



Energía renovable fotovoltaica distribuida para aumentar competitividad y reducir costos

Guevara-Valdez, Jaime Alejandro¹; Cruz-Morales, Verónica²; Chavarría-López, Leticia Refugio³ & Ramos-Mendoza, José Roberto⁴

¹Instituto Politécnico Nacional, Sección de Estudios de Posgrado e Investigación de la Escuela Superior de Comercio y Administración Unidad Santo Tomás
Ciudad de México, México, jalejandro3000@gmail.com, Prolongación M. Carpio No. 471, Col. Plutarco Elías Calles, (+52) 55 3803 3651

²Instituto Politécnico Nacional, Sección de Estudios de Posgrado e Investigación de la Escuela Superior de Comercio y Administración Unidad Santo Tomás
Ciudad de México, México, veronicacruzmorales@yahoo.com.mx, Prolongación M. Carpio No. 471, Col. Plutarco Elías Calles, (+52) 55 3211 5210

³Instituto Politécnico Nacional, Sección de Estudios de Posgrado e Investigación de la Escuela Superior de Comercio y Administración Unidad Santo Tomás
Ciudad de México, México, letychavarría2004@yahoo.com.mx, Prolongación M. Carpio No. 471, Col. Plutarco Elías Calles, (+52) 55 5729 6000 ext. 61638

⁴Instituto Politécnico Nacional, Sección de Estudios de Posgrado e Investigación de la Escuela Superior de Comercio y Administración Unidad Santo Tomás
Ciudad de México, México, drjrrm@hotmail.com, Prolongación M. Carpio No. 471, Col. Plutarco Elías Calles, (+52) 55 5729 6300 ext. 61804

Información del artículo arbitrado e indexado en Latindex:

Fecha de envío: 20 abril de 2017

Fecha de revisión: 17 mayo de 2017

Fecha de endoso: 21 mayo de 2017

Fecha de aceptación: 19 mayo de 2017

Fecha de publicación en línea: 1 julio de 2017

Resumen

En este trabajo se pretende demostrar que el uso de paneles fotovoltaicos en las empresas es una herramienta de inversión que puede ser factor para ser competitivas al reducir costos. Se aborda la razón por la cual se han desarrollado estas tecnologías desde una perspectiva ambiental y por el hecho de que los recursos actuales como son los hidrocarburos son finitos. El estudio se realiza en empresas de la Ciudad de México y la Zona Metropolitana, de donde se obtiene una muestra de empresas y colaboradores con los cuales se platicó de una forma semiestructurada para obtener impresiones, información y datos. Solamente dos empresas colaboraron con los investigadores para desarrollar un estudio de viabilidad de un posible proyecto de implementación de paneles fotovoltaicos para determinar el retronó de inversión. Se destaca que la cultura del ahorro en electricidad no es un tema

prioritario en las empresas, así como el casi nulo conocimiento de beneficios fiscales por el uso de tecnologías “sustentables” en las empresas independientemente si son para generar electricidad o tratamiento de aguas o para producir biocombustible para auto consumo, así como el retorno de inversión que depende de la inversión realizada.

Palabras clave: Energía sustentable, energía solar fotovoltaica, competitividad, reducción de costos.

Summary

This paper aims to demonstrate that the use of photovoltaic panels in companies is an investment tool that can be a factor to be competitive when reducing costs. It addresses the reason why these technologies have been developed from an environmental perspective and the fact that the current resources such as hydrocarbons are finite. The study is carried

out in companies of the City of Mexico and the Metropolitan Area, where a sample of companies and collaborators is obtained with whom it was discussed in a semi-structured way to obtain impressions, information and data. Only two companies collaborated with the researchers to develop a feasibility study of a possible project to implement photovoltaic panels to determine the investment return. It is highlighted that the culture of saving in electricity is not a priority issue in companies, as well as the almost no knowledge of tax benefits from the use of "sustainable" technologies in companies regardless if they are to generate electricity or water treatment or Produce biofuel for self consumption, as well as the return on investment that depends on the investment made.

Key words: Sustainable energy, photovoltaic solar energy, competitiveness, cost reduction.

Introducción

El ser humano se encuentra inmerso en actividades económicas que a su vez provocan impactos negativos al ambiente, estos daños al ambiente afectan tanto a países desarrollados como a países en vías de desarrollo y el daño al ambiente es directamente proporcional a la actividad que se realiza.

Jiménez (1997) conecta el deterioro del ambiente con los países avanzados por medio de su producción y consumo y lo considera insostenible, en contraste con los países menos desarrollados donde percibe la degradación del ambiente con la pobreza, en este sentido, de seguirse con estas líneas de acción la humanidad puede sufrir descalabros muy grandes.

En este contexto, el ser humano ha ayudado acelerando el cambio climático mediante el calentamiento global que genera el efecto invernadero de gases emanados a la atmósfera, provocadas por la alta producción sin control como por un consumo desmedido, así como por la pobreza y la mala distribución de los bienes y servicios que ofrece la tierra (Jiménez, 1997) afectando el medio socioeconómico y ambiental provocando problemas para las generaciones actuales y las futuras (Colín, 2003).

Así, en el período de la Revolución Industrial y la tecnificación, el mundo se dispuso a la energía proporcionada por el carbón, la cual cambió la actividad económica de ser agraria a industrial, (Hormeache, Pérez de Laborda, & Sáenz de Ormijana, 2008). Por otro lado, las investigaciones y los desarrollos de tecnologías que siguieron, dieron origen al motor de combustión interna alimentado por gasolina, otorgando al petróleo, a partir de la primera extracción realizada en 1859 (Tarbell, 1904) la supremacía energética sobre el carbón, en este sentido, el petróleo ha evolucionado el dinamismo y crecimiento económico, así como cambió el desarrollo social a una velocidad extraordinaria, provocando altos índices de dióxido de carbono (CO₂) y otros gases de efecto invernadero (GEI) lo que resulta en un aumento a la temperatura global del planeta modificándose los patrones climáticos ocasionando daños al ambiente y a la sociedad (WWF, n.d.).

Por lo tanto, es necesario actuar de inmediato para limitar el incremento promedio de la temperatura global a menos de 2°C, a partir del cual los daños pueden ser irreversibles y el deterioro en la calidad de vida muy significativo (WWF, n.d.). Por otra parte, se conoce que los recursos energéticos son finitos, incluso, Hormeache, et al. (2008, p. 14) citan al economista Jevons que en 1865 predecía que una escasez de carbón

paralizaría el crecimiento económico antes de que trasciriera un siglo, porque no habría ninguna fuente de energía que lo sustituyera, así mismo usando el mismo razonamiento de Jevons aplicado al petróleo se puede estimar la misma corriente, una vez agotado el recurso la actividad económica se frenaría.

Además, no se puede pasar por alto que estas riquezas fósiles son finitas y que se debe actuar en consecuencia, ya que la energía es un recurso básico hoy día y no se puede prescindir de ella. La energía es un recurso empleado en cualquier actividad económica, se convierte en un recurso necesario para el ser humano, ya que, sin energía, prácticamente se detiene la actividad económica y esto frena el crecimiento y desarrollo de la zona, región o país. Si este panorama se traslada a nivel mundial, las consecuencias pueden ser fatales.

Por otro lado, las empresas son entes que utilizan la mayor escala de energía y por consecuencia ellas, pueden ser parte de una solución que si no es total, es parte importante en la mitigación de GEI, así las empresas requieren hacer uso de recursos humano, hídrico, energético y de capital básicamente, sin uno de estos recursos una empresa se puede observar invalida, como si le faltara un miembro para poder operar al 100%.

Así, la ciencia y la tecnología han aportado lo suficiente para la generación de energía mediante fuentes renovables. Así, por ejemplo; se ha desarrollado mediante la fuerza del viento, velas para mover barcos, molinos de viento para la trituración y pulverización de granos o extracción de recurso hidráulico, por otro lado, el uso de animales de carga para transportar mercancía o en la molienda de grano en molinos jalados por éstos animales (Chirgwin, Roover, & Dijkman, 2000), también utilizados para el arado de tierras.

A su vez, la utilización de madera, hojas, ramas, leña o productos obtenidos a partir de materia orgánica (IDAE, 2012) para generar calor o energía, otros medios para generar energía más modernos son mediante el viento con aerogeneradores o mediante corrientes de aguas en ríos llamada hidroeléctrica o usando la fuerza de las corrientes marinas o movimiento de olas.

La energía nuclear es otra alternativa en la generación de energías, habiendo división de opiniones a favor de la utilización y explotación de éste último método de generación de energía. Otros métodos creados a partir de la reutilización de vapores y gases, son la cogeneración y el ciclo combinado, que es el aprovechamiento de residuos de calor o gases en plantas eléctricas para producir energía (ABENGOA), ésta última tecnología ha tomado fuerza y en especial utilizando carbón como fuente energética. Por otro lado, la acumulación de calor por radiación solar, la radiación solar térmica y la radiación solar fotovoltaica también son técnicas y tecnologías para adquirir energía.

A pesar de la existencia de numerosos métodos y técnicas para generar energía de forma limpia utilizando recursos renovables, la realidad es que son costosas todavía de implementar, aunque algunas de ellas están reduciendo la diferencia de costos con respecto a los costos de generación de energía en base a los recursos no renovables (petróleo, carbón y gas), por ejemplo, la energía hidroeléctrica a gran escala es atractiva porque puede ser una de las fuentes menos costosas de electricidad cuando se considera durante todo su ciclo de vida (Dolezal, Majano, Ochs, & Palencia, 2013).

Comparando lo señalado en el informe que presentaron Dolezal, Majano, Ochs, & Palencia (2013) en un estudio para Centroamérica, donde indican que después de costos iniciales relativamente altos (principalmente para construcción de presas y embalses), la energía hidroeléctrica tiene menores gastos recurrentes, tales como los crecientes costos del combustible de la energía basada en carburantes fósiles, esta conclusión, puede aplicarse a energías eólica, térmica y fotovoltaica, debido al hecho de que estas tecnologías están siendo implementadas con mayor frecuencia por gobiernos, instituciones y conglomerados mundiales, logrando el efecto de disminución de costos.

Así, la producción a gran escala de paneles fotovoltaicos para parques o granjas de generación de energía eléctrica a través de fotoceldas o para instalaciones residenciales, comerciales e industriales está logrando reducir los costos a nivel mundial, tornándose más accesibles (Alonso, et al., 2002).

Además, mediante las tecnologías utilizadas actualmente para la explotación, transformación y distribución de los hidrocarburos, resultan recursos energéticos económicos, lo que los hace, codiciados a nivel mundial y principalmente por las grandes y atroces potencias económicas, que no siempre son gobiernos o países, también lo conforman empresas o consorcios internacionales privados (Aufheben & Wildcat, 2010).

A los hidrocarburos, se les denomina combustibles fósiles, debido al resultado entre el efecto bioquímico de descomposición y las reacciones químicas que se producen en material orgánico, lo cual se produce a lo largo de millones de años, tiempo necesario para que se gestionara en ciertas zonas tectónicas y se conformara en un recurso tan demandado hoy en día y que, desde su descubrimiento, el ser humano lo ha utilizado como energético. Además, la naturaleza no puede producir el recurso tan rápido como éste es extraído y usado, y tal y como lo señalan Aufheben & Wildcat (2010), el recurso se torna aún más codiciado. De acuerdo a registros mundiales, los combustibles fósiles se han concentrado por procesos naturales en pocos países. Dos tercios de las reservas probadas de petróleo del mundo, se encuentran en el Oriente Medio y en el Norte de África (SENER, 2015).

Esta concentración de recursos escasos ya ha dado lugar a importantes crisis y a conflictos mundiales, tales como la crisis mundial del petróleo de 1973 (Malavé, 1982) y la Guerra del Golfo en 1990 (Aufheben & Wildcat, 2010), entre otros, teniendo el potencial de crear en el futuro, problemas similares o incluso de mayor gravedad.

Además, hay que mencionar que la energía obtenida de los hidrocarburos al pasar por los procesos de transformación y uso que básicamente es mediante la combustión o quema de los mismos, emiten y producen partículas y gases tóxicos, los cuales se denominan gases efecto invernadero (GEI).

En relación con la generación de energía eléctrica, ésta se efectúa en grandes instalaciones termoeléctricas que requieren de la quema o combustión de recursos fósiles, en el caso de centrales hidroeléctricas que requieren del cauce de un río mediante la preparación de una presa (CFE, 2014) o en complejos nucleares ubicados cerca de grandes fuentes hidrológicas (Energía, 2011) y en décadas recientes se han incorporado instalaciones de aerogeneradores, paneles térmicos solares o paneles solares fotovoltaicos, llamadas parques,

huertos (Ruiz, 2011) o granjas (Bustillo, Calidonio, O, Portillo, & Zuniga, 2013) de energías renovables, donde la generación de energía eléctrica se acerca a las zonas del recurso energético.

De manera que, las instalaciones, estén próximas e inmediatas a la fuente energética, así se produce una vasta cantidad de energía eléctrica la cual es transportada por la red eléctrica, llegando a subestaciones donde se retransmite o se distribuye a usuarios finales; a la industria, al comercio y al sector residencial. De ahí que, a la generación de energía situada en la proximidad de la fuente energética se le conoce como generación de energía centralizada (CFE, 2014), las cuales son excelentes a escala de rendimientos económicos, por el volumen de energía que generan, pero transmiten la electricidad normalmente a muy grandes distancias, es decir, generan la energía cerca de la fuente energética y la deben transportar por cableado a las poblaciones y ciudades las cuales se encuentran a grandes distancias de las plantas eléctricas. Debido a las distancias de transporte de la energía eléctrica, ésta, sufre una caída de tensión, resultando en un rendimiento energético bajo, así como también afectan al ambiente debido al tendido de cable, a las torres y a las ondas y frecuencias que emite a su paso.

Por otro lado, existe otro arreglo en sistemas eléctricos denominado generación de energía distribuida. Se entiende por generación distribuida todas aquellas fuentes de energía eléctrica que se conectan en las redes eléctrica (García, 2006) lo más próximo al lugar de consumo. La generación distribuida da otro enfoque. Reduce la cantidad de energía que se pierde en la red de transporte de energía eléctrica ya que la electricidad se genera muy cerca de donde se consume, a veces incluso en el mismo inmueble o instalación. Esto hace que también se reduzcan el tamaño y número de las líneas eléctricas que deben construirse y mantenerse en óptimas condiciones (García, 2006).

En consecuencia, los sistemas de energía eléctrica distribuida, esencialmente la incorporación de pequeños productores-consumidores de energía, principalmente a nivel doméstico, pero también de usuarios industriales y comerciales de mediana y gran escala, se están convirtiendo en un elemento importante en algunos países de Europa y América del Norte (Vergara, Fenhann, & Schletz, 2016).

Estos sistemas pueden mejorar la confiabilidad a nivel local y contribuir a reducir las pérdidas en la transmisión, como lo señalan Vergara, Fenhann & Schletz (2016), la energía distribuida confiere ventajas en las áreas de alta dotación de energía solar y eólica, donde los costos de transmisión pueden ser comparativamente más bajos.

Las tecnologías que se adaptan a estas configuraciones son; la energía eólica con los aerogeneradores de pequeña escala y la energía solar fotovoltaica, existe otro tipo de generación de energía que también se puede adaptar, ésta es la de ciclos combinados y cogeneración, éstas últimas, más viables para la industria, mientras que las primeras mencionadas, las que utilizan la fuerza del viento y la luz solar, se adaptan a todos los sectores de una sociedad; a la industria, al comercial y al residencial.

La intención entonces es, aprovechar de la mejor manera posible los recursos disponibles para obtener energía eléctrica dañando lo menos posible al ambiente para que la sociedad se desenvuelva en un entorno limpio de contaminantes

atmosféricos. Esto apoya los conceptos mundiales de los objetivos del milenio de vivir en un planeta mejor (PNUMA, 2012).

En este sentido, el presente trabajo pretende explicar cómo las empresas y el sector residencial de alta demanda de energía eléctrica puede apoyar a reducir contaminantes a la atmósfera mediante el uso de paneles fotovoltaicos conectados en sistemas distribuidos aprovechando la energía solar y de manera indirecta contribuir a mejorar la gestión y administración de los hidrocarburos, por otro lado, a las empresas les reditúa en el aspecto de la competitividad, permitiendo lograr reducciones en costos de facturación por energía eléctrica.

De esta manera, esta tarea se propone mediante la incorporación de paneles fotovoltaicos en las empresas con el fin de que las mismas empresas generen si no el total de la energía eléctrica que requieren para sus operaciones diarias, logren generar un porcentaje de acuerdo a sus capacidades y recursos y que en el tiempo puedan lograr incrementar la infraestructura solar fotovoltaica para reducir en la mayor medida posible su dependencia energética de la(s) compañía(s) estatales o privadas que proveen de energía eléctrica y en un mediano tiempo gestionar y administrar sus recursos para ser competitivos en su rama o industria.

Ahora bien, la propuesta se desarrolló en base a energías sustentables, específicamente en sistemas solares fotovoltaicos ya que en la actualidad la generación tradicional de energía eléctrica en México provoca altos índices de emisiones a la atmósfera de gases de efecto invernadero y la tendencia es un crecimiento en la facturación por electricidad, por otro lado el costo de generar energía eléctrica mediante centrales térmicas, hidroeléctricas, geotérmicas o nuclear e incluso las nuevas plantas eólicas resulta costoso, ya que por lo menos se debe pagar recurso humano especializado y de ahí empiezan a surgir otros costos como podrían ser mantenimientos, refacciones, insumos, reparaciones, etc.

Por otro lado, existen costos que no son contemplados, como pueden ser los costos por contaminación al aire por emisiones en la quema de hidrocarburos para generar energía eléctrica o los costos por alterar los ecosistemas con centrales hidroeléctricas que a su vez pueden llegar a contaminar las aguas o los costos derivados de las perforaciones necesarias para adquirir los hidrocarburos o el calor interno de la tierra alterando la naturaleza o hasta contaminando aguas profundas o los costos futuros de los bunkers para almacenamiento de residuos nucleares, entre otros.

Ahora bien, la generación de energía eléctrica mediante celdas fotovoltaicas ofrece ventajas tanto ambientales como sociales y económicas, además las celdas solares pueden instalarse donde exista radiación solar, en este sentido en todo el mundo existe radiación solar, así en países como Alemania con menor radiación solar diaria que en países más cercanos a la Línea del Ecuador, en este contexto, México es uno de los países con mayores índices de radiación solar, por lo que es inexcusable no aprovechar la tecnología y sobre todo el recurso que ofrece el Sol, la radiación solar.

Además, la tecnología de paneles solares fotovoltaicos se puede aplicar de forma descentralizada o distribuida en un sistema energético y es una tecnología modular. La aplicación de generación de energía distribuida se refiere a que puede

instalarse en pequeñas islas y conectarse a la red general de electricidad con unos cuantos dispositivos especiales y el ser modular se refiere a que la instalación puede modificarse y crecer de acuerdo a las características del espacio, de los recursos y de las necesidades.

Ahora bien, el trabajo se realizó mediante el apoyo por parte de una empresa que proporcionó el recibo de luz para poder estimar su costo energético (en electricidad) y para poder evaluar proyectos que los investigadores solicitaron cotizar a empresas expertas en instalación de sistemas fotovoltaicos.

En este sentido, otra opción pudo haber sido el uso de mini aerogeneradores pudiendo hacerse mixto, ya que tanto los mini aerogeneradores como los paneles fotovoltaicos son tecnologías modulares y escalables, asimismo ambas pueden ser conectadas a la red general de electricidad, así como conectarse en sistemas distribuidos en la red eléctrica.

Marco teórico

Considerando por un lado que, los recursos que en la actualidad se usan para generar energía eléctrica son finitos (WEC, 2013), se infiere que los precios de éstos van a aumentar conforme se agoten los yacimientos para la extracción de los hidrocarburos y será más complicado y costoso extraer el recurso.

Por otro lado, las actividades económicas en general, requieren el uso de la energía y como la *World Energy Council* (2013) lo describe, la energía se desempeña como el principal "combustible" para el desarrollo social y económico y puesto que las actividades relacionadas con la energía tienen impactos ambientales significativos, es importante encontrar alternativas viables, así entonces con la existencia de tecnologías maduras y viables para el aprovechamiento de las energías renovables (de Buen, 2006), se puede pensar en aprovechar los recursos que México posee para generar energías en base a fuentes renovables.

Basta como muestra mencionar que, casi tres cuartas partes del territorio nacional se puede considerar como de alta irradiación solar. Como indica Lozano (2013), México forma parte del "cinturón solar" presentando niveles de radiación solar mayores a 5 kWh/m²—día en promedio (se lee, 5 kilo watts hora por metro cuadrado en un día), haciendo de la tecnología solar fotovoltaica que transforma directamente en energía eléctrica la radiación solar, una de las alternativas más atractiva tanto a nivel nacional como a nivel mundial y en México no se aprovecha esta fuente de energía.

A esto hay que sumar, que para el 2016 en la república mexicana se ha usado muy poco la tecnología que permite generar energía mediante la captación de luz solar con paneles solares fotovoltaicos. En México no se instalan e integran a la red eléctrica nacional plantas pequeñas que se encuentren más cerca de los usuarios finales (o incluso dentro de sus propias casas o instalaciones) y permitan mayores eficiencias energéticas a los inmuebles, disminuyendo impactos ambientales globales y obteniendo costos menores para los usuarios y para la economía en general (de Buen, 2006).

Considerando que casi toda actividad económica funciona con energía eléctrica y que sin ella las empresas quedarían fuera de toda función, resulta entonces que la energía eléctrica es necesaria para poder participar en el mercado, crecer y

desarrollarse. Si se careciera del servicio de la energía eléctrica el panorama se puede observar complicado, por ejemplo: las fábricas no podrían producir productos de primera necesidad, las noches en las ciudades serían muy oscuras y las actividades terminarían muy temprano, la elaboración de alimentos sería limitada a las posibilidades de los recursos con los que se cuentan y así se podrían dar más ejemplos que ilustren un mundo sin energía eléctrica.

Por otro lado, resalta que generar energía eléctrica mediante recursos no renovables es sinónimo a contaminación y emisión de gases efecto invernadero, ya que los procesos para generar energía consisten en la quema de los hidrocarburos, que es la manera tradicional de generar energía, excepto si se implementan sistemas como el de ciclo combinado o la cogeneración los cuales capturan emisiones de CO₂ para reutilizarlos para generar energéticos. En México, en 2002 (INECC) la contribución de emisiones de CO₂ a la atmósfera por la quema de hidrocarburos, representó el 24% mientras que para 2010 disminuyó alrededor de 2 puntos porcentuales, con una contribución de emisiones de CO₂ a la atmósfera de 21.8% del total de los gases efecto invernadero que se emiten a la atmósfera (INECC, 2013).

Estos datos muestran que las políticas públicas que se han implementado, así como los esfuerzos por parte de las diferentes instituciones y organismos nacionales no han sido muy gratos, por otro lado, la energía solar fotovoltaica se encuentra en el 4° lugar solo por encima de la generación de energía eléctrica por medio de biomasa (DOF, 2014) y ésta misma, la energía solar fotovoltaica, se encuentra en el primer lugar de generación de energía eléctrica con potencial posible aprovechable, según el Inventario Nacional de Energías Renovables (INER) realizado por la Secretaría de Energía (SENER), (DOF, 2014), pero no se ha explotado en México, una razón puede deberse a los altos costos en invertir en sistemas fotovoltaicos.

Así, por ejemplo, los sistemas instalados en los tejados de las casas son una solución mayoritaria en Japón y Alemania, así como las grandes centrales son solución mayoritaria en España (Alonso, et al., 2002), aprovechando un recurso natural, sustentable y sostenible, el Sol, situación que en México no se contempla por los empresarios y donde existe una amplia oportunidad en este sentido, en México el mayor uso que se le da a los paneles fotovoltaicos se le da en sistemas aislados de la red eléctrica nacional.

Así, empresas en México podrían seguir ejemplos como, la empresa *Beiersdorf Manufacturing* ubicada en Argentina, perteneciente a la provincia de Barcelona en España que ha implementado sistemas fotovoltaicos para autoconsumo, logrando cubrir alrededor del 6% de la energía que requiere en sus operaciones, ahorrando 18,000 euros anuales en su factura, la instalación se amortizará en 8 años (Merino, 2013) o por ejemplo inspirarse en IKEA, fabricante sueca de muebles que ha instalado más de 700.000 paneles solares en sus locales de todo el mundo y se ha comprometido a comprar y operar más de 300 turbinas eólicas, con el objetivo de que para el 2020 sea 100% renovable en energía; es decir, que sea capaz de generar la misma cantidad de energía renovable que consume (IKEA, 2016).

Como estos ejemplos, existen muchos en todo el mundo, donde empresarios mexicanos pueden basar esas experiencias y conocimientos para su propio bien. Incluso se tiene el ejemplo

en México de, el primer caso de éxito registrado tanto en México como en toda América Latina con instalaciones solares fotovoltaicas, protagonizado por la firma extranjera Walmart que en 2009, inauguró la instalación en la cubierta de una tienda Aurrera en el Estado de Aguascalientes, un arreglo de 1,056 paneles fotovoltaicos con los cuales genera el 20% del consumo total de energía (Walmart, 2009), éste último, como un ejemplo de que en México las empresas pequeñas y medianas pueden realizar instalaciones para reducir costos y aumentar beneficios sociales y ambientales.

Así, las nuevas tecnologías permiten observar un panorama en el cual la disminución de gases de efecto invernadero (GEI) se hace evidente y la generación eléctrica requiere de muchos esfuerzos tanto económicos como sociales, que ésta generación y las que vienen deben enfrentar, en este sentido y en contraste con los hidrocarburos, la abundancia energética que suministran los combustibles fósiles puede explicar el progreso social y económico que las últimas generaciones han gozado, ésta tendencia va tomando un sesgo distinto, por un lado, por la limitante que representa el suministro de los hidrocarburos debido a; yacimientos por vaciarse, complejidad en la extracción y por las profundidades en que cada vez se encuentran los recursos y por otro, debido a la huella ambiental que dejan en su camino (UB, n.d.) y los grandes efectos secundarios en el planeta.

La energía por ser un tema delicado debido a que representa un recurso con el cual el hombre interactúa de forma directa, un recurso de uso diario e indispensable para cualquier actividad que desarrolla, no puede tomarse a la ligera. Como se expone en el Informe de las Naciones Unidas Sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo 2014, la energía constituye el núcleo del desarrollo sostenible y necesita ser reconocida como tal (Connor & WWAP., 2014), pero principalmente como energía limpia, como una energía que cumple con las directrices que plantea la sustentabilidad, en el sentido de ser amigable con el ambiente, benéfica para la sociedad y redituable, esto es en sentido de “generación vs consumo” y que además perdure en el tiempo, surgiendo la energía sustentable.

Así en México, aún después de la Reforma Energética de 2013-2014, se sigue apostando por los hidrocarburos como fuente energética primaria registrando para el 2005 un 44.7% del total generado donde se involucran las centrales termoeléctricas, además, se han activado centrales termoeléctricas con tecnologías de captura de carbono y de ciclos combinados para aprovechar al máximo los recursos energéticos sumando al mix energético otro 34.5% de energía producida catalogada por algunos expertos y organizaciones como energías limpias (CFE, 2007), el resto está compuesto por energías de producción limpia, como; 4.9% de energía nuclear, la geotermia y la eoloelectrica sumaron el 3.3% y la hidráulica aportó el 12.6% restante.

Esas decisiones realizadas en el pasado, permiten decir ahora (2017) que, aunque el país ha desarrollado sus actividades económicas sin falta del recurso energético y en específico de energía eléctrica, las consecuencias se pueden observar en la contaminación de algunas de las ciudades de mayor actividad industrial y económica. Lo que abre oportunidades a impulsar e implementar tecnologías limpias como la energía solar fotovoltaica e incluso a otras energías renovables.

Según un estudio de la CFE proyectando un escenario de planeación de la composición de la capacidad energética para el año 2026, la tendencia es apostar al ciclo combinado y a la captura de carbono, así como al aumento de centrales carboeléctricas, lo que se traduce en la explotación de hidrocarburos. A las energías limpias le toca un crecimiento aproximado de 5 puntos porcentuales con respecto al 2005.

Así, se pretende explicar que con el uso de sistemas fotovoltaicos para generar energía eléctrica en sistemas distribuidos puede ser una opción viable para las empresas y al implementarse en una gran porción de empresas a nivel nacional puede ser un factor de competitividad para la compañía proveedora de electricidad, así como para la nación.

Aprovechamiento energético de las energías sustentables

Las energías sustentables son aquellas que se pueden obtener de tal forma que, la fuente sea natural, inagotable y respetuosas con el medio ambiente y aún más importante, que perdure en el tiempo, es decir, que sea sostenible. Casas, et al., (2007) se refiere a las energías renovables como aquellas que se obtienen de fuentes naturales inagotables, unas por la inmensa cantidad de energía que contienen y otras porque son capaces de regresarse por medios naturales, asimismo son fuentes de abastecimiento energético respetuosos con el ambiente, pero en algunos casos intermitentes.

Del mismo modo, la energía renovable es la energía que siempre está disponible, como dice Smith (2014) [...] *las fuentes de energías renovables no son reservas finitas que algún día se agoten* [...] En este sentido, las fuentes de energía renovables incluirían todas aquellas alternativas independientes a fuentes fósiles adecuadas para generar energía eléctrica, combustibles y energía térmica.

Bajo este contexto, se puede hacer una clasificación de fuentes y técnicas que generen energía para así determinar la viabilidad de poder implementarlas y sustituirlas parcial o totalmente por las de origen fósil. Smith (2014) define “viable” a las energías sustentables como; “*la capacidad de funcionamiento o de trabajar*”, esto es por consecuencia que funciona.

Ahora bien, si la energía renovable realmente “funciona”, entonces por definición sería conveniente remplazar las energías convencionales, de lo contrario no tendría caso remplazarlas. Por otra parte, si una fuente de energía renovable puede ser viable en el tiempo, esto es que sea sostenible, se pensaría que dicha fuente de energía debe ser considerada para explotarla, derivando en conseguir que las energías alternativas y renovables vayan sustituyendo, poco a poco, a las energías convencionales.

Para lograr esta sustitución se requiere encontrar ventajas y beneficios que éstas, las energías renovables ofrezcan, así, la principal ventaja de las energías renovables para pensar en sustituirlas por las de origen fósil, es el menor impacto ambiental que generan, entre otras, la reducción del número de concentraciones a la atmósfera (Casas, et al., 2007) de gases de efecto invernadero, de ahí la importancia por conseguir remplazar éstas por las de origen fósil.

En la mayoría de las energías sustentables, se obtiene una disminución de costos relacionadas a la operación, por un lado, algunas de ellas no requieren de una materia prima como insumo para funcionar por otro lado, no requieren de

supervisión constante que requiera de recurso humano, en este sentido, se destacan la energía mini eólica y la de paneles solares fotovoltaicos, así como la energía térmica mediante paneles térmicos.

En este contexto, energías como la geotérmica y la termohidráulica requieren; una de calor y/o vapor interno de la tierra y la otra del cauce y fuerza de un río, respectivamente para funcionar, por lo que puede llegar a existir daños al entorno ambiental o ecosistémico en el cual se encuentran. Así mismo, energías derivadas del océano pueden llegar a afectar tanto al ambiente y a los ecosistemas propios del mar como afectar a los mamíferos y peces, esto derivado de las ondas electromagnéticas, situación que hasta la fecha no se ha demostrado científicamente debido a los altos costos de implementar estas tecnologías.

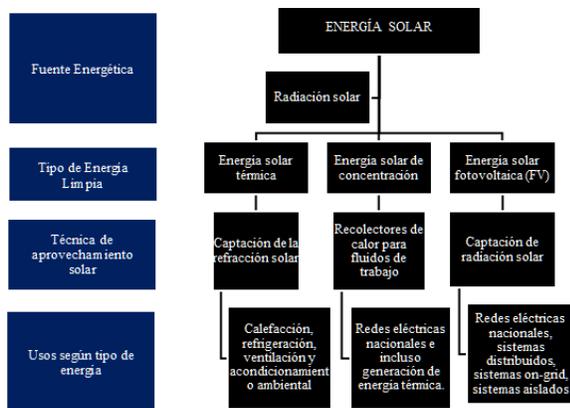
El sol como fuente energética

La energía solar se puede entender cómo; la conversión de la luz del sol y de la irradiación generada por el sol, en energía, así como, la radiación solar sobre ciertos materiales para su transformación en energía. En este sentido, la energía solar es la conversión de luz solar en formas de energía utilizables. Esta puede ser según las tecnologías actuales en; energía solar fotovoltaica (PV), energía solar de concentración y en energía solar térmica de calefacción-refrigeración (IEA, 2016).

Además, la energía solar es una enorme fuente de recurso energético para la demanda mundial y es hasta ahora gratis y de libre acceso. La conversión directa de luz solar en electricidad mediante celdas fotovoltaicas es una de las tecnologías más activas, sin menospreciar la concentración solar y colectores térmicos solares para calentamiento-enfriamiento, ésta última presentando una alta penetración en los mercados (Cotana et al., 2011; IDAE, 2011), residencial, comercial e industrial así como en el sector terciario.

En particular, debido a la enorme cantidad de energía recibida en la tierra por el sol, la aplicación de células solares fotovoltaicas se ha convertido en una de las aplicaciones de mayor popularidad en el mundo (Khamooshi et al., 2014). Así, las celdas fotovoltaicas proveyeron como lo resume Cotana et al., el 0.01% de la generación de electricidad a nivel mundial en 2011, y se ha proyectado que proveerá el 5% del consumo global de electricidad para 2030, creciendo hasta el 11% en 2050. Varios investigadores demuestran que el costo de producción de energía por paneles fotovoltaicos planos puede reducirse mediante concentradores fotovoltaicos (Cotana et al., 2011), aumentando la eficiencia (Khamooshi et al., 2014), lo que hace interesante a estas tecnologías para desarrollos e investigaciones, por otro lado, los paneles solares fotovoltaicos son modulares y escalables, esto es que puede crecer o modificarse un sistema ya montado o modificarse, en este contexto, en la figura 1, se describe la composición del aprovechamiento de la energía solar según su tecnología.

Figura 1. Composición del aprovechamiento de la energía solar



Fuente: Elaboración propia con base en Cotana et al., (2011); IDAE, (2011); IEA, (2016a); Khamooshi et al., (2014); Moretti, Bonamente, Buratti, & Cotana, (2013)

Las celdas solares fotovoltaicas

La energía solar fotovoltaica convierte directamente la energía solar captada por materiales semiconductores, en electricidad a corriente directa (IEA, 2016). Así, la energía solar fotovoltaica aprovecha la radiación solar para transformarla directamente en energía eléctrica mediante el efecto fotovoltaico (IDAE, 2011; Martínez, 2004). Este efecto consiste en la emisión de electrones por un material cuando se le ilumina con radiación electromagnética.

Sin embargo, desde su descubrimiento en 1838 por Alexandre Bequerel, cuando noto un aumento en la conductancia en un electrolito cuando se expone a la luz (Hewitt & Hewitt, 2008), el efecto fotovoltaico no tuvo aplicación comercial hasta que en 1954 los Laboratorios Bell descubrieron, de manera accidental, que los semiconductores de silicio dopados con ciertas impurezas eran muy sensibles a la luz; comenzando así, la era moderna de la tecnología solar fotovoltaica (IDAE, 2011), aprovechada e impulsada en su momento por la NASA en aplicaciones aeroespaciales e incluso su uso se llevó a la industria militar (IDAE, 2011; Martínez, 2004).

Desde entonces el desarrollo ha sido constante, reduciéndose los costes de los sistemas de generación eléctrica solar fotovoltaica. Así, desde hace dos decenios la energía solar fotovoltaica ha experimentado un crecimiento exponencial, impulsada, principalmente, por la necesidad de asumir los retos que en materia de generación de energía se presentan (IDAE, 2011), por temas de descarbonización en varias naciones y por las aspiraciones mundiales de un desarrollo sustentable.

Dado que, existen elementos semiconductores que cumplen con la característica de excitar electrones al recibir radiación electromagnética y aprovecharla como electricidad, se pueden clasificar las tecnologías fotovoltaicas atendiendo la tipología del elemento semiconductor utilizado.

En este sentido, (IDAE, 2011) las celdas fotovoltaicas se dividen en tres técnicas muy bien definidos. Así, la primera técnica de semiconductores integra a todas aquellas celdas solares que utilizan como base al silicio, elemento semiconductor, de los compuestos de mayor abundancia en el planeta, siendo las celdas solares de este apartado las de mayor

comercialización a nivel mundial. Bajo esta técnica se obtienen según la tecnología para el proceso de fabricación de celdas solares; celdas solares de silicio monocristalino, las que presentan mayor eficiencia; celdas solares de silicio policristalinas, las que presentan mayor rentabilidad costo/beneficio y; celdas solares de capa delgada de silicio amorfo y con silicio microcristalino, las más económicas en el mercado. La tecnología de capa delgada es el método más económico de producción de celdas solares hoy en día, involucrando a la nanotecnología.

La segunda técnica, comprende celdas solares de capa delgada de materiales varios, para obtener celdas solares de; telururo de cadmio (CdTe); de diseleniuro de indio y cobre (CIS), en ocasiones se le aumenta galio (CIGS) y; células multiunión de materiales de los grupos III y V de la tabla periódica como; el germanio (Ge), arseniuro de galio (GaAs), arseniuro de galio e indio (InGaAs) y fosfuro de indio y galio (InGaP). Logrando eficiencias mayores que con el silicio. Aunque los materiales con los que se fabrican estas celdas son mucho más caros que el silicio. El uso de estas celdas solares se restringe a aplicaciones industriales muy precisas, para concentración de energía en altas temperaturas y para la industria aeroespacial (Avrutin, Izyumskaya, & Morkoç, 2011; IDAE, 2011; IRENA, 2012) y militar.

La tercera técnica hace referencia a la obtención de celdas solares mediante células orgánicas. Las células solares orgánicas se componen de materiales orgánicos o de polímero. Son las celdas más baratas, pero presentan el enorme problema de no ser muy eficientes. Su éxito en los últimos años se ha debido a muchas mejoras significativas que han conducido a una mayor eficiencia en los rangos de 4% a 5% para los sistemas comerciales (IDAE, 2011; IRENA, 2012).

Con esto en mente y datos del reporte Plan de Acción de Energías Renovables de España desarrollado en 2011, las celdas de silicio cristalino lograban eficiencias de 14% de media, estimando llegar a eficiencias de entre el 17-22% para el 2020; en el caso de silicio amorfo, las perspectivas mencionadas en el reporte para el 2020 son eficiencias del orden de 16-17%, desde el 10% de media que se obtenía en 2011 (Avrutin et al., 2011; IDAE, 2011).

Ahora bien, con los avances e investigaciones actuales, se han logrado obtener eficiencias en celdas solares del orden del 18,08% de media. Este dato de acuerdo a los estudios publicados por Cao et al., (2015) y Zhao et al., (2014), donde obtienen 18.83% y 18.31% respectivamente de eficiencia en sus pruebas para celdas solares a nivel comercial, esto confirmado en el mercado entre otras por, EDF-Solar (2016), Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems & PSE.AG (2016) y Panasonic Corporation (2016).

De ahí que, se infiere que las perspectivas para obtener mayores eficiencias en un futuro son prometedoras. Además, un incremento de la eficiencia de los módulos del 100% puede reducir el coste entre un 40-70% según las tecnologías. Analizando la repercusión del aumento de eficiencia de los módulos sobre el coste de producción, se puede ver cómo con cada punto de eficiencia que se incrementa se reduce el coste de producción entre un 3% y un 10% (IDAE, 2011).

Para entender la eficiencia energética en celdas solares, ésta, se refiere a la conversión de energía que ofrece la celda solar, en el caso de celdas solares que generan una eficiencia del 18%, se

refiera a que dentro de un espacio determinado, suponiendo $1m^2$ la conversión energética es del 18% y si se estima que el Sol ofrece una radiación energética del orden de $1,000 W/m^2$, quiere decir que dentro de $1m^2$ actualmente se pueden obtener eficiencias energéticas de $180 W/m^2$, claro que también esto depende de las características de las celdas solares y de las interferencias como nublados o lluvias.

Además, las celdas solares fotovoltaicas montadas en paneles fotovoltaicas son adecuadas para ser modulares, escalables y pueden conectarse tanto en sistemas centralizados como parques o granjas solares fotovoltaicas o en sistemas descentralizados interconectados a la red del proveedor de electricidad, es decir, sistemas de generación eléctrica distribuida, permitiendo ser adecuadas para éste proyecto de investigación.

METODOLOGÍA

Tomando como base el objetivo de que las empresas sean competitivas reduciendo costos se determina como una investigación documental en la cual se toma de la literatura la información que permite determinar los beneficios y ventajas de la energía sustentable sobre la de origen fósil y en específico de la que utiliza al Sol como fuente energética, energía solar fotovoltaica, contrastando en la realidad el costo de estos sistemas en México.

Con base en la profundidad del estudio, ésta fue de tipo descriptiva ya que se limita a señalar las características particulares de la energía solar fotovoltaica. Logrando así, diferenciar a éstos, los paneles fotovoltaicos, como dispositivos capaces de transformar un recurso natural sostenible en energía eléctrica de uso diario, aprovechando características propias de las energías limpias como la reducción de emisiones de CO_2 y otros gases por la quema de hidrocarburos, en el entendido de que al ser conectada en red, sistema distribuidos, al presentarse bajos índices de radiación solar por lluvia o nublados la red eléctrica ofrece la energía que sea requerida por las cargas.

De acuerdo a la recolección y manejo de los datos fue de tipo mixta, ya que se basa en el análisis de la información obtenida a través de la literatura y de los datos obtenidos por las empresas de sus costos derivados de la facturación por parte de la compañía proveedora de electricidad, haciendo preguntas semiestructuradas referentes a sus consumos y analizando los datos de costos contra los de inversión en sistemas fotovoltaicos.

Se determina como una investigación descriptiva, ya que no hay manipulación de variables, estas se observan y se describen tal como se presentan en su ambiente natural, asimismo, es de carácter no experimental, ya que ésta busca analizar el estado en el que se comportan las variables objeto de estudio, sin tener que intervenir en su manipulación. Así mismo la información recolectada acerca de las variables se recoge en un solo momento del tiempo, por lo que ello la hace una investigación transversal.

El objeto de estudio fue la Ciudad de México y la Zona Metropolitana, contemplando un universo de 65 empresas especialmente chicas y medianas, considerando que el promedio de ellas estuviera conformada entre 20 y 60 colaboradores, especialmente dedicadas a la transformación o generación de un producto, así se utilizó una fórmula para

determinar la muestra de empresas y la cantidad de personas dentro de cada empresa para abordar con una plática semiestructurada que proporcionara información para ser analizada. De estas empresas de la muestra sólo 2 proporcionaron información financiera para poder evaluar un proyecto que involucre la implementación de un sistema solar fotovoltaico.

En este sentido, se utilizó la herramienta de Atlas.ti para analizar los datos derivados de la literatura como de las pláticas semiestructuradas con las empresas, asimismo, se usó Excel para interpretar datos. En este sentido, se usó la fórmula para determinar la muestra con quienes se realizaría una entrevista semiestructurada, así, se tiene que;

$$n = \frac{Z^2 N p q}{e^2 (N-1) + (Z^2 p q)}$$

Donde;

- Z = nivel de confianza (según tabla de valores de Z), con un valor de confianza de $95\% = 1.96$
- p = porcentaje de la población que tiene atributos, considerando mandos medios y altos = 25%
- q = porcentaje de la población que no tiene los atributos deseados $(1-p) = 75\%$
- N = tamaño del universo = n empleados entre las n empresas obtenidas
- e = error de estimación máximo aceptado, considerando un 15%
- n = tamaño de la muestra

En este contexto se utilizó para determinar la cantidad de empresas valores tanto para p como para q del 50% debido al desconocimiento de las propiedades de las empresas considerando que es irrelevante los atributos con los que cuentan las mismas, asimismo, se consideró una Z de 90% . De las 21 empresas que se obtuvieron, se consideró un universo de 800 colaboradores.

$$n_{(\text{empresas})} = 20.86 = 21$$
$$n_{(\text{personas})} = 30.83 = 31$$

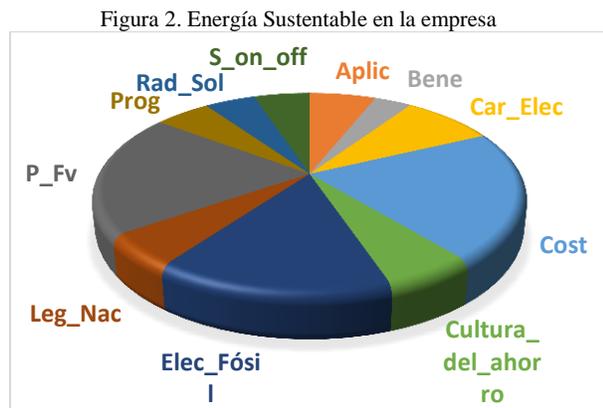
Por lo tanto, el investigador platicó con 31 personas, especialmente de los altos mandos de las 21 empresas, así en las de menor colaboradores solo se habló con 1 persona mientras que en las de mayores colaboradores se habló con 2 o 3 personas.

Análisis de resultados

Dentro de las categorías que se ingresaron en el software Atlas.ti se presenta la figura 2, que ofrece información suficiente para entender la razón por la cual en las empresas abordadas no han incursionado en la generación de electricidad para su propio beneficio. En este contexto, la categoría de la energía sustentable además de resaltar el desconocimiento y confusión de términos como energía sustentable o eficiencia energética se destacó la nula o muy poca cultura que se percibe del ahorro de la energía eléctrica dentro de la empresa, lo que lleva a deducir que fuera de la empresa el comportamiento es muy similar. Asimismo, se percibe un nulo conocimiento de beneficios fiscales por hacer uso de tecnologías que ayuden a un desarrollo sustentable en las empresas.

Como se puede observar en la figura 2, se muestra una correlación de todas las categorías ingresadas al Atlas.ti, donde la energía sustentable se relaciona con todas ellas excepto con el almacenaje de la energía, esto debido a que, la energía que se crea en especial la eléctrica es usada en el momento de ser generada y almacenarla es muy costoso.

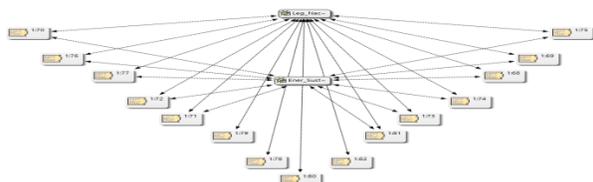
Las líneas que mayor relación presentan en las energías sustentables, siguiendo en la figura 2, se refieren a los costos que pueden minimizarse con respecto a los de los recursos fósiles con el uso de los paneles fotovoltaicos. Asimismo, se destaca que tanto la cultura del ahorro como los aspectos legales deben incluirse cuando se estudia o se proyectan las energías alternativas. En este sentido, los paneles fotovoltaicos deben verse desde perspectivas de radiación solar en el sitio como de sistemas *on grid* (sistemas interconectados a red).



Fuente: AtlasTi v. 7.5.4.

En este sentido, ver figura 3, Atlas.ti en una de sus varias funciones y herramientas internas, se observa una red en la cual se manifiesta la relación que presenta los beneficios fiscales en el uso de energía sustentables, en la cual se relacionan los comentarios de los entrevistados con la teoría cargada al software.

Figura 3. Vista de red Legales y Fiscales



Fuente: Atlas Ti v. 7.5.4

Viabilidad de instalar un sistema solar fotovoltaico

Respecto a la viabilidad de instalar un sistema solar fotovoltaico, como se comentó con anterioridad sólo 2 empresas ofrecieron datos financieros para poder realizar un análisis para determinar la viabilidad del costo beneficio si se implementaran sistemas fotovoltaicos en las empresas. En este sentido, la empresa A consume un promedio de 12,000 pesos bimestrales y la empresa B consume un promedio de 7,500 pesos mexicanos.

Se solicitó a empresas expertas en sistemas solares fotovoltaicos cotizaran para la remota probabilidad de implementar paneles fotovoltaicos obteniendo la siguiente tabla.

Empresa	Cotización n 1 al 75% ahorro	Cotización n 2 al 75% ahorro	Cotización n 1 al 100% ahorro	Cotización n 2 al 100% ahorro
A (\$12,000) MX	\$14,100 USD	\$15,320 USD	\$ 20,2050 USD	\$ 23,000 USD
B (\$7,500) MX	\$9,050 USD	\$ 8,340 USD	\$ 13,900 USD	\$ 13, 998 USD

Elaboración propia.

Así, para fines de evaluación de proyecto, se seleccionó aquella cotización de menor costo tanto para la empresa A como para la B para un ahorro del 100% para la primera y de un 75% para la segunda. Después de desarrollar el flujo de efectivo de ambas empresas el resultado es muy prometedor, en el caso de la empresa B el retorno de la inversión es a los 3 años 7 meses restando un pago anual de entre 9,000 y 12,000 pesos anuales a la compañía proveedora de electricidad mientras no modifique su infraestructura fotovoltaica o aumente su consumo interno o aumente la facturación por el servicio por otro lado, para la empresa A es hasta el 4to mes del 5to año necesitando pagar una cantidad mínima al proveedor de servicio eléctrico en un rango de 200 a 450 pesos mexicanos principalmente por concepto de manejo de cuenta, alumbrado público, administración del servicio. Considerando que la energía eléctrica aumente a razón de un 10% anual.

Por otro lado, considerando sólo a la empresa A, el beneficio ambiental es prospero con 6.6428 toneladas de CO₂ evitables por año promedio y en un considerable tiempo de vida óptimo (25 años) del sistema solar fotovoltaico un total aproximado de 166.07 toneladas de CO₂ evitables. En este sentido, si se instalara un sistema solar fotovoltaico de esas características se evitaría depositar en la atmósfera el equivalente a lo que sale del escape de un auto que haga 27 veces el recorrido Barcelona-Copenhague por año (Álvares, 2010) en los 25 años de vida del sistema.

Conclusiones

No cabe duda que la sustentabilidad está permeando los aspectos que se involucran en el desarrollo y crecimiento de las naciones y la energía no es la excepción, en este sentido las energías sustentables empiezan a ser usadas por los Estados y Corporaciones Multinacionales y poco a poco están llegando a las empresas en su mayoría de clase mundial. Así, con el tiempo empresas medianas y pequeñas han incursionado en el uso de estas tecnologías para su beneficio.

En este sentido, el uso de energía solar fotovoltaica es una herramienta de inversión que puede ayudar a las empresas a ser competitivas, ya que la implementación de esta tecnología reduce los costos de facturación por electricidad en proporción a la inversión que se realice.

En este sentido, ese ahorro en el costo por el recurso eléctrico puede ser destinado a otras actividades o recursos de la empresa, como por ejemplo para especializar al recurso humano, para crear un laboratorio de I+D o asignarle mayores recursos, para la creación de un nuevo producto o servicio, para destinarlo a cuentas por pagar, etc.

Las empresas que innoven en la gestión de sus recursos y en específico la electricidad que requieren para funcionar serán aquellas empresas que logren ser más competitivas en su rama industrial y en su giro. Además, podrán ser vistas por los distintos grupos de interés como empresas responsables por el ambiente y para la sociedad.

Referencias

- ABENGOA. (n.d.). *ABENGOA. Innovative technology solutions for sustainability*. (ABENGOA, Ed.) Retrieved 2016, from Ciclos combinados y cogeneración: http://www.abengoa.com/export/sites/abengoa_corp/resources/pdf/noticias_y_publicaciones/presentaciones/20130904_CCGT_Es.pdf
- Alonso, J., Fernández, D., Jiménez, C., Lecuona, A., Mellado, F., Plaza, J., . . . Sala, G. (2002). *Energía solar fotovoltaica*. (G. S. Pano, Ed.) Madrid: Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicación. Retrieved 2016, from http://www.coitaoc.org/files/estudios/energia_solar_fotovoltaica_2e5c69a6.pdf
- Argandoña, A. (Julio-Septiembre de 2007). RSE: ¿Qué modelo económico? ¿Qué modelo de empresa? *Revista de estudios sociales y de sociología aplicada*, 146, 11-24. Obtenido de <https://books.google.com.mx/books?id=fHTi5oSifOcC&pg=PA108&dq=la+empresa.+pdf&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjEydXTnIXQAhVDzIMKHVvkCN0Q6AEIUjAI#v=onepage&q=la%20empresa.%20pdf&f=false>
- Aufheben, & Wildcat. (2010). *Guerra, capital y petróleo, textos sobre Oriente Medio (2001-2009)*. Editorial Klinamen. Retrieved from http://www.editorialklinamen.net/wp-content/uploads/2012/10/klinamen_guerra_petroleo.pdf
- Bosemberg, L. (2009). The israeli-palestin conflict. A proposal for negotiation. *Colombia Internacional* 69, 142 - 161. Recuperado el 2016, de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/3038971.pdf>
- Bueno, E. (Enero-Marzo de 1974). Análisis crítico de los objetivos y subobjetivos de la empresa. *Revista española de financiación y contabilidad*, III(7), 79-89.
- Bustillo, E., Calidonio, C., O, B., Portillo, F., & Zuniga, H. (2013). *ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL GRANJA SOLAR FOTOVOLTAICO DEL PACIFICO I*. Estudio de Impacto Ambiental, European Investment Bank, Choluteca. Retrieved 2016, from <http://www.eib.org/infocentre/register/all/57609174.pdf>
- Casas, J. M., Javaloyes, E., Martín, A., Pérez, J. Á., Triguero, I., & Vives, F. (2007). *Educación medioambiental*. Alicante, España: Editorial Club Universitario. Retrieved 2016, from https://books.google.com.mx/books?id=JDhoUfDmsvEC&pg=PA165&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false
- CFE. (2014). *CFE y la Electricidad en México*. Retrieved 2016, from Comisión Federal de Electricidad: http://www.cfe.gov.mx/ConoceCFE/1_AcercadeCFE/CFE_y_la_electricidad_en_Mexico/Paginas/CFEylaelectricidadMexico.a.spx
- Chirgwin, J. C., Roover, P. d., & Dijkman, J. (2000). *El burro como animal de trabajo. Manual de capacitación*. FAO. Roma: Fiat Panis. Retrieved 2016, from <http://www.fao.org/3/a-x7608s.pdf>
- Colín, L. (2003). Deterioro ambiental vs desarrollo económico y social. *Artículos Técnicos*, 103-108. Retrieved from <http://www.iiie.org.mx/boletin032003/art2.pdf>
- Connor, R., & WWAP. (2014). *Agua y energía. Resumen ejecutivo*. Secretaría del Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos. Perusa: División de Ciencias del Agua, UNESCO. Retrieved 2016, from <http://unesdoc.unesco.org/images/0022/002269/226962s.pdf>
- Davidi, E. (2006). La crisis del canal de Suez en 1956: El fin de una época en el medio oriente y el comienzo de otra. *HAOL, Primavera* 2006(10), 145 - 153. Retrieved 2016
- de Buen, R. O. (2006). Alternativas energéticas para combatir el cambio ambiental global. In S. J. Urbina, & F. J. Martínez, *Maás allá del cambio climático. Las dimensiones psicosociales del cambio ambiental global* (Primera ed., pp. 235-248). México: INE-SEMARNAT. Retrieved 2016, from <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/download/508.pdf#page=215>
- DOF. (2014, Abril 28). *PROGRAMA Especial para el Aprovechamiento de Energías Renovables*. (DOF, Ed.) Retrieved 2016, from Diario Oficial de la Federación: http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5342501&fecha=28/04/2014
- Dolezal, A., Majano, A. M., Ochs, A., & Palencia, R. (2013). *The Way Forward for Renewable Energy in Central America*. Costa Rica: Worldwatch Institute. Retrieved from http://www.worldwatch.org/system/files/CA_report_highres_spanish_2013_0.pdf
- Energía. (2011, Marzo). *El accidente nuclear de Fukushima*. Retrieved 2016, from Ecologistas en acción: <http://www.ecologistasenaccion.org/article20058.html>
- Galera, R. S. (2013). *Eficiencia energética y derecho*. Madrid: Dykinson. Recuperado el 2016
- García, A. (2006). *Evaluación del impacto de la generación distribuida en la operación y planificación de las redes de distribución eléctrica*. Madrid, España: UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS. Retrieved 2016, from http://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/35871689/44a03a1c1e9a9.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAJ56TQJRTWSM-TNPEA&Expires=1466818934&Signature=O7Y63PONNnIFY9DBoFxC0DH3KY%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DAutorizada_la_entrega_del_proyect
- Gestión-Calidad.com. (2016, Septiembre 04). *Gestión-Calidad.com, Tu Web de Consulta en Sistemas de Gestión*. Retrieved 2016, from Energía Solar Fotovoltaica: <http://gestion-calidad.com/energia-solar-fotovoltaica>
- Green, M. A. (1982). *Solar cells: operating principles, technology, and system applications*. (I. C. Prentice-Hall, Ed.) Engelwood, USA: Prentice Hall.
- Hormeache, A. J., Pérez de Laborda, D. A., & Sáenz de Ormijana, F. T. (2008). *El petróleo y la energía en la economía. Los efectos económicos del encarecimiento del petróleo en la economía vasca* (1a ed.). Vitoria-Gasteiz: Servicio Central de Publicaciones del Gobierno Vasco. Retrieved from http://www.ogasun.ejgv.euskadi.eus/contenidos/informacion/estudios_publicaciones_dep/es_publica/adjuntos/petroleo_y_energia.pdf
- IDAE. (2012). *Biomasa y residuos*. (I. MINETUR, Ed., & O. t. energía, Compiler) España. Retrieved 2016, from http://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_Calor_y_Frio_Renovables_Biomasa_11012012_global_v2_09570f12.pdf

- IKEA. (2016). *Recursos y energía*. Retrieved 2016, from IKEA. Affordable solutions for better living: http://www.ikea.com/ms/es_ES/about-the-ikea-group/people-and-planet/energy-and-resources/
- INECC. (2002). *Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero 1990-2002*. Retrieved 2016, from Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático: http://www.inecc.gob.mx/descargas/cclimatico/mexico_nghgi_2002.pdf
- INECC. (2013). *Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero 1990-2010*. (SEMARNAT, Ed.) Retrieved 2016, from Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático: http://www.inecc.gob.mx/descargas/cclimatico/inf_inegei_public_2010.pdf
- IPCC. (2011). *Fuentes de energía renovables y mitigación del cambio climático*. Grupo Intergubernamental de expertos sobre el cambio climático. Retrieved 2016
- Jiménez, H. L. (1997). *Desarrollo sostenible y Economía. Integración medio ambiente-desarrollo y economía-ecología*. Madrid: Síntesis.
- Lozano, C. W. (2013). *Energías renovables*. (ProMéxico, Ed.) Retrieved 2016, from PROMéxico Inversión y Comercio: http://mim.promexico.gob.mx/work/sites/mim/resources/LocalContent/42/2/130726_DS_Energias_Renovables_ES.pdf
- Malavé, M. H. (1982). La crisis petrolera internacional y su incidencia en América Latina 1. *Comercio Exterior*, 32(8), 864-875. Retrieved from <http://revistas.bancomext.gob.mx/rce/magazines/662/7/RCE7.pdf>
- Merino, L. (2013). Fotovoltaica, ejemplos de cómo el autoconsumo ahorra dinero. *Energías Renovables. El periodismo de las energías limpias*. Retrieved 2016, from <http://www.energias-renovables.com/articulo/ejemplos-de-como-el-autoconsumo-ahorra-dinero-20130702>
- OPEX-Energy. (2016). *Sistemas Eléctricos*. Retrieved 2016, from Ciclos combinados: http://opex-energy.com/ciclos/sistemas_electricos_CTCC.html#2._SUBESTACION_DE_INTEMPERIE_Y
- Pérez López, J. A. (1993). *Fundamentos de la dirección de empresas*. Madrid: Rialp.
- PNUMA. (2012). *GEO5. Perspectivas del Medio Ambiente*. Retrieved 2016, from Medio ambiente para el futuro que queremos.: http://www.unep.org/geo/pdfs/geo5/GEO5_report_full_es.pdf
- Rivas, L. (2004). *¿Cómo hacer una Tesis de Maestría??* (2da ed.). México, México: Edificaciones Taller Abierto.
- Rivas, L. (2004). *¿Cómo hacer una Tesis de Maestría??* (2da ed.). México, México: Edificaciones Taller Abierto.
- Ruiz, M. M. (2011). Las instalaciones solares fotovoltaicas conectadas a la red eléctrica en la formación profesional. Córdoba, España. Retrieved 2016, from http://www.csi-csif.es/andalucia/modules/mod_ense/revista/pdf/Numero_43/MIGUEL_RUZ_MORENO_02.pdf
- SENER. (2015). *Prospectiva de Petróleo Crudo y Petrolíferos 2015-2029*. México: Secretaría de Energía. Retrieved from https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/44327/Prospectiva_Petroleo_Crudo_y_Petroliferos.pdf
- SGM. (2016). *Servicio Geológico Mexicano*. Retrieved 2016, from Históricos precios diarios petróleo WTI, Brent y MME: <http://portalweb.sgm.gob.mx/economia/es/energeticos/precios-historicos.html>
- Suelo-Solar. (2016). *Suelo Solar*. Retrieved 2016, from Costa Rica implanta un plan piloto de generación distribuida para autoconsumo con energías renovables: <http://www.suelosolar.com/newsolares/newsol.asp?id=9434>
- Supo, J. (Dirección). (2015). *Diseño de Instrumentos* [Película].
- Tarbell, I. (1904). *The history of the Standard Oil Company* (2a ed., Vol. 1 & 2). New York: McCLURE, PHILLIPS & CO. Retrieved 2016, from http://www.pagetutor.com/standard/chapter01_part2.html
- UB. (n.d.). *Máster de energías renovables y sostenibilidad energética*. Retrieved 2016, from Univesitat de Barcelona. Másteres: http://www.ub.edu/web/ub/es/estudis/oferta_formativa/master_universitari/fitxa/E/MD703/index.html
- Vergara, W., Fenhann, J. V., & Schletz, M. C. (2016). *Carbono Cero América Latina - Una vía para la descarbonización neta de la economía regional para mediados de este siglo: Documento de visión*. Denmark: UNEP DTU Partnership. Retrieved 2016, from http://orbit.dtu.dk/files/123116630/Carbono_Cero.pdf
- Walmart. (2009). *Wal-Mart de México coloca la instalación solar fotovoltaica más grande de América Latina*. Retrieved 2016, from Sala de prensa Walmart: http://www.walmartmexico.com.mx/sala_de_prensa/operadoras/walmartca/2009/enero/walmart-mexico-coloca-instalaciones-fotovoltaicas.html
- WEC. (2013). *Recursos energéticos globales*. London: World Energy Council. Retrieved 2016, from World Energy Council: <https://www.worldenergy.org/wp-content/uploads/2014/04/Traduccion-Estudio-Recursos-Energeticos1.pdf>
- World Commission on Environment and Development. (1987). *Our Common Future*. Oxford University Press. Oxford. Retrieved 2016, from www.apambiente.pt/_cms/view/page_doc.php?id=530
- WWF. (n.d.). *Cambio Climático*. Retrieved Mayo 2016, from WWF - World Wildlife Fund: http://www.wwf.org.mx/que_hacemos/cambio_climatico/
- Zorrilla, H. (2015, Enero 23). *Arquitectura de casas*. Retrieved 2016, from ¿Cuántos paneles solares debe instalar en su casa?: <http://blog.arquitecturadecasas.info/2015/01/cuantos-paneles-solares-debe-instalar.html>