Reducir la producción y la emisión de los contaminantes climáticos de corta vida resulta esencial para controlar el aumento de la temperatura a nivel

²⁹ Consultas a base de datos, en Internet: www.un.org/climatechange, (setiembre, 2014).

mundial. Estos contaminantes, cuya reducida vida (en términos relativos) en la atmósfera oscila entre unos días y unas décadas, son responsables de un porcentaje considerable del calentamiento global, especialmente en las zonas urbanas y en las regiones del mundo ecológicamente vulnerables, como el Ártico. También son perjudiciales para la salud humana, la agricultura y los ecosistemas. Es por ello que también se destaca en la agenda de esta cumbre.

El transporte también es responsable de las emisiones de los gases de efecto invernadero, y con el aumento de la población este problema se acentúa. Las medidas que reducen la demanda de desplazamientos, incluida una planificación urbana compacta combinada con la ampliación a gran escala de los sistemas de transporte público, las mejoras en los sistemas de transporte de alto rendimiento energético, junto con la promoción del transporte no motorizado, podrían ahorrar a los gobiernos, las empresas y las personas hasta 70 billones de dólares para 2050, ya que la inversión necesaria en vehículos, combustible e infraestructuras de transporte sería menor³⁰.

Los bosques y los servicios que prestan a la sociedad son básicos para el desarrollo sostenible y el bienestar de la humanidad. Si bien ha habido resultados positivos en la reducción o el freno a la deforestación, siguen perdiéndose aproximadamente 13 millones de hectáreas de bosque al año, lo que supone hasta un 20% de las emisiones anuales de gases de efecto invernadero en todo el mundo³¹. El desmonte asociado al desarrollo de productos básicos agrícolas es un factor clave que impulsa la deforestación. Al mismo tiempo deben repoblarse aproximadamente 2.000 millones de hectáreas de bosques degradados y otras tierras en todo el planeta. Las medidas para luchar contra la deforestación y acelerar la repoblación de las tierras degradadas contribuirán al crecimiento económico, a la reducción de la pobreza y al aumento de la seguridad alimentaria, y al mismo tiempo ayudarán a las comunidades

³⁰ Consultas a base de datos, en Internet: www.un.org/climatechange, (setiembre, 2014).

³¹ Ibíd.

a adaptarse al cambio climático y a garantizar los derechos y los medios de vida de los pueblos indígenas y las comunidades locales.

Sin embargo, el punto más importante a destacar según el marco desarrollado en este trabajo, es la energía. Y asociada a esta cuestión, esta la financiación y recursos que se necesitan para llevar adelante un plan de desarrollo de fuentes de energía renovables. En torno al 80% de la energía mundial se suministra a través de la combustión de combustibles fósiles, que liberan dióxido de carbono y otros contaminantes a la atmósfera. Paralelamente, la demanda energética aumenta al lado de la expansión de la riqueza mundial. Es esencial realizar un cambio hacia fuentes de energía renovables como la solar, la eólica y la geotérmica, así como aumentar la eficiencia energética de los electrodomésticos, los edificios, la iluminación y los vehículos, para utilizar los recursos del planeta de manera sostenible, diversificar las economías y hacer frente de manera satisfactoria al reto del cambio climático. Energía Sostenible para Todos, una iniciativa liderada por las Naciones Unidas y el Banco Mundial, ha establecido 2030 como objetivo para duplicar la tasa global de aumento de la eficiencia energética, duplicar el porcentaje de energías renovables en la matriz energética mundial y garantizar el acceso universal a unos servicios energéticos modernos. Este proyecto es crucial en el mundo que se viene, con vistas al futuro agotamiento de los combustibles fósiles. Por otro lado, se debe apuntar a las limitaciones en cuanto a financiación que se dan al momento de desarrollar las tecnologías renovables. Para superar estos inconvenientes, tanto los gobiernos como los principales interlocutores financieros deben comprometerse a incrementar en gran medida la financiación pública y privada para hacer frente al creciente reto del cambio climático.

La reunión sobre la financiación climática tiene por objeto resaltar los objetivos y el liderazgo de los interlocutores del sector público y privado a la hora de ampliar de manera significativa la financiación de las actividades con bajas emisiones de carbono y con capacidad de resiliencia al cambio climático y de aumentar su exposición financiera a las tecnologías, empresas y activos con bajas emisiones de

carbono y climáticamente inteligentes. También subrayará la necesidad de contar con políticas y reglamentos apropiados. En síntesis, se debe poner en una balanza los riesgos de continuar con la emisión indiscriminada de gases de efecto invernadero versus los altos costos económicos que representa la adecuación a las energías de bajo impacto contaminante. En la actualidad, debe quedar claro que la postura correcta es que el precio de la destrucción del medio ambiente es infinitamente mayor al costo de protegerlo. Y las ventajas que trae aparejada esta protección también serán superiores.

CAPÍTULO IV

ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA

Sumario: 1.Definición; 2.Ventajas y desventajas; 3.Sus componentes y su funcionamiento; 4.Los costos

1. Definición

La energía solar fotovoltaica es la que se obtiene por medio de la transformación directa de la radiación del sol en electricidad. La palabra fotovoltaica se puede dividir en dos, dando sentido la definición antes expuesta, y estas palabras son:

- ➔ *Photo*: que significa luz.
- ➔ *Voltaica*: que significa o refiere a la electricidad.

En palabras sencillas, lo podemos interpretar como “electricidad producida por la luz”. El efecto fotovoltaico que basa en la capacidad que poseen algunos semiconductores de generar directamente energía eléctrica cuando se los expone a la radiación solar. Esto se da por que la luz contiene partículas que transportan energía.

Se define al sistema fotovoltaico como un conjunto de componentes mecánicos, eléctricos y electrónicos que concurren a captar y transformar la energía

proveniente del sol, en energía utilizable como electricidad³². Estos sistemas se pueden dividir en dos grandes grupos, independientemente de su uso y de su potencia, ellos son:

→ Sistemas conectados a la red: Se trata de una especie de central eléctrica solar que distribuye la energía a los distintos usuarios.

→ Sistemas aislados o no conectados a la red: Este tipo de sistema se utiliza para viviendas u otras instalaciones individuales. Debe conservar la energía captada por el sistema en baterías, así se puede mantener constante el suministro.

Este trabajo se concentra en este tipo de sistema, debido al poco desarrollo de la energía solar en nuestro país y al costo que los sistemas conectados a red pueden ocasionar. En países de Centroamérica, ya se han realizados proyectos con sistemas fotovoltaicos conectados a la red, y tuvieron buenos resultados. Sin embargo, estos realizaron a pequeña escala y con un costo alto para los impulsores³³. Pero es un gran avance en el desarrollo de tecnologías amigables con el medioambiente.

En este contexto, Argentina no ha explotado este campo, aunque en los últimos tiempos el INTA ha estado intentando con proyectos pequeños implementados a este tipo de energía y a la energía solar térmica. Con esto trata de divulgarla y buscar alternativas para disminuir los costos de adquisición de los equipos.

2. Ventajas y desventajas

Si bien la energía solar fotovoltaica tiene ventajas y muy importantes beneficios para la protección del medioambiente, también tenemos que destacar que puede presentar ciertas desventajas.

Las ventajas más trascendentes son las siguientes:

→ La operación de los sistemas fotovoltaicos es amigable con el medioambiente.

³² Consultas a base de datos, en Internet: www.agenergia.org, (setiembre, 2014).

³³ Manuales sobre energía renovable: Solar fotovoltaica, en Biomass Users Network, (Costa Rica, 2002), pág. 5.

→ La tecnología fotovoltaica ha tenido un gran desarrollo, por lo cual se produjo una disminución de los costos de adquisición de los equipos; y se espera que continúe con este descenso.

→ Los sistemas tienen una vida útil larga (generalmente entre 20 y 30 años).

→ El mantenimiento es sencillo y tiene costos bajos.

→ La instalación de los sistemas fotovoltaicos no conectados a red, es simple, rápida y solo requiere de herramientas y equipos de medición básicos.

→ Con esta tecnología se podrían superar los problemas energéticos de nuestro país. Esto traería aparejada una gran autonomía.

→ El área del NOA presenta un perfecto panorama para el desarrollo de la energía solar.

En lo que respecta a las desventajas destacamos:

→ La inversión inicial es muy alta en relación con la capacidad de pago de los individuos usuarios de esta tecnología. Es debido a esto, que en una primera etapa solo podrían ser solventados por el estado.

→ La cantidad de energía es producida es limitada si la comparamos con la producida por la energía convencional.

→ Se deben realizar estudios climatológicos para determinar si es posible la instalación y funcionamiento de los equipos en cada zona. Ya que depende de esta condición la capacidad de producción de energía.

→ Las baterías utilizadas para contener la energía captada por el sistema pueden liberar una cierta cantidad de hidrógeno durante el proceso de carga. Esto no es un problema si las baterías se encuentran en un cuarto ventilado, de lo contrario, se puede producir una explosión por la alta concentración del gas.

→ El derrame de la solución de ácido sulfúrico de las baterías representa un peligro para la piel de las personas y para el suelo. En la mayoría de los casos, esta contaminación se produce cuando se abandona de manera irresponsable a la

intemperie las baterías cuando han cumplido con su vida útil. Es por ello, que debe existir un programa eficaz de retiro y reciclaje de las baterías.

Ahora si la comparamos con la electricidad producida por los combustibles fósiles, tenemos muchos puntos a favor de la energía fotovoltaica.

Primeramente, el abastecimiento permanente de combustible que necesita una central eléctrica convencional, genera dificultades permanentes y condiciones peligrosas para la seguridad de las personas. En el otro extremo, la energía solar no tiene estas inconvenientes.

Otra problemática que presentan las plantas eléctricas convencionales esta en las emisiones de humo y el constante ruido que se producen. Si la planta no ha recibido el mantenimiento necesario, el humo puede ser intolerable y dañino para las personas que habitan cerca de ella; y para el ambiente en general. En cuanto a la contaminación sonora, este suele ser un precio tolerable por contar con la electricidad aunque esta muchas veces puede tornarse molesta para la población que vive alrededor de la planta.

En conclusión, la energía solar fotovoltaica puede generar cierto tipo de contaminación pero esta nunca podrá compararse con la que provoca la quema de combustibles fósiles. Y además, cierta parte de esta contaminación de la energía solar fotovoltaica se produce en el proceso de armado de los equipos y sistemas. Es por ello que a medida que se desarrolle e investigue este tipo de fuente de energía podrán eliminarse estos detalles indeseables.

3. Sus componentes y su funcionamiento

Un sistema fotovoltaico es un conjunto de equipos construidos e integrados especialmente para realizar cuatro funciones básicas:

- 1) Transformar directa y eficientemente la radiación solar en energía eléctrica.
- 2) Almacenar de forma adecuada la energía eléctrica generada.
- 3) Proveer adecuadamente la energía producida y almacenada por el sistema.

4) Utilizar eficientemente la energía producida y almacenada.

El funcionamiento es muy simple. Pero antes de explicar el mismo se debe tener una idea acabada sobre los elementos que conforman el sistema.

Sabemos que estos elementos cambiarán dependiendo de si el sistema está conectado a la red o es un sistema aislado; pero como la finalidad de este trabajo son los sistemas solares fotovoltaicos aislados aplicados a una unidad específica, nos dedicaremos a describir los componentes de estos.

El más importante componente es el módulo fotovoltaico o panel solar. Para definirlo, inicialmente, debemos saber cómo está compuesto. Y la respuesta a este interrogante es que se forma con celdas fotovoltaicas. Una celda fotovoltaica es un dispositivo formado por una delgada lámina de un material semiconductor, comúnmente silicio. El silicio se encuentra abundantemente en todo el mundo porque es un componente mineral de la arena. Sin embargo, tiene que ser de alta pureza para lograr el efecto fotovoltaico, lo cual encarece el proceso de la producción de las celdas fotovoltaicas. La celda capta la energía contenida en la radiación solar y la transforma en electricidad. Está hecha de una placa de silicio, normalmente de forma cuadrada, con aproximadamente 10 centímetros de lado y con un grosor que varía entre los 0,25 y los 0,35 milímetros, con una superficie de más o menos 100 centímetros cuadrados.

Comúnmente los módulos están formados por 36 celdas que se conectan de forma eléctrica y en serie. Son rectangulares y las celdas se encuentran protegidas por un marco de vidrio y aluminio. Este marco cumple con la importante función de contener y proteger a las celdas de los efectos degradantes de la intemperie³⁴. Todo el conjunto de celdas fotovoltaicas y sus conexiones internas se encuentra completamente aislado del exterior por medio de dos cubiertas, una frontal de vidrio de alta resistencia a los impactos y una posterior de plástico EVA (acetato de vinil etileno).

³⁴ Consultas a base de datos, en Internet: www.agenergia.org, (setiembre, 2014).

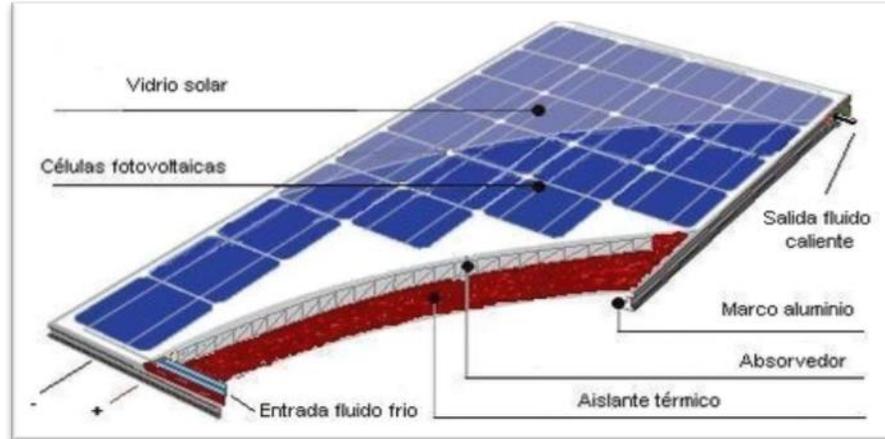


Figura 2

Hay distintos tipos de módulos, pero no hay mucha diferencia respecto de su producción. Se puede decir que lo que los diferencia es su vida útil. Dependiendo de esta mayor o menor duración los precios aumentan o disminuyen.

El siguiente componente es la batería. Debido a que la energía solo puede ser producida durante el día y con ciertas condiciones climatológicas, es necesario almacenar la radiación solar captada para utilizarla en el momento que se necesite. Es en este preciso instante en el que toma protagonismo la batería. Estas son construidas, especialmente, para realizar este trabajo. Ellas cumplen con tres funciones elementales para el funcionamiento del sistema:

→ Almacenan la energía solar en periodos de mayor radiación o de bajo consumo. Durante el día, los módulos captan gran cantidad de radiación; aún más de la que puede ser consumida por los usuarios. Es esta la energía que es almacenada por la batería.

→ Proveen la energía necesaria durante los periodos de baja o nula radiación solar.

→ Proveen un suministro estable y adecuado de electricidad para los aparatos electrónicos.

Las baterías utilizadas en estos sistemas son especiales, distintas de otras que se encuentran en el mercado a un costo más bajo. Estas trabajan con ciclos de

carga y descarga lentos, lo que significa que pueden descargar una gran cantidad de energía antes de necesitar una recarga. Se aconseja utilizar las baterías necesarias dependiendo del consumo promedio calculado, no más ya que esto ocasionaría dificultades de balance en las cargas y descargas. Deben ser colocadas en habitaciones ventiladas y alejadas del suelo ya que pueden contaminarlo, además de acortar significativamente su vida útil. Esta vida promedia entre los 3 y 5 años dependiendo de la calidad y el uso que tengan. Una vez finalizado el ciclo, deben ser descartadas o recicladas de manera responsable. Una de estas baterías puede producir contaminación al suelo sino tiene un tratamiento adecuado.

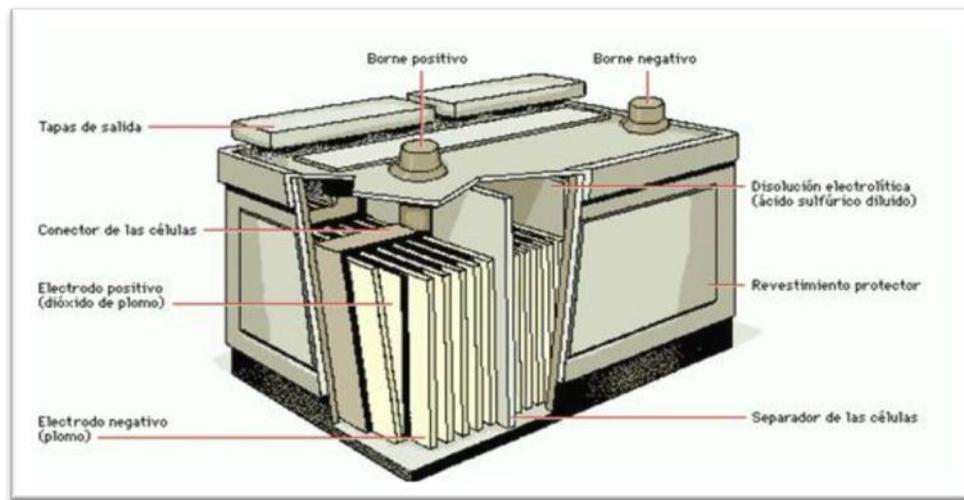


Figura 3

El regulador o controlador de carga es un dispositivo electrónico, que controla tanto el flujo de la corriente de carga proveniente de los módulos hacia la batería, como el flujo de la corriente de descarga que va desde la batería hacia las lámparas y demás aparatos que utilizan electricidad. Si la batería ya está cargada, el regulador interrumpe el paso de corriente de los módulos hacia ésta y si ella ha alcanzado su nivel máximo de descarga, el regulador interrumpe el paso de corriente desde la batería hacia las lámparas y demás cargas³⁵. Es un elemento primordial para

³⁵ Manuales sobre energía renovable: Solar fotovoltaica, Loc. Cit., pág. 11.

un buen funcionamiento, por ello debe ser instalado de forma correcta; así se evita un deterioro prematuro del equipo.



Figura 4

El último complemento que necesita un sistema fotovoltaico es un inversor. La mayoría de los artefactos electrónicos funcionan a 220 voltios de corriente alterna. Los módulos fotovoltaicos tienen otro voltaje y a diferencia de este es directo, por ello el inversor lo transforma y mantiene un flujo estable de corriente. Así se da un funcionamiento correcto en todos los aparatos electrónicos dependientes del sistema.



Figura 5

4. Los costos

La mayor parte de los costos en que se incurre son los precios de adquisición de los componentes del equipo. Estos son los componentes detallados anteriormente. Además, se debe considerar que se necesita de otros pequeños componentes como por ejemplo cables. Estos representaran entre 1 y 3% del costo total de los demás elementos.

También tenemos que incluir en este costo a la mano de obra. Esta representará entre un 10 y un 20% del total. Para finalizar, tenemos el precio del traslado de los equipos. La mayoría de las empresas proveedoras de esta tecnología se encuentran ubicadas fuera de la provincia, por ello se toma como parte del total.

Pero a la hora de tratar el mantenimiento de los equipos tenemos que reconocer que es muy básica, cualquier persona puede realizarla. Este mantenimiento no necesita de un entrenamiento especial ni de profesionalidad para ser llevado a cabo. Para ser realistas y tener una aproximación más acabada de la realidad, se puede considerar un 1% por año de vida útil del equipo.

Las baterías tienen una vida útil de 3 a 5 años, y no requieren de mantenimiento. Sin embargo, los demás componentes si la necesitan y es por ello que debe ser incluida en el presupuesto.

El presupuesto total de la adquisición y mantenimiento de los sistemas solares fotovoltaicos pueden ser más elevados que los de la energía convencional proveniente de los combustibles fósiles. Pero es en este punto donde debemos destacar un costo que no es tenido en cuenta: el costo ambiental relacionado con la contaminación ambiental.

Los costos medioambientales pueden ser definidos como los sacrificios económicos que una empresa toma con el fin de preservar el medio en el que se desarrolla. Pero no todas las empresas tiene incorporado este concepto y muchas suelen dejarlo de lado. Esto es por el hecho de que encarecería el precio final de su producto. Sin embargo, el deterioro del planeta no puede ser valorado solo en términos económicos.

En la última década, se ha tomado conciencia sobre la protección del ambiente y los costos relacionados a ello han tomado protagonismo.

Las energías convencionales y sus emisiones de gases de efecto invernadero han provocado un daño muy grande, y es en este punto donde las energías renovables y limpias toman su ventaja respecto de las otras.

CAPÍTULO V

CONSUMO Y COSTOS

Sumario: 1.Ámbito de aplicación; 2.Cálculo del consumo anual; 3.Costo por kwh de energía solar; 4.Costo por kwh de energía convencional; 5.Comparación y conclusión

1. Ámbito de aplicación

Para comenzar a desarrollar este punto debemos detenernos sobre el primer factor determinante: el usuario.

El usuario es quien usa ordinaria o cotidianamente el servicio de energía eléctrica. Éste, salvo excepciones, no sabe de dónde proviene la electricidad que utiliza en su vida diaria. Pero, lo que sí sabemos es el creciente aumento de la conciencia de los líderes mundiales por la preservación del medioambiente. He ahí, donde entran en perspectiva las energías renovables.

Para este proyecto se ha considerado una población educativa. La misma está conformada por veinticinco personas, esto entre alumnos y docentes. Y se encuentra ubicada en el interior de la provincia de Tucumán. Al ser una zona alejada geográficamente de la red principal de distribución de electricidad, generalmente se producen inconvenientes en el aprovechamiento y utilización de ella.

Nos referimos a una unidad educativa pequeña, con solo dos aulas. Con una superficie de 96 metros cuadrados.

Además, se consideran una serie de artículos electrónicos que se utilizan en la escuela.

En el listado de los mencionados artículos se encuentran los siguientes: ventilador de techo, equipo de sonido, netbook, y artículos de iluminación. Si bien se puede considerar muy poco para una escuela, se debe tener en cuenta que se encuentra en una zona rural, de poco acceso a la tecnología, con pocos alumnos y docentes.

En la figura que sigue se muestra a manera ejemplificativa un plano de la escuela:

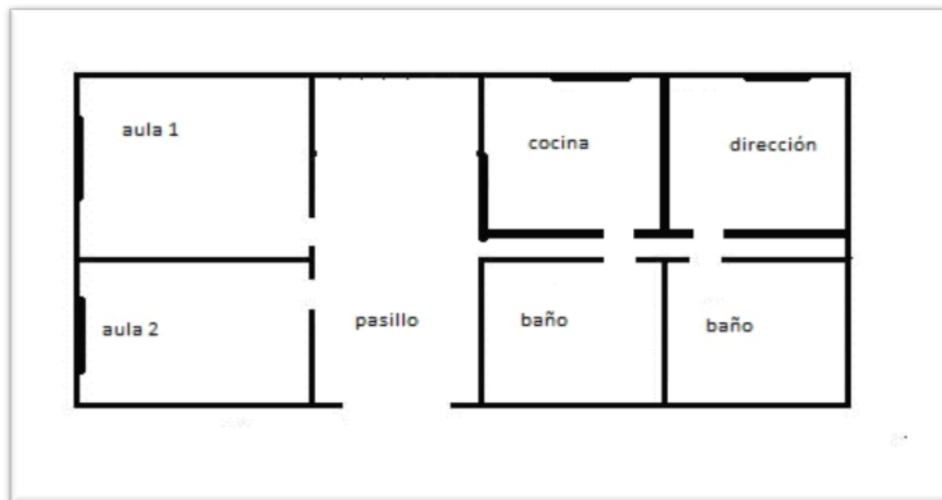


Figura 6³⁶

2. Cálculo del consumo anual

Una vez defino el usuario, debe determinarse el consumo. Este nos permite dimensionar la magnitud del tipo de inversión que se requiere, para adaptar a la capacidad que posee cada panel solar. Y en el caso de la electricidad convencional, se debe calcular el costo mensual de acuerdo a los artefactos utilizados.

La unidad de media para calcular el consumo son kilowatts horas (KWh). Por lo general, los electrodomésticos están medidos en watts (W) de potencia, es

³⁶ El plano es básico e ilustrativo, representa de manera simple el establecimiento educativo. No permite mayor detalle al no ser una parte importante del trabajo.

decir, es necesario adecuarlos para obtener una unidad de medida homogénea (teniendo en cuenta que 1kw equivale a 1000w).

El cálculo del consumo diario en kwh es el siguiente:

ESCUELA RURAL				
ELECTRODOMESTICOS	CANTIDAD	CONSUMO X KWH	HORAS UTILIZADAS	CONSUMO KWH DIARIO
VENTILADORES DE TECHO	3	0,06	9	1,62
ILUMINACION (tubos fluorescentes)	7	0,04	8	2,24
NETBOOKS	3	0,15	4	1,8
EQUIPO DE SONIDO	1	0,06	1	0,06
TOTAL	14	0,31	22	5,72

Cuadro 1

Una vez que se obtiene el consumo diario en kwh se procede al cálculo mensual y, finalmente, al anual.

Para obtenerlo se consideran meses de 30 días, y por ende, un año de 360.

El mismo se detalla a continuación:

ELECTRODOMESTICOS	CONSUMO KWH DIARIO	MENSUAL	ANUAL
VENTILADORES DE TECHO	1,62	48,60	583,20
ILUMINACION (tubos fluorescentes)	2,24	67,20	806,40
NETBOOKS	1,80	54,00	648,00
EQUIPO DE SONIDO	0,06	1,80	21,60
TOTAL	5,72	171,60	2059,20

Cuadro 2

Una vez obtenido el consumo, otro factor importante es la ubicación geográfica, ya que el funcionamiento y la capacidad de producción de los paneles solares dependen de la radiación solar de la zona. Para ello se clasifica el país por zonas como muestra el gráfico³⁷:

³⁷ Consultas a base de datos, en Internet: www.sanjuan.gov.ar, (setiembre, 2014).

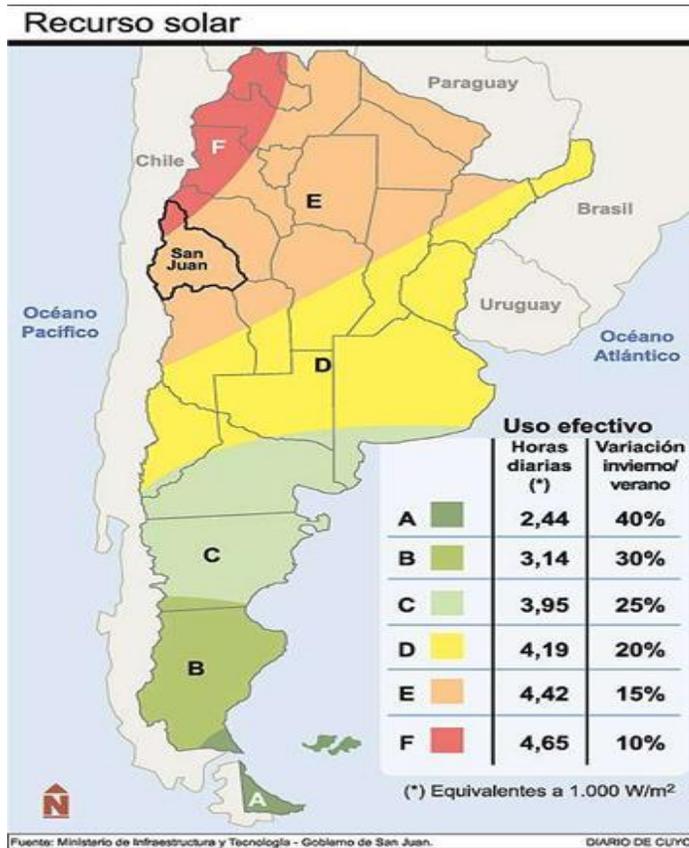


Gráfico 1

Al encontrarse nuestra provincia en el sector “E” se observa el potencial energético que se puede aprovechar. Es una de las zonas más favorables para la instalación de proyectos de este tipo.

3. Costo por kwh de energía solar

Analizando el gráfico 1 podemos definir cuál es el equipo que se adecua a los requerimientos analizados. Por este motivo, se tomó contacto con diversas empresas fabricantes provenientes de la provincia de Buenos Aires, que nos brindaron información y asesoramiento. Los precios que se manejan datan de setiembre de este año, por esto es de destacar que los precios pueden tener cierta variación.

Definidos los parámetros, se obtiene el presupuesto:

COMPOSICION DEL PRESUPUESTO					
Potencia del equipo 1000w	Neto IVA	IVA	Total	Cantidad	Total (5000w)
2 paneles ks100	\$7185,52	10,5	\$7940,00	5	\$39700,00
1 regulador jca 10x10	\$873,30	10,5	\$965,00	5	\$4825,00
1 batería ciclo prof. 115ah	\$3252,07	21	\$3935,00	3	\$11805,00
1 inversor f1- 600/12	\$1177,69	21	\$1425,00	5	\$7125,00
Cableado	\$178,51	21	\$216,00		\$1080,00
Instalación (15%)	\$984,30	21	\$1191,00		\$1191,00
Flete + seguro	\$2714,93	10,5	\$3000,00		\$3000,00
TOTAL	\$16366,32		\$18672,00		\$68726,00

Cuadro 4

El presupuesto se compone de un conjunto de equipos, que tiene una capacidad de producción de 1000W/diario (equivale a 1kw/diario) en las peores condiciones del año, es decir, que si el proyecto requiere un consumo de 5 kw/diario, esto es 5 veces el preestablecido, y consecuentemente la inversión, será 5 veces mayor.

En primer lugar, para un mejor rendimiento, tomamos un modelo compuesto por dos paneles ks100. Con esto, se deja el consumo asegurado.

Por lo tanto, para el proyecto, considerando un consumo anual de 5,72 kwh/diarios necesitamos una inversión de \$68726,00 para poder abastecer las necesidades requeridas.

Hay que tener en cuenta que estos equipos tienen una vida útil de 25 años, con la posibilidad de recuperar y extenderla hasta 30 años, con un 95% de recupero de capacidad productiva. Aunque los avances permiten una mayor prolongación de su vida útil, tomaremos la vida útil base. Con estos datos podemos obtener el costo unitario promedio anual por kwh consumido, de la siguiente manera:

$$C.U.= (\text{inversión}/\text{consumo anual promedio} \times V.U)$$

Es decir,

$$\text{Inversión}=\$68726,00$$

Consumo anual promedio= 2059,20 kwh

Vida útil: 25años

Obtenemos que,

C.U.= $68726,00 / (2059,20 \times 25) = \$1,34$

Es decir, por cada kwh consumido en el año, el costo es de \$1,34. Esto equivale a \$2759,33 por año ($\$1,34 \times 2059,20$ kwh).

4. Costo por kwh de energía convencional

La mejor forma de comparar el proyecto, es utilizar la energía más representativa tanto en el mercado internacional como en el interno, la energía convencional. Se considera energía convencional a la producida mediante la quema de combustibles fósiles. A pesar de ello, también se utilizan en Argentina otras formas de producción de electricidad como la hidroeléctrica. Pero en menor proporción, es debido a esta razón que se aboca el trabajo a esta forma.

Para ello, en el caso de la Provincia de Tucumán, la empresa distribuidora de energía es la empresa EDET S.A. Ésta en su sitio web, cuenta con información pública de los precios que se encuentran en vigencia según resolución ERSEPT N° 139/13³⁸.

Por medio de este cuadro tarifario, se puede obtener el costo mensual y anual de utilizar electricidad a través de la red de distribución de EDET SA.

³⁸ Consultas a base de datos, en Internet: www.edetsa.com, (agosto, 2014).

Con la misma cantidad de artefactos del cuadro 1, arribamos al siguiente resultado:

Composición del costo		
CONCEPTOS	Mensual	Anual
Cargo fijo	\$ 23,25	
Energía (= < 300 kwh)	\$ 94,26	
SUB-TOTAL	\$ 117,51	\$ 1.410,12
Imp. Nacional 0,6%	\$ 0,71	\$ 8,46
TIC art 65- ley 6608 1,52%	\$ 1,79	\$ 21,43
Imp. Nacional ley 25413 1,26	\$ 1,48	\$ 17,77
IVA 21%	\$ 24,68	\$ 296,12
TOTAL	\$ 146,16	\$ 1.753,91

Cuadro 3

Este cuadro se comporta de igual manera que las boletas de luz que se emiten y reparten a todos los usuarios de la provincia de Tucumán.

El consumo se divide en bloques, y cada uno tiene su respectivo precio. El 1º bloque tiene un máximo de 300 kwh. Y un segundo bloque en caso de exceder los 300 kwh para el caso de pequeñas demandas de uso general, clasificado según el cuadro tarifario de EDET como T1G, además de un cargo fijo. A pesar de tener varias formas de clasificar a los usuarios, ésta en particular es la que nos compete. Para este caso en particular, la distribución en bloques de acuerdo al consumo no excede del primero.

El cuadro tarifario, está segregado con y sin subsidios, y no tiene en cuenta los impuestos. Para lograr una aproximación más real, solo calculamos los impuestos que la firma tiene a su cargo, y no así, los subsidios actuales. Razón por la cual, asumiremos que no existe este elemento. Es un factor que distorsiona y desnaturaliza la información, motivo por el que se elimina. Hecha la salvedad, procedemos a analizar los costos.

Al ser el consumo anual de 2059,20 kwh; el costo promedio por kwh/añual consumido surge de la siguiente relación:

C.U.= total facturado en el año/el consumo del año

Es decir,

Total facturado en el año= \$1753,91

Consumo anual= 2059,20 kwh

Entonces, el C.U= \$1753,91 /2059,20 kwh

C.U.promedio= 0,85 \$/kwh

En síntesis, el costo unitario por kwh consumido utilizando como fuente para la producción la energía convencional es de \$0,85 por kwh consumido.

5. Comparación y conclusión

Ya calculados los costos unitarios por kwh por una y otra forma de producción de electricidad, y procedemos a comparar ambas.

El costo de los paneles solares es de \$1,34, mientras que el costo de la electricidad convencional es de \$0,85. Como se observa, el costo de la energía renovable es un 57,65% mayor en comparación con la energía convencional en términos económicas. Esto se debe a la poca difusión que tienen en el mercado los paneles solares, y en general las diversas tecnologías renovables.

En otros países de Latinoamérica son mucho más rentables, y uno de los mayores inconvenientes, es la falta de un marco legal claro y comprometido que le permita a las empresas fabricantes e inversores, disminuir costos y cargas tributarias. Todo esto no contribuye a la inserción al mercado de la electricidad para poder competir libremente. Por lo que en una primera impresión podría decirse que es una inversión que no es rentable en un sentido estrictamente capitalista.

Es muy importante considerar que la red eléctrica convencional no tiene tendido en algunas zonas rurales, zona como la que se analiza en el trabajo. Entonces, no es relevante la comparación pero si sirve como referencia para un análisis global.

Se sabe que el costo de la electricidad convencional es mucho más bajo que el costo de la electricidad solar fotovoltaica, pero en un contexto en el que no

cuentan con ningún tipo de energía alternativa, conviene resignar un poco más en términos de costo, para contar con la posibilidad de tener el servicio.

Las empresas de distribución de electricidad, como EDET SA, no se arriesgan a llegar a zonas rurales postergadas porque la población es escasa y esto no les permite recuperar el alto costo que provoca la instalación del tendido eléctrico. En consecuencia, la población que allí vive queda fuera del nivel de vida que se tiene en una ciudad. Se da una desigualdad manifiesta entre unos y otros habitantes. Este es un punto por el cual el estado a nivel provincial y nacional, debe desarrollar y alentar, por medio de proyectos como este, la integración e igualdad de la población rural.

Esta alternativa de instalación de paneles solares, viene a cubrir un mercado no satisfecho por la electricidad convencional. Éste, esta compuesto por personas que no cuentan con el servicio pero que quisieran tenerlo, y están dispuesto a pagar más por este privilegio con tal de aumentar su calidad de vida.

En conclusión, los costos no son lo primero en términos de mayor calidad de vida y comodidad. Las personas siempre estarán dispuestas a gastar un poco más con el fin de tener un mayor confort.

ANEXO

1. CALCULADOR DE CO2

Esta herramienta se puede encontrar en la página oficial de la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación. Colocando el consumo de electricidad, se calcula la emisión anual de CO2. En el caso de este proyecto, usamos sólo el sector de energía, pero también puede aplicarse a otros sectores como transporte, residuos, etc.

Calculador de Huella de Carbono	Valor a completar	Emisiones (Toneladas de CO₂ por año)
Energía		
¿Cuántos kWh de energía eléctrica consume por año (kwh)?		
Consumo de energía eléctrica	2059,2	0,87434
¿Cuál es su consumo de gas natural durante un año (m ³)?		
Consumo de gas natural		-
Usted emite	0,87	toneladas de CO₂ al año

APÉNDICE

COSTOS MEDIOAMBIENTALES

1. ¿Qué son los costos medioambientales?

Los costos medioambientales pueden definirse a través de dos posturas. En el primer caso, se definirían como los sacrificios económicos que las empresas u organizaciones realizan para preservar el ambiente de las posibles consecuencias negativas que sus actividades produzcan. En el segundo caso, se conceptualizarán como el costo económico producido por los efectos negativos de las actividades realizadas por las empresas u organizaciones respecto del medioambiente.

En síntesis, uno será el costo de prevención de los efectos negativos contra el medioambiente y el otro será el costo por los efectos negativos producidos en el ambiente.

Las empresas que se dedican a la producción, traslado y distribución de electricidad a base de energía convencional; suelen concentrarse en la minimización de los costos. Para llevar a cabo esta tarea, dejan de lado los costos positivos o negativos que genera la provisión este servicio y que afectan a una tercera persona³⁹. En el caso de la electricidad convencional, no se presentan efectos positivos para el ambiente pero pueden darse otros casos en los que si se den.

Producido el daño es trasladado completamente a la población y la empresa se mantiene al margen considerándolo ajeno.

Muchos de los impactos sociales y ambientales pueden ser evaluados a través de la cuantificación de las externalidades abarcando el ciclo completo de los combustibles, es decir las actividades desde la obtención del combustible hasta el desmantelamiento de las plantas de generación⁴⁰.

Los esfuerzos por medir el impacto de los efectos negativos son grandes, y alrededor del mundo; los científicos, las organizaciones gubernamentales y no

³⁹ HERNÁNDEZ SÁNCHEZ, Laura E., Metodología para evaluar externalidades en la generación eléctrica, en Boletín Instituto de investigaciones eléctricas de México, (México, 2010), pág. 3.

⁴⁰ HERNÁNDEZ SÁNCHEZ, Laura E., Loc. Cit., pág. 4.

gubernamentales se preocupan en desarrollar un método de medición y una manera de prevenirlo.

El impacto más perjudicial es la emisión de gases de efecto invernadero; si bien también se emiten otros, estos son los que preocupan mayormente en la actualidad. Estas emisiones están conformadas por dióxido de carbono (CO₂), uno de los causantes de este efecto tal maligno para el medioambiente. El dióxido de carbono se mide en toneladas, y es el elemento más representativo, razón por la cual, a pesar de los diversos componentes que tienen medición propia, se toma a éste como unidad de medida genérica para todas las demás.

2. Mercado de CO₂

Al ser las emisiones de gases de efecto invernadero las más representativas del impacto negativo originado al ambiente, con mayor precisión las emisiones de CO₂, se ha buscado una unidad de referencia para poder cuantificarlas.

Las Naciones Unidas a través de la declaración del Protocolo de Kyoto intentan regular las cantidades de CO₂ emitido por los países parte del mismo. Argentina adhiere al protocolo con la reglamentación de la ley 24295.

En la Unión Europea el protocolo se cumple, esto por medio de un compromiso de reducir sus emisiones de CO₂ a un nivel aproximado al de la década de 1990. La Unión Europea realiza una distribución en base a un histórico de emisiones de CO₂ y previsiones de producción de futuro a cada país miembro, y el gobierno estatal de cada uno realiza una asignación gratuita a las instalaciones afectadas por este mercado. Así se asegura una emisión controlada y respetando los lineamientos del protocolo mencionado.

Al realizarse esta distribución se genera un mercado, en el cual las diferentes empresas u organizaciones pueden negociar sus certificados de emisiones dependiendo de su necesidad. Por ejemplo, una pequeña fábrica puede no emitir toda la cantidad que tiene asignada, mientras que una central eléctrica convencional puede necesitar más de los que recibió; en este caso entra en circulación un mercado en el que se puede comprar y/o vender los certificados de emisiones.

El Comercio Internacional de Emisiones recoge las operaciones de compra-venta de créditos entre países en vías de desarrollo y/o industrialización para cumplir con los compromisos adquiridos en el marco del Protocolo de Kyoto reduciendo sus emisiones y, al mismo tiempo, comercializar los créditos de emisiones excedentarios a otros países⁴¹. El Régimen Comunitario de Comercio de Derechos de Emisión (RCCDE) tiene por objeto ayudar a los Estados miembros de la Unión Europea a cumplir sus compromisos de limitación o reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero de una manera rentable. El hecho de que las empresas que participan en el régimen puedan comprar o vender derechos de emisión permite reducir emisiones al mínimo costo. El modelo es muy útil y podría ser utilizado por todos los países que adhirieron al protocolo. Sin embargo, requiere de decisión política y planeación para ser implementado. Esto es de mucha dificultad para los países en vías de desarrollo. Si tenemos en cuenta que en nuestro país no hay ningún tipo de organismo que se dedique a medir y valorar las emisiones, este modelo sirve de referencia para evaluar y cuantificar el impacto en un pequeño proyecto; y paralelamente ser usado a nivel nacional.

Podemos consultar un mercado electrónico con precios públicos de emisiones de CO₂, que depende de varios factores y está expuesto a los vaivenes económicos mundiales. Se define como un mercado transparente, donde los precios son públicos y todos los usuarios cuentan con la información necesaria para negociar en él. Este mercado electrónico se denomina Sistema Electrónico de Negociación de Derechos de Emisión de Dióxido de Carbono, y se conoce con las siguientes siglas SENDECO₂. Con el sistema obtenemos los precios históricos desde su fundación el 2 de enero de 2005 hasta la fecha.

El mercado de emisiones de CO₂ tiene distintas vías para gestionar la compra y venta de derechos de CO₂:

⁴¹ Consultas a base de datos, en Internet: www.sendeco2.com, (setiembre, 2014).

→ Puede realizar operaciones bilaterales entre una empresa y otra empresa, si ambas llegan a un acuerdo de compra/venta, asumiendo el riesgo de la contrapartida de la operación.

→ Puede acudir a un intermediario (denominado bróker) del mercado que le ofrecerá un precio por el que le compra o vende sus derechos.

→ O bien, se puede operar a través de SENDECO2, La Bolsa Española de Derechos de Emisión de CO2. Donde con total transparencia y seguridad se puede ver el precio del mercado y negociar.

Así se ayuda al medioambiente y se minimiza el costo que genera su protección.

3. Cuantificación de los costos ocultos

Es importante destacar y analizar por aparte, la relevancia e incidencia que tienen los costos medioambientales; no sólo porque las empresas distribuidoras de electricidad no tienen en cuenta este factor, sino también, por la magnitud que representan. Es muy difícil hacer una estimación de cuál es el precio por dañar al medioambiente, tan difícil como ponerle precio a la vida. Sin embargo, investigadores, ambientalistas y diferentes organismos de todo el mundo, tratan de desarrollar teorías para lograr reflejar de alguna manera, como medir este daño, tanto cualitativa como cuantitativamente.

La energía eléctrica convencional, es producida mediante la quema de combustibles fósiles, la cual tiene un gran impacto negativo en el medio ambiente, con el denominado efecto invernadero, debido a la excesiva emisión de gases, como el dióxido de carbono (CO2) y el metano (CH4), entre otros.

Según datos provistos por la Secretaria de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación⁴², la emisión de dióxido de carbono total promedio anual per cápita de los argentinos es de 5,71 tn CO2. Esta cifra está compuesta según el siguiente gráfico:

⁴² Consultas a base de datos, en Internet: www.ambiente.gov.ar, (setiembre, 2014).

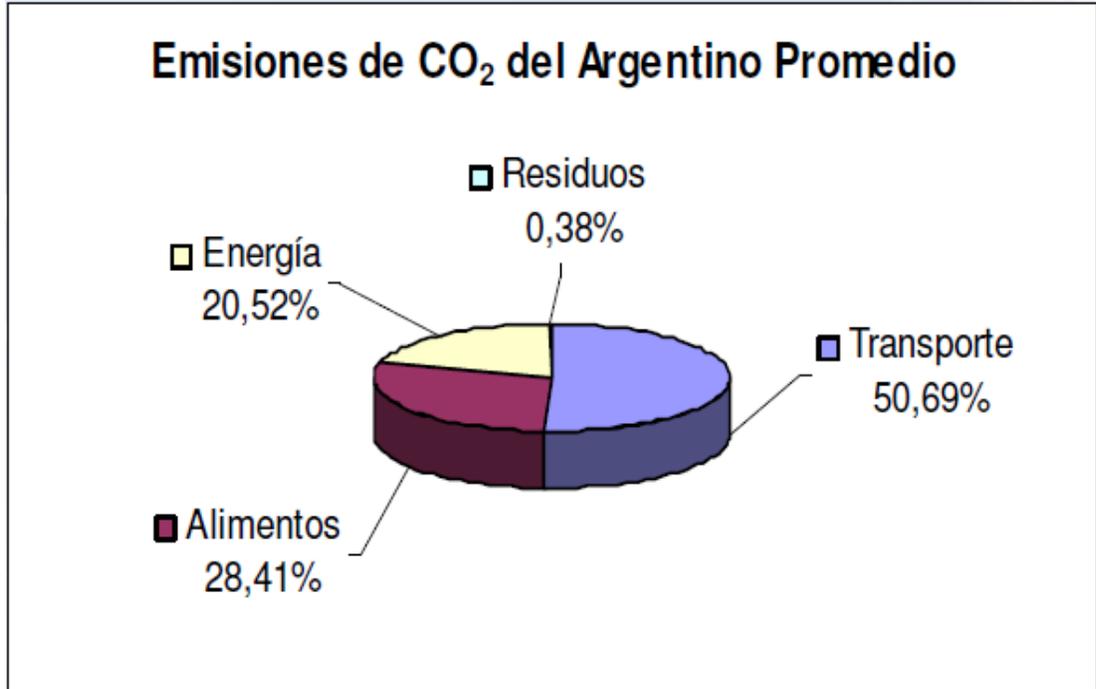


Gráfico 2

Respecto de la información que nos compete, el 20,52% de emisión de CO₂ proviene como consecuencia del consumo de energía.

Sin embargo, podemos utilizar un calculador de emisiones de CO₂ para obtener la emisión específica para el proyecto teniendo en cuenta su consumo. Es una tabla que se denomina “calculador de Huella de Carbono⁴³”, y se encuentra disponible para realizar el cálculo. Usando como dato el consumo de 2059,20 kwh anuales se obtiene una emisión de 0,87434 toneladas de CO₂ al año por la utilización de electricidad convencional.

Otro dato importante que se necesita para llevar a cabo la cuantificación de los costos ocultos es el precio por tonelada de CO₂ emitida. Para ello se utilizan las tablas previstas por SENDECO₂. En la tabla se muestra el histórico de precios del CO₂ de Octubre de 2014, expresado euros/tn:

⁴³ Consultas a base de datos, en Internet: www.ambiente.gov.ar, (setiembre, 2014).

Fecha	Precios
01/10/2014	5,82 €
02/10/2014	5,66 €
03/10/2014	5,68 €
06/10/2014	5,63 €
07/10/2014	5,71 €
08/10/2014	6,02 €
09/10/2014	6,08 €
10/10/2014	6,02 €
13/10/2014	6,03 €
14/10/2014	6,04 €
15/10/2014	6,14 €
16/10/2014	6,17 €
17/10/2014	6,11 €
20/10/2014	6,12 €
21/10/2014	6,14 €
22/10/2014	6,20 €
23/10/2014	6,30 €
24/10/2014	6,37 €
27/10/2014	6,26 €
28/10/2014	6,14 €

Tabla 5

La cotización del euro al 28 de octubre del corriente año, según el Banco de la Nación Argentina⁴⁴ es de \$11,38 para la venta.

Con estos datos podemos calcular el total de emisión de CO2 en toneladas, y el costo total de dicha emisión de la siguiente manera:

Datos:

Total de emisión tn CO2: 0,87434 tn CO2

Precio tn de CO2 en euros: 6,14 €/tn CO2

Tipo de Cambio Vendedor (TCv): 11,3800 \$/€

Entonces,

Como el precio de la tn CO2 está en euro, convertimos al TCv:

Precio tn CO2 en pesos= 6,14 €/tn CO2 x 11,38 \$/€

⁴⁴ Consultas a base de datos, en Internet: www.bna.com.ar/#billetes, (octubre, 2014).

Precio tn CO2 en pesos= 69,87 \$/tn CO2

Costo total emisión tn CO2= precio tn CO2 x total de emisión de tn CO2

Costo total emisión tn CO2= 69,87 (\$/ tn CO2) x 0,87434 tn CO2

Costo total emisión tn CO2= \$61,02

Ahora podemos calcular el costo de CO2 medido en kwh. Al ser el consumo anual de 2059,20 kwh de la población:

Costo de emisión kwh CO2= costo total de emisión CO2/ consumo anual kwh

Costo de emisión kwh CO2= \$61,62/2059,20 kwh

Costo Unitario de emisión kwh CO2= 0,03\$/kwh

El costo oculto o externalidad es de 0,03 \$/kwh. Este costo se deriva al usuario y al medioambiente considerándolo ajeno a la empresa.

4. Comparación entre la energía convencional y la energía solar

El costo oculto o medioambiental es el elemento que las empresas distribuidoras de electricidad no solo no muestran, sino que ni siquiera tienen en cuenta.

El costo unitario de los paneles solares es de 1,34 \$/kwh, mientras que el de Edet SA es de 0,85 \$/kwh, precio que no tiene reflejado el costo medioambiental de 0,03 \$/kwh.

Tan desestimado por los empresarios es el medio ambiente, que todavía no se toma conciencia de la magnitud e importancia que tiene este elemento.

Esto demuestra que al usar la electricidad convencional tiene un costo oculto que perjudica al medioambiente y a los mismos usuarios del servicio. Es una realidad que se desconoce y es por ello que es muy importante que las autoridades y la sociedad tomen conocimiento de las causas y efectos en el medioambiente.

Los esfuerzos mundiales están concentrados en buscar la manera de aminorar el impacto del efecto invernadero en el planeta, al ponerlo en términos monetarios generaría una mayor concentración de los sectores empresariales, y la

sociedad en si misma sobre estas consecuencias y se podría buscar una solución para el conflicto planteado.

El modelo plasmado en este apéndice puede ser muy útil para llevar adelante esta concientización en el estado, el sector empresario, y la sociedad.

ÍNDICE BIBLIOGRÁFICO

a) GENERAL

AMOROCHO CORTÉS, Enrique, Apuntes sobre Energía y Recursos Energéticos, Editorial UNAB, (Colombia, 2000).

CASTELLS, Xavier Elías, Energía, Agua, Medioambiente, Territorialidad y Sostenibilidad, Editorial Díaz de Santos, (Madrid, 2012).

DE JUANA SARDÓN, José María, Energías Renovables para el desarrollo, Editorial Paraninfo, (España, 2003).

MOSQUERA MARTÍNEZ, María José, Empresa y Energías Renovables: Lo que su empresa debe saber sobre energías renovables, eficiencia energética y Kioto, Editorial FC, (Madrid, 2006).

NEY, Fred J., Lecciones de Electricidad, Editorial Marcombo, (España, 1977).

ROLDÁN VILORIA, José, Fuentes de Energía, Editorial Paraninfo, (España, 2008).

-----, José, Energías Renovables: Lo que hay que saber, Editorial Paraninfo, (Madrid, 2012).

VELASCO GÓNZALEZ, Jaime, Energías Renovables, Editorial Reverte, (Barcelona, 2009).

b) ESPECIAL

FERNÁNDEZ BARRERA, Manuel, Energía Solar. Sistemas Térmicos ACS, Editorial Liber Factory, (Madrid, 2010).

JUTGLAR, Lluís, Energía Solar, Editorial Ceac, (Barcelona, 2004).

MÉNDEZ MUÑIZ, Javier María, Energía Solar Fotovoltaica, Editorial FC, (Madrid, 2007).

ROMERO TOUS, Marcelo, Energía Solar Térmica, Editorial Ceac, (Barcelona, 2009).

-----, Marcelo, Energía Solar Fotovoltaica, Editorial Ceac, (Barcelona, 2010).

c) OTRAS PUBLICACIONES

Análisis económico de los costos externos ambientales de la generación de energía eléctrica, en CEPAL (Comisión económica para América Latina y el Caribe), Naciones Unidas, (Chile, 2007).

Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático.

HERNÁNDEZ SANCHEZ, Laura E., Metodología para evaluar externalidades en la generación eléctrica, en Boletín Instituto de investigaciones eléctricas de México, (México, 2010).

Ley n°26190, Régimen de fomento nacional para el uso de fuentes renovables de energía destinados a la producción de electricidad.

Ley n°24295, Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático.

Manuales sobre Energía Renovable: Solar Fotovoltaica, en Biomass Users Network, (Costa Rica, 2002).

Programa GENREN, Licitación de generación eléctrica a partir de fuentes renovables, Secretaria de energía de la Nación, (Buenos Aires, 2009).

Protocolo de Kioto

www.agenergia.org

www.ambiente.gov.ar

www.ambientum.com

www.bancomundial.org

www.edetsa.com

www.educar.org

www.energias.org.ar

www.energizar.org.ar

www.epec.org.ar

www.sanjuan.gov.ar

www.sendeco2.com

ÍNDICE ANALÍTICO

RESUMEN	- 5 -
PROLOGO.....	- 3 -
CAPÍTULO I: LA ENERGÍA	- 5 -
1. Introducción a la energía	- 5 -
2. Definiciones	- 8 -
3. Clasificación	- 9 -
CAPÍTULO II: ENERGÍA SOLAR	- 14 -
1. El sol y su energía	- 14 -
2. Ventajas y desventajas de la energía solar	- 16 -
3. Energía solar térmica	- 18 -
4. Energía solar fotovoltaica	- 19 -
CAPÍTULO III: MARCO LEGAL.....	- 20 -
1. La convención marco de las Naciones Unidas sobre cambio climático y protocolo de Kioto.....	- 20 -
2. Ley 26190- Legislación argentina.....	- 22 -
3. Cumbre de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático 2014	- 25 -
CAPÍTULO IV: ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA	- 29 -
1. Definición.....	- 29 -
2. Ventajas y desventajas	- 30 -
3. Sus componentes y su funcionamiento.....	- 32 -
4. Los costos.....	- 37 -
CAPÍTULO V: CONSUMO Y COSTOS.....	- 39 -

1. Ámbito de aplicación	- 39 -
2. Cálculo del consumo anual	- 40 -
3. Costo por kwh de energía solar	- 42 -
4. Costo por kwh de energía convencional	- 44 -
ANEXOS.....	- 48 -
1. Calculador de CO2.....	- 49 -
2. Cuadro tarifario.....	- 50 -
APENDICE.....	- 51 -
COSTOS MEDIOAMBIENTALES... ..	- 52 -
1. ¿Qué son los costos medioambientales?.....	- 52 -
2. Mercado de CO2.....	- 53 -
3. Cuantificación de los costos ocultos	- 55 -