

**Impacto Ambiental en la Implementación de Paneles Solares Fotovoltaicos en el ITSSMT.**

RODRÍGUEZ-GARCÍA, Fernando\*†, TIZAPATZI-SÁNCHEZ, Pedro, GONZÁLES-MAZANILLA, Fernando Osvaldo y PINTOR-TUXPAN-Ángel.

*Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan, Camino Barranca de Pesos S/N C.P 74120, Puebla, Puebla.  
Universidad Politécnica de Puebla Tercer camino del Ejido "Serrano S/N San Mateo Cuanala, Juan C, Bonilla C.P.72640*

Recibido Abril 20, 2016; Aceptado Junio 24, 2016

**Resumen**

El presente proyecto pretende analizar el impacto ambiental y económico de la implementación de paneles solares fotovoltaicos aprovechables para iluminación de patios, por lo cual se describirán los conceptos más importantes para esta investigación. En el ITSSMT se cuenta con un certificado de acreditación bajo la norma ISO 14001:2004 desde el año 2011 donde se establece el compromiso de implementar un Sistema de Gestión Ambiental basado en la norma ISO 14001, que incluye procesos de mejora continua, orientados a la identificación y control de los impactos ambientales generados por la prestación del Servicio Educativo. En los procesos de extracción, transformación y transporte de combustibles fósiles para la generación de energía eléctrica se tiene como consecuencia graves problemas de impacto ambiental negativo y alarmante entre los que se pueden mencionar: lluvia ácida, calentamiento global, contaminación del suelo y desequilibrio de los ecosistemas marinos.

**Impacto, ambiental, fotovoltaico****Abstract**

The following project pretends to analyze the environmental and economical impact of the implementation of photovoltaic solar panels useful for the yards' light; therefore, the most important concepts for this research will be described. The Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan (ITSSMT) has a certificate of accreditation from the norm ISO 14001:2004 since 2011, where the commitment to implement an Environmental Management System based on the norm ISO 14001 is established, it includes processes of continuous improvement that are oriented to the identification and control of the environmental impacts generated by the performance of Educational Services. In the processes of extraction, processing and transportation of fossil fuels for the electric power generation, there is a consequence of serious problems of negative and alarming environmental impact, among these problems we can mention: acid rain, global warming, pollution of soil and imbalance in marine ecosystems.

**Environmental Impact, Photovoltaic**

**Citación:** RODRÍGUEZ-GARCÍA, Fernando, TIZAPATZI-SÁNCHEZ, Pedro, GONZÁLES-MAZANILLA, Fernando Osvaldo y PINTOR-TUXPAN-Ángel. Impacto Ambiental en la Implementación de Paneles Solares Fotovoltaicos en el ITSSMT. Revista de Ciencias Ambientales y Recursos Naturales 2016, 2-4: 12-18

\* Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: fferogar\_1@hotmail.com)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

## Introducción

### Concepto de impacto ambiental

Es la alteración de la calidad del medio ambiente producida por una actividad humana (Garmendia, Salvador, Crespo, Garmendia, 2005).

Modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza. (Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente LGEEPA 2013).

Repercusión significativa que tienen las actividades humanas sobre el medio ambiente. (Arellano y Guzmán 2011).

Cualquier cambio en el medio ambiente, ya sea adverso o beneficioso, como resultado total o parcial de los aspectos ambientales de una organización (ISO1400).

El impacto ambiental constituye un instrumento de pronóstico para conocer las consecuencias que va a tener una actividad humana, sobre el medio ambiente abarca desde la fase de planificación, hasta la fase de abandono, existen metodologías que indican una serie de instrucciones y datos, que permiten identificar si las modificaciones son positivas o negativas a para el medio ambiente.

### Tipos de impacto ambiental

Existen diversos tipos de impactos ambientales, básicamente se clasifican de acuerdo a su origen, en los provocados por:

El aprovechamiento de recursos naturales: ya sean renovables, tales como el aprovechamiento forestal o la pesca: o no renovables, tales como la extracción del petróleo o del carbón.

Contaminación: Todos los proyectos que producen algún residuo (peligroso o no), emiten gases a la atmósfera o vierten líquidos al ambiente.

Ocupación del territorio: Los proyectos que al ocupar un territorio modifican las condiciones naturales por acciones tales como desmonte, compactación del suelo y otras.

Existen diversas clasificaciones de impactos ambientales de acuerdo a sus atributos como se describe en la figura 1.

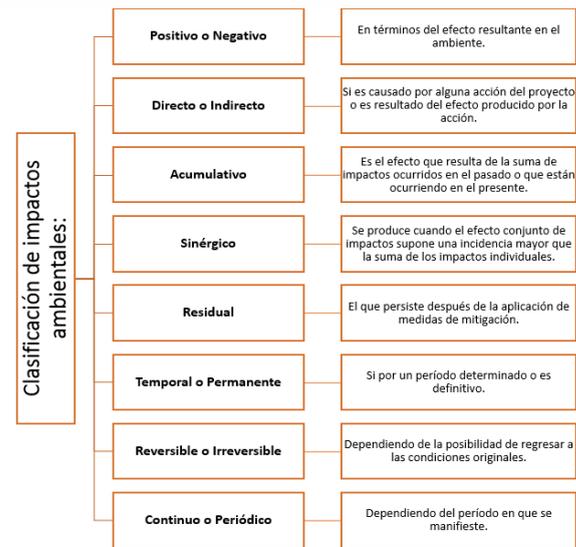


Figura 1 Clasificación de los impactos ambientales.

Al referirse a impacto ambiental se utiliza en dos campos distintitos pero relacionados entre sí: el ámbito científico-técnico y el jurídico-administrativo, el primero se refiere a una Evaluación de Impacto Ambiental y en el segundo se basa en Normas y Leyes que obligan a un proyecto a la presentación de un informe completo Manifiesto de Impacto Ambiental.

Proyectos sujetos a Evaluación de Impacto Ambiental.

En los casos en que determine el Reglamento de la LGEEPA al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo alguno de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría:

Obras hidráulicas, vías generales de comunicación, oleoductos, gasoductos, carboductos y poliductos.

Industria del petróleo, petroquímica, química, siderúrgica, papelera, azucarera, del cemento y eléctrica.

Exploración, explotación y beneficio de minerales y sustancias reservadas a la Federación en los términos de las Leyes Minera y Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en Materia Nuclear.

Instalaciones de tratamiento, confinamiento o eliminación de residuos peligrosos, así como residuos radiactivos.

Aprovechamientos forestales en selvas tropicales y especies de difícil regeneración. Cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas.

Parques industriales donde se prevea la realización de actividades altamente riesgosas. Desarrollos inmobiliarios que afecten los ecosistemas costeros.

Obras y actividades en humedales, manglares, lagunas, ríos, lagos y esteros conectados con el mar, así como en sus litorales o zonas federales.

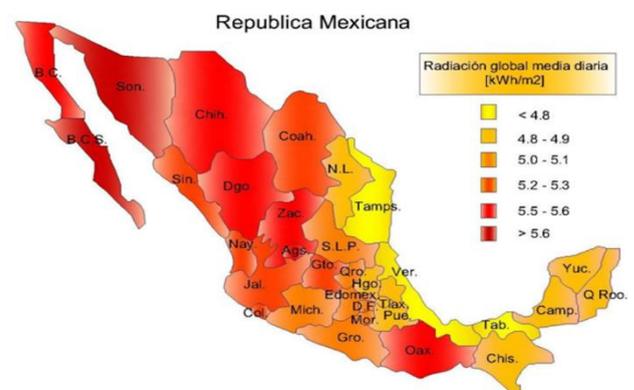
Obras y actividades en áreas naturales protegidas de competencia de la Federación actividades pesqueras, acuícolas o agropecuarias que puedan poner en peligro la preservación de una o más especies o causar daños a los ecosistemas.

Obras o actividades que correspondan a asuntos de competencia federal, que puedan causar desequilibrios ecológicos graves e irreparables, daños a la salud pública o a los ecosistemas, o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones jurídicas relativas a la preservación del equilibrio ecológico y la protección del ambiente.

## Desarrollo

### Niveles de radiación solar en México

Con la finalidad de conocer la radiación por día en México en el instituto de Geofísica de la UNAM se dieron a la tarea de realizar estudios para determinar el mapa de insolación promedio ménsula de la república Mexicana, estudio que involucra parámetros tales como latitud del lugar, longitud promedio del día, número de días lluviosos en el mes y humedad relativa promedio.



**Figura 2** Mapa de la radiación solar directa en la república Mexicana. Elaboro: ING: Manuel Muñoz Herrera. Fuente: Servicio Meteorológico Nacional.

### Niveles de radiación solar en Puebla

Del mapa anterior se observa que para el estado de Puebla se tiene una radiación diaria promedio entre 4.8 y 5 kWh/m<sup>2</sup>/ día en la tabla 1 se muestra la radiación directa media en el estado de Puebla de acuerdo a datos proporcionados por la Secretaria de Energía tomados en la ciudad de Puebla.

| Lugar | Puebla |
|-------|--------|
| Ene   | 4.9    |
| Feb   | 5.5    |
| Mar   | 6.2    |
| Abr   | 6.4    |
| May   | 6.1    |
| Jun   | 5.7    |
| Jul   | 5.8    |
| Ago   | 5.8    |
| Sep   | 5.2    |
| Oct   | 5      |
| Nov   | 4.7    |
| Dic   | 4.4    |

**Tabla 1** Radiación solar directa en Puebla. Elaboración Propia Fuente: Secretaria de Energía.

### Niveles de radiación solar en la zona de San Martín Texmelucan

Para garantizar un funcionamiento adecuado y rentable del panel solar fotovoltaico es necesario conocer las condiciones climáticas así como los niveles de radiación del lugar donde se realiza el proyecto, se realiza la investigación de la zona de San Martín Texmelucan datos que se presentan en la tabla 2.

|            | Temperatura del aire. | Radiación solar horizontal - |
|------------|-----------------------|------------------------------|
| Mes        | C                     | kWh/m <sup>2</sup> /d        |
| Enero      | 12.4                  | 4.73                         |
| Febrero    | 14.1                  | 5.5                          |
| Marzo      | 16.7                  | 6.2                          |
| Abril      | 19                    | 6.21                         |
| Mayo       | 19.7                  | 6.16                         |
| Junio      | 19                    | 5.64                         |
| Julio      | 18.3                  | 5.67                         |
| Agosto     | 18.3                  | 5.57                         |
| Septiembre | 17.6                  | 4.95                         |
| Octubre    | 16                    | 4.94                         |
| Noviembre  | 14.3                  | 4.79                         |
| Diciembre  | 12.6                  | 4.49                         |
| Promedio   | 16.5                  | 5.40                         |

**Tabla 2** Radiación solar Horizontal en la Región de San Martín Texmelucan Puebla Elaboración: Propia Fuente: NASA

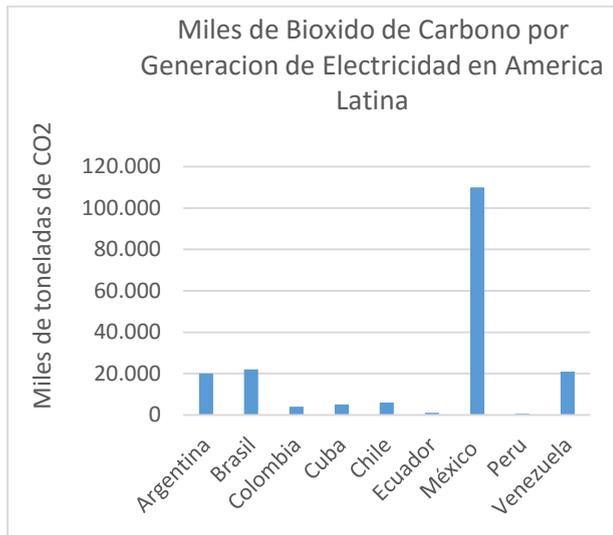
### Resultados

Para tener una estimación más específica del beneficio ambiental en la implementación de paneles fotovoltaicos para generación de energía eléctrica “se investigó; que en caso de México de acuerdo con los inventarios nacionales, el sector de procesos industriales, junto con el de combustión y transporte, contribuyen con más del 50% de las emisiones de gas de efecto invernadero.

Una parte significativa de gases de efecto invernadero de México resulta de la transformación de combustibles fósiles en electricidad, alcanzado el 75% del total de la electricidad generada. (Jiménez 2010)

En la Grafica 1 se muestra la estimación de Bióxido de carbono por generación de electricidad en países de América Latina; de acuerdo a la organización Latinoamericana de energía.

Esto evidencia aún más en el contexto de América Latina, donde México resalta como país que más gases de efecto invernadero emite para la generación de electricidad.



**Gráfico 1** Estimacion de Bioxido de Carbono en paises de America Latina. Fuente OLADE(2002)

Como referencia simple y básica se puede afirmar que cada kilowatt—hora (kWh) de electricidad que consumimos significa cerca de 1 kg de bióxido carbono emitido.

Se realizó el cálculo de costo-beneficio con la investigación de la tarifa de pago del ITSSMT por el servicio de energía eléctrica, es tarifa tipo OM (tarifa ordinaria para servicio general de media tensión) en la tabla 3 se muestra el costo económico de 1KW/H dependiendo de cada mes del año para el ITSSMT.

| Mes        | Consumo mensual KW/H | Tarifas | Monto a pagar por el consumo de energía |
|------------|----------------------|---------|---|
| Enero      | 1034                 | \$2.2   | \$2274.8                                |
| Febrero    | 900                  | \$2.2   | \$1980                                  |
| Marzo      | 1034                 | \$2.2   | \$2274.8                                |
| Abril      | 1000                 | \$2.2   | \$2200                                  |
| Mayo       | 1034                 | \$2.2   | \$2274.8                                |
| Junio      | 1000                 | \$2.2   | \$2200                                  |
| Julio      | 1034                 | \$2.2   | \$2274.8                                |
| Agosto     | 1034                 | \$2.2   | \$2274.8                                |
| Septiembre | 1000                 | \$2.2   | \$2200                                  |
| Octubre    | 1034                 | \$2.2   | \$2274.8                                |
| Noviembre  | 1000                 | \$2.2   | \$2200                                  |
| Diciembre  | 1034                 | \$2.2   | \$2274.8                                |
| Total      | 12138                |         | \$26,703.6                              |

**Tabla 3** Estimacion de gasto economico por el pago de energia electrica

Por el año se estima un gasto económico de \$26,703.6 en el alumbrado siendo el equivalente al ahorro que se generaría al implementar sistemas fotovoltaicos.

Se realizó una comparación de la inversión que se generaría al implementar sistemas fotovoltaicos para alumbrado en el ITSSMT, con el ahorro que se obtendría anualmente.

Inversión del sistema Fotovoltaico \$180,000.00

Ahorro anual \$26,703.6.

El estudio se realizó con una vialidad de 25 años de vida ya que son los años de mayor rendimiento de los módulos fotovoltaicos en la tabla 4 se muestra el ahorro estimado que se estaría generando por cada año.

| Ahorro estimado en 25 años |             |                       |             |
|----------------------------|-------------|-----------------------|-------------|
| Año de Funcionamiento      | Ahorro      | Año de Funcionamiento | Ahorro      |
| 1                          | \$26,603.6  | 14                    | \$372,450.4 |
| 2                          | \$53,207.2  | 15                    | \$399,054.0 |
| 3                          | \$79,810.8  | 16                    | \$425,657.6 |
| 4                          | \$106,414.4 | 17                    | \$452,261.2 |
| 5                          | \$133,018.0 | 18                    | \$478,864.8 |
| 6                          | \$159,621.6 | 19                    | \$505,468.4 |
| 7                          | \$186,225.2 | 20                    | \$532,072.0 |
| 8                          | \$212,828.8 | 21                    | \$558,675.6 |
| 9                          | \$239,432.4 | 22                    | \$585,279.2 |
| 10                         | \$266,036.0 | 23                    | \$611,882.8 |
| 11                         | \$292,639.6 | 24                    | \$638,486.4 |
| 12                         | \$319,243.2 | 25                    | \$665,099.0 |
| 13                         | \$345,846.8 |                       |             |

**Tabla 4** Estimación de ahorro por cada año

### Retorno de inversión

Se consideró que el ahorro de los primeros años es el tiempo de recuperación de la inversión una relación de la inversión estimada, y el ahorro durante los primeros años de funcionamiento. Por lo que se estima que a partir del 7 año se comenzara a tener años de ganancia económica del sistema.

### Conclusiones

De la evaluación en implementación de paneles fotovoltaicos, se comprueba que la radiación solar incidente en la zona de San Martín Texmelucan es apta para el buen funcionamiento del panel solar fotovoltaico

Con la aplicación de la metodología de valoración de Impacto Ambiental, se identificaron beneficios, que este proyecto ofrecería, el análisis de retorno de inversión de ahorro ganancia que resultan útiles en la toma de decisiones par inversión y fomento de energías alternativas.

En el análisis de impacto ambiental en La implementación de paneles solares fotovoltaicos se comprobó que tiene un impacto Ambiental positivo y al mismo tiempo se promueve el desarrollo Sustentable. Los sistemas fotovoltaicos tiene la ventaja de ser independientes por, lo tanto no representan daños por cableado, así como realizar la conversión directa de energía sin ningún ruido, y tienen bajo costo de mantenimiento su aplicación Sustentable ya que ofrece grandes beneficios, y por lo tanto genera ganancias en los sectores, Economía, Sociedad y Ambiente.

Con la implementación de paneles solares fotovoltaicos para la iluminación en el ITSSMT, se estará garantizando una mejora continua en el consumo de energía eléctrica, que considerando como aspecto significativo en la certificación; el proyecto se puede formular como un control operacional para el cumplimiento de la Política de Calidad Ambiental.

### Referencias

Garmendia, Salvador, Crespo, Garmendia, (2005) Evaluación del Impacto Ambiental Madrid: Editorial Pearson Prentice Hall.

Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA). Diario Oficial de la Federación de México, el 13 de mayo de 2016 (LGEEPA)

Arellano y Guzmán (2011) Ingeniería Ambiental México: Editorial Alfa y Omega.

OLADE (2002) Seminario regional. El futuro de los Mercados Energéticos en Latinoamérica.