



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE INGENIERÍA

DIVISIÓN DE INGENIERÍA MECÁNICA E INDUSTRIAL
DEPARTAMENTO DE MECATRÓNICA

**Proyecto de Planeación en la Comunidad
de Coatetelco, Mor., integrando la instalación
de Sistemas Fotovoltaicos.**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO MECATRÓNICO
PRESENTAN:

AGUILAR CRUZ PRISCILA ALEJANDRA

MÁRDERO JIMÉNEZ MARCOS

VALENCIA CRUZ GUSTAVO EDUARDO

DIRECTOR DE TESIS:

M.I. BILLY ARTURO FLORES MEDERO NAVARRO



MÉXICO, D.F.

ENERO 2010



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

AGRADECIMIENTOS

De manera general, queremos agradecer a la Universidad Nacional Autónoma de México, la máxima casa de estudios en nuestro país, por abrirnos sus puertas, por permitir nuestro desarrollo como estudiantes y proporcionarnos todo lo necesario para lograr nuestros objetivos.

A la Facultad de Ingeniería, por todas las enseñanzas que hemos adquirido a través de estos años, por la gran labor de docencia que nos brindaron, por sus excelentes instalaciones que nos permitieron realizar proyectos únicos e importantes y por su gran interés en nuestra formación personal y profesional.

A todos los profesores que, a lo largo de nuestra carrera, nos aportaron todo el conocimiento necesario para ejercer dignamente la profesión de ingeniero mecatrónico; y en especial agradecemos a aquellos que estuvieron al final de este camino, a nuestro asesor de tesis M.I. Billy Arturo Flores Medero Navarro, a nuestros sinodales Ing. Serafín Castañeda, Ing. Roberto Espriú, M.A. Víctor Vázquez y Ing. Alejandra Garza, y a aquellos que alentaron la realización de este trabajo.

Por otra parte, agradecemos a toda la comunidad de Coatetelco, Mor., por todas las atenciones recibidas a lo largo del desarrollo de nuestro trabajo, por su tiempo y disposición para colaborar en todo lo necesario y sobre todo por la confianza que depositaron en nosotros. Particularmente agradecemos al Sr. Jorge Rosal por brindarnos toda la información necesaria para el desarrollo de nuestro trabajo y al Sr. Nicéforo Carbajal por las conversaciones y recorridos a lo largo de la comunidad.

De igual forma agradecemos al Gobierno Municipal de Miacatlán, por todas las atenciones recibidas. A la Secretaría de Turismo del Estado de Morelos por recibirnos y brindarnos la asesoría necesaria para el desarrollo del proyecto planteado en esta tesis. Al biólogo Magdaleno Ramírez por el apoyo y motivación para llevar a cabo cada etapa de nuestro proyecto, compartiendo nuestra visión de ayudar a la comunidad.

Agradecemos al Centro de Investigación en Energía, por la asesoría recibida en el desarrollo de tecnologías renovables.

Y finalmente, mostramos nuestros agradecimientos personales...

Primero quiero agradecer a las dos personas más importantes en mi vida, mi madre y mi padre, por apoyarme desde mi nacimiento hasta este momento, por darme educación y confiar en mí durante todos mis años de estudio. A mi madre por sus palabras de aliento en momentos difíciles y a mi padre por todo el esfuerzo y paciencia durante la realización de este trabajo.

A mis mejores amigos, mis hermanos Gaby, Marcial, Chofi que siempre estuvieron conmigo durante toda mi carrera, me dieron buenos consejos y me alentaron para poder llegar hasta este momento. También a mis primos Aldo y Ada por los buenos momentos que hemos pasado.

A la UNAM por permitirme estudiar esta carrera y brindarme las herramientas necesarias para la vida.

A mis compañeros de equipo Gustavo y Priscila, por su esfuerzo en la realización de este trabajo, convirtiéndose ahora en mis amigos.

A mis amigos que estuvieron conmigo todo este tiempo, Aracely Figueroa que estuvo a mi lado durante gran parte de la realización de este trabajo y por los buenos momentos que pasamos juntos, Carmina Maldonado, Aldo Galindo, Raúl Trujillo, Adriana Barrientos, Cesar Fookong, Erick Díez, Cínthya Figueroa todos ellos muy buenos amigos que siempre me han apoyado.

Gracias a todas las personas que me rodean.

Marcos Márdero

Antes que nada agradezco a mi Padre Celestial por darme la oportunidad de estar con vida, por todas y cada una de las bendiciones que me ha dado, porque siempre ha sido mi amigo incondicional y me ha dado la fuerza necesaria para salir adelante de cualquier reto.

A mis padres por su apoyo, su amor, sus consejos y por creer en mí, los amo. A mi mamá por las desmadrugadas para que estuviera a tiempo en la universidad y por preocuparse por mí a cada momento. A mi papá por su gran ejemplo de constancia. Gracias por ser parte de este sueño, son los mejores!!!.

Mis hermanos, que siempre están y estarán ahí cuando los necesite, aunque a veces tengamos ciertas diferencias jajaja.

Gaby y Joyce, amigas gracias por todo, por su apoyo, porque desde que nos conocemos siempre estamos en las buenas y en las malas, por sus presiones jajaja, las quiero muchísimo!!!, sin duda son parte de este triunfo.

Rubén, aunque no quieras estar en los agradecimientos, gracias porque desde que inicie has estado ahí... aunque a veces me sonsacabas pero sin duda siempre has tenido fe en mí. Gracias por ser parte de mi vida.

A todos mis amigos por las risas, las desveladas, las aventuras, por todo... por que sin duda la estancia en la facultad no hubiera sido igual sin ustedes...

A Gus y Marcos, mi equipo de tesis, aunque más que equipo mis amigos, gracias por todo, por soportar mis loqueras a lo largo de este tiempo, por los viajes a Miaatlán, eran buenos :), por las tardes de maratón ups... por ser parte de esta gran etapa de mi vida. Porque por fin nuestro sueño se hace realidad...

Gracias a mi amada universidad, la UNAM, por la educación que me ha brindado desde mi ingreso a la E.N.P. 2 y posteriormente a la Facultad de Ingeniería, gracias por todas las enseñanzas que he recibido en este mi segundo hogar.

Y por último quiero agradecer a todas las personas que se cruzaron en este camino y que me dieron palabras de aliento y apoyo.

Priscila Aguilar.★

Agradezco a Dios por permitirme vivir, disfrutar de todo lo maravilloso que existe en esta vida, por brindarme la oportunidad de contribuir a que este mundo sea un mejor lugar cada día, por los logros y fracasos que han forjado mi carácter, por estar conmigo siempre y por darme la fuerza necesaria para salir adelante ante cualquier adversidad...

A mi padre José Eduardo, quien siempre ha creído en mí... gracias por tu amor, tu apoyo, tus consejos acertados, tu manera simple de ver la vida, por demostrarme el orgullo que siento por tenerme como tu hijo y por siempre esperar más de mí... A mi madre Amelia, quien siempre ha velado por mí, gracias por tu amor, tu dedicación a mi cuidado, por enseñarme, por mostrarme mis errores, por presumirme al mundo y mostrarles lo orgullosa que estas de mí, por sorprenderme cuando menos lo espero y por consolarme cuando ha sido necesario. Ambos son un maravilloso ejemplo a seguir y les digo de corazón que el orgullo es mío al poder llamar papá y mamá a tan maravillosas personas como lo son ustedes, los amo.

A mi hermano Eduardo, gracias por todo, siempre me has cuidado y me has protegido, aun a pesar de que ya no soy un niño... gracias por ser mi amigo, mi mentor, un modelo a seguir y un apoyo incondicional, eres el mejor hermano que podía tener y estoy muy orgulloso de poder llamarte mi hermano, te quiero muchísimo, como no tienes idea, eres increíble y ojalá algún día sea como tú, porque de verdad eres lo máximo...

A toda mi familia, porque siempre me han motivado a seguir y siempre han creído en mí, gracias por todas sus palabras de aliento...

A Alberto, Ely, Alejandra, Ariadna, a La Bandota... en fin, a todos!! Gracias por seguir conmigo durante todo este tiempo, su apoyo ha sido increíble y mi vida no sería la misma si ustedes no formaran parte de ella, gracias por todos esos buenos momentos, han sido excelentes y siempre los llevaré en mi corazón...

Y agradezco especialmente a mis amigos (y compañeros de tesis) Priscila y Marcos. A ti Pris por estar conmigo y apoyarme cada momento, siempre has creído en mí y tu alegría me motivo en todo momento a seguir adelante, gracias por todo, sabes que te quiero mucho y que estoy orgulloso de ti... Y a ti Marcos por tu gran amistad, por las atenciones que tuviste con nosotros al realizar este trabajo, por confiar en mí para la realización de esta tesis y por tu dedicación. De verdad les agradezco todo su esfuerzo y les deseo mucho éxito en todo lo que emprendan...

A mi amada Universidad Nacional Autónoma de México, siempre ha sido y será un orgullo decir que soy parte de la comunidad universitaria de tan majestuosa universidad, gracias por abrirme tus puertas... y a mi hermosa Facultad de Ingeniería, definitivamente es mi segundo hogar, gracias por recibirme, por las enseñanzas que me brindó, por mis compañeros y amigos, por toda la gente que labora en esta Facultad y contribuyó en mi formación académica, gracias por las experiencias que adquirí y por el orgullo que me hacen sentir al hablar de mi carrera, gracias por todo...

Y finalmente, a todas las personas que me rodea, es un placer contar con todos ustedes y siempre les estaré agradecido por formar parte de mi vida...

Gustavo Valcencia

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	11
1.1 Antecedentes	11
1.2 Objetivos	13
1.2.1 Objetivo General	13
1.2.2 Objetivos Específicos	13
1.3 Planteamiento del Problema	13
1.4 Hipótesis Causales	15
1.5 Justificación	15
1.6 Alcance	16
2. MARCO TEÓRICO	18
2.1 Planeación	18
2.2 Planeación Regional	18
2.3 Elementos del Sistema Municipal de Planeación	19
2.4 Diagnóstico Municipal	21
2.4.1 Impulsores Estratégicos del Desarrollo	22
2.4.1.1 Población	22
2.4.1.2 Recursos Naturales	23
2.4.1.3 Infraestructura Estratégica	24
2.4.1.4 Infraestructura Social	24
2.4.1.5 Infraestructura Urbana	24
2.4.2 Factores del Crecimiento	25
2.4.2.1 Sector Primario	25
2.4.2.2 Sector Secundario	25
2.4.2.3 Sector Terciario	25
2.4.3 Factores del Desarrollo	26
2.4.3.1 Alimentación	26
2.4.3.2 Educación	26
2.4.3.3 Empleo	26
2.4.3.4 Salud	27
2.4.3.5 Vivienda	27
3. ANÁLISIS FODA	29

4. PROSPECTIVA: ESCENARIOS DE CONTRASTE	40
4.1 Escenario Deseado	40
4.1.1 Impulsores Estratégicos del Desarrollo	41
4.1.2 Factores del Crecimiento	41
4.1.3 Factores del Desarrollo	42
4.2 Escenario Factible	42
4.2.1 Impulsores Estratégicos del Desarrollo	43
4.2.2 Factores del Crecimiento	43
4.2.3 Factores del Desarrollo	44
4.3 Escenario Tendencial	44
4.3.1 Impulsores Estratégicos del Desarrollo	45
4.3.2 Factores del Crecimiento	46
4.3.3 Factores del Desarrollo	46
5. PLAN DE DESARROLLO	49
5.1 Plan Estratégico	49
5.1.1 Impulsores Estratégicos del Desarrollo	49
5.1.2 Factores del Crecimiento	50
5.1.3 Factores del Desarrollo	51
5.2 Plan Táctico	53
5.2.1 Impulsores Estratégicos del Desarrollo	53
5.2.2 Factores del Crecimiento	54
5.2.3 Factores del Desarrollo	55
6. PROYECTO DE PROMOCIÓN Y DESARROLLO DEL SECTOR TURÍSTICO DEL POBLADO DE COATETELCO	58
6.1 Promoción Regional, Nacional e Internacional	58
6.2 Remodelación de las Palapas	61
6.3 Desarrollo de Actividades en la Laguna	62
6.4 Implementación de un Sistema de Energía Solar	64
6.4.1 Objetivos	64
6.4.2 Ventajas y Desventajas	65
6.5 Costos de Realización del Proyecto	66

7. INSTALACIÓN DE PANELES FOTOVOLTAICOS	69
7.1 Radiación Solar	70
7.1.1 Espectro Luminoso	71
7.1.2 Masa de Aire	72
7.1.3 Variación del Espectro Luminoso	72
7.1.4 Insolación	73
7.1.5 Día Solar Promedio	73
7.2 El Efecto Fotovoltaico	73
7.2.1 Conceptos Básicos	74
7.2.2 Materiales Semiconductores	75
7.2.3 Unión "P-N"	76
7.2.4 Ancho de Banda Prohibida	77
7.3 Tecnología Fotovoltaica	78
7.3.1 Células Fotovoltaicas	78
7.3.1.1 Tipos de Células Fotovoltaicas	79
7.3.1.2 Eficiencia de Conversión	81
7.3.2 Módulos Fotovoltaicos	81
7.3.3 Generador Fotovoltaico	81
7.4 Sistemas Fotovoltaicos	82
7.4.1 Sistemas Aislados o Autónomos	84
7.4.2 Sistemas Conectados a Red	84
7.4.3 Sistemas Híbridos	84
7.5 Sistemas Fotovoltaicos Conectados a Red	85
7.6 Criterios de Diseño de un Sistema Fotovoltaico Conectado a Red	86
7.6.1 ¿Por qué un Sistema Interconectado a Red?	86
7.6.2 Determinación de la Carga	87
7.6.3 Datos Sobre la Localización	87
7.6.4 Elección del Panel Fotovoltaico	89
7.6.4.1 Pérdidas por Temperatura	90
7.6.5 Elección de la Inclinación de los Módulos	93
7.6.6 Selección del Inversor	94
7.6.7 Cables de Conexión a Utilizar	96
7.6.8 Verificación de las Asunciones del Diseño	98
7.6.9 Contrato de Conexión a Red con CFE	99
7.6.10 Seguidores Solares	99
7.7 Relación Costo-Beneficio del Sistema Fotovoltaico	101
7.8 Impacto Ambiental	102

8. RESULTADOS Y CONCLUSIONES	107
9. ANEXOS	110
10. BIBLIOGRAFÍA	129

INTRODUCCIÓN

I. INTRODUCCIÓN

La realización del trabajo presentado a continuación fue posible gracias al apoyo brindado por parte de la Universidad Nacional Autónoma de México y por la comunidad de Coatetelco, Mor.

La situación económica actual del país nos lleva a plantear diversas alternativas que sean capaces de solucionar las problemáticas generales que impiden el desarrollo de la sociedad, de manera que se puedan generar empleos y oportunidades para las comunidades con mayores necesidades.

Es por esto que la Facultad de Ingeniería, consciente de esta problemática a través de la Coordinación de Servicio Social de la División de Ingeniería Mecánica e Industrial, brindó la oportunidad de realizar este trabajo participando en la elaboración de un proyecto de planeación. Con esto, se puede involucrar directamente a los alumnos en los problemas sociales y económicos del país, particularmente en un municipio en el Estado de Morelos, y le permite participar activamente en la búsqueda de soluciones.

Es importante señalar que la realización de este trabajo implicó diversas dificultades, ya que se desarrolla en un municipio fuera de la ciudad y los costos generales corren por cuenta propia. Sin embargo, la experiencia de colaborar con la comunidad fue muy interesante debido a que muestra un problema real a solucionar de manera práctica y adecuada, permitiendo observar los intereses de los individuos en particular, dentro de una sociedad.

La planeación es parte fundamental para el desarrollo de un país, por esta razón se elaboró un proyecto de planeación en el municipio de Miacatlán, Mor., enfocándose directamente a la comunidad de Coatetelco, precedido por un análisis completo de la estructura socioeconómica del municipio. La revisión del municipio mostró diversas problemáticas en todos los sectores, sin embargo el trabajo se enfoca sólo al sector turístico debido a la variedad de oportunidades que se observan en este sector y, a partir de un análisis detallado, se propuso el proyecto presentado en esta tesis.

Los resultados obtenidos fueron satisfactorios por lo que actualmente se encuentran desarrollándose cada etapa del proyecto planteado en este trabajo.

1.1 Antecedentes.

La planeación es importante para cualquier organización social, puesto que se deben fijar las directrices que tendrán que seguirse para lograr su desarrollo o progreso debido a que es necesaria en cualquier grupo social, tanto en una familia, como en una empresa, organización, municipio, país, entidad federativa, etc.

La planeación del desarrollo municipal es una actividad de racionalidad administrativa, encaminada a prever y adaptar armónicamente las actividades económicas con las necesidades básicas de la comunidad, como son, entre otras:

- Educación.
- Salud.
- Asistencia social.
- Vivienda.

- › Servicios públicos.
- › Mejoramiento de las comunidades rurales.

A través de la planeación municipal, los ayuntamientos podrán mejorar sus sistemas de trabajo y aplicar con mayor eficacia los recursos financieros que los gobiernos federales y estatales transfieren para el desarrollo de proyectos productivos y de beneficio social.

El propósito principal de la planeación del desarrollo municipal es orientar la actividad económica para obtener el máximo beneficio para la sociedad, y tiene como objetivos los siguientes:

- › Prever las acciones y recursos necesarios para el desarrollo económico y social del municipio.
- › Movilizar los recursos económicos de la sociedad y encaminarlos al desarrollo de actividades productivas.
- › Programar las acciones del gobierno municipal estableciendo un orden de prioridades.
- › Procurar un desarrollo urbano equilibrado de los centros de población que forman parte del municipio.
- › Promover la participación y conservación del medio ambiente.
- › Promover el desarrollo armónico de la comunidad municipal.
- › Asegurar el desarrollo de todas las comunidades del municipio.

Por otra parte, durante los últimos años, pensando en el futuro agotamiento de las fuentes de energía fósiles, en la gran dependencia exterior de muchos países de éstas, en el progresivo incremento de su coste y en los problemas medioambientales derivados de su explotación, transporte y consumo, se está produciendo un renacer de las energías renovables.

Las energías renovables son aquellas que se producen de manera continua y son inagotables a escala humana. Además, tienen la ventaja adicional de poder complementarse entre sí, favoreciendo la integración entre ellas.

Son respetuosas con el medio ambiente, y aunque ocasionen efectos negativos sobre el entorno, son mucho menores que los impactos ambientales de las energías convencionales como combustibles fósiles (petróleo, gas y carbón), energía nuclear, etc.

Dentro del marco de las energías renovables se pueden destacar las que tienen un mayor desarrollo tecnológico y, por tanto, mayores posibilidades de competir en el mercado. El Sol está presente en todas ellas.

El efecto fotovoltaico fue reconocido por primera vez en 1839 por el físico francés Alexandre-Edmond Becquerel. Sus estudios sobre el espectro solar, magnetismo, electricidad y óptica son el pilar científico de la energía fotovoltaica.

En 1883 el inventor norteamericano Charles Fritts construyó la primera celda solar con una eficiencia del 1%. Esta celda solar fue construida utilizando como semiconductor el Selenio con una muy delgada capa de oro. Debido al alto costo de esta celda, se utilizó para usos diferentes a la generación de electricidad. Las aplicaciones de la celda de Selenio fueron para sensores de luz en la exposición de cámaras fotográficas.

La celda de Silicio que hoy en día se utiliza proviene de la patente del inventor norteamericano Russell Ohl. Fue construida en 1940 y patentada en 1946.

La época moderna de la celda de Silicio llega en 1954 en los Laboratorios Bells. Accidentalmente experimentando con semiconductores se encontró que el Silicio con algunas impurezas era muy sensible a la luz.

1.2 Objetivos.

1.2.1 Objetivo General.

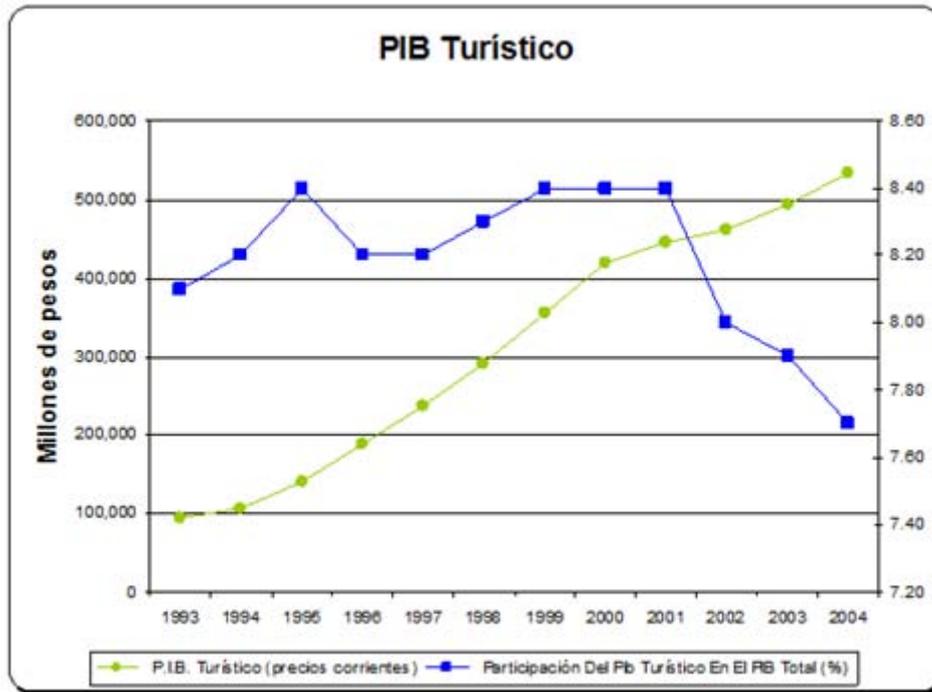
- ▶ Elaborar un análisis detallado (Diagnóstico Integral de la Situación Actual) del Municipio de Miacatlán, Mor., a fin de realizar un proyecto para impulsar el desarrollo social y económico del mismo.

1.2.2 Objetivos Específicos.

- ▶ Elevar la calidad de vida de los habitantes del municipio de Miacatlán.
- ▶ Creación de un proyecto de alta viabilidad para el desarrollo del sector turístico de la región.
- ▶ Diseño de un sistema generador de energía alterna y la selección de sus componentes con la finalidad de reducir los costos energéticos y cumplir con uno de los requerimientos de los habitantes para transformar el lugar en un sitio ecoturístico.

1.3 Planteamiento del Problema.

Entre los años 1990 y 2000, la actividad turística se ha consolidado como una de las principales fuentes generadoras de divisas para el país al captar, durante dicho periodo, ingresos superiores a los 73 mil millones de dólares, resultado de recibir a más de 204 millones de turistas. Asimismo, en la *Gráfica 1* se puede observar que en el periodo comprendido de 1993 a 2000, el Producto Interno Bruto (PIB) del Turismo representó en promedio el 8.3% del total nacional y dicho promedio ha venido disminuyendo año tras año.



Gráfica 1. Producto Interno Bruto Turístico. Fuente: SECTUR, "Indicadores turísticos, personal ocupado", http://datatur.sectu.gob.mx/jsp/consulta_nacional.jsp

En el año 2000, el turismo representó el 8.4% del PIB, sin embargo la gráfica muestra una disminución tal, que en el año 2004 representó 7.7% del PIB.

Este decrecimiento está asociado a varios factores, entre los cuales podemos mencionar el poco interés del gobierno en apoyar con infraestructura nuevos destinos turísticos, enfocándose principalmente en los destinos con mayor afluencia de personas. Otros factores sociales como la inseguridad han causado un menor número de visitantes al país.

Por otra parte, el poco cuidado de los recursos naturales con los que se cuentan y la rápida destrucción de los ecosistemas naturales representan un riesgo cada vez mayor no solo a nivel turístico, sino para la sociedad en general. Esto se debe principalmente a la falta de información de las personas que ofrecen los servicios turísticos para el cuidado del medio ambiente y a la falta de planeación en el desarrollo de nuevas instalaciones turísticas. Es por esto que es necesario un nuevo concepto de turismo en México, un turismo ecológico.

En el caso de la comunidad de Coatetelco, en el municipio de Miacatlán, existen varios factores que impiden el desarrollo turístico en la región, principalmente la falta de infraestructura, es decir, hoteles, restaurantes, bancos y servicios de información. La poca infraestructura con la que se cuenta se encuentra en malas condiciones. Algunas carreteras se encuentran intransitables y hace falta una cultura del cuidado al medio ambiente.

Además, no existe publicidad a través de medios electrónicos de difusión como la televisión o internet, ni tampoco por medios impresos como folletos o anuncios espectaculares.

Si se logra establecer una cultura de preservación del ambiente y se desarrollan una serie de actividades enfocadas al turismo ecológico, se puede

impulsar a la comunidad como un centro de atracción turística en beneficio de la propia comunidad, del estado y del país.

1.4 Hipótesis Causales.

- El turismo en el municipio de Miacatlán es muy bajo debido a que no se cuenta con buena infraestructura hotelera y de préstamo de servicios.
- Las malas condiciones de los caminos que conducen a las zonas turísticas ocasionan la escasez de visitantes.
- La falta de visitantes se debe a la falta de promoción de los sitios turísticos, de las zonas arqueológicas y de las actividades culturales del municipio de Miacatlán.
- Las malas condiciones de la infraestructura turística con la que se cuenta se deben al poco interés del gobierno en este sector.
- El bajo aprovechamiento de los atractivos naturales del municipio se debe a que los habitantes de la región desconocen la forma de implementar actividades recreativas.
- La economía familiar se ve afectada debido al pago excesivo del servicio eléctrico.
- No existe ninguna implementación de tecnologías ecológicas en el municipio, a pesar de su buena ubicación geográfica, debido a la falta de información de las mismas.
- La diversidad de opiniones entre las comunidades del municipio provoca la escasez de visitantes de regiones cercanas.

1.5 Justificación.

La comunidad de Coatetelco, localizada en el municipio de Miacatlán, Mor., cuenta con diversos atractivos como zonas arqueológicas y paisajes naturales que, de darles el cuidado y mantenimiento adecuado, pueden llegar a ser un centro turístico importante en el Estado y en el País.

La falta de interés del gobierno municipal por el desarrollo turístico de la región, así como la mala distribución del presupuesto en las comunidades del municipio, ha propiciado el estancamiento en el crecimiento municipal y, al mismo tiempo, reduce los posibles ingresos generados a través de las personas interesadas en visitar Miacatlán.

La idea del turismo que desean implementar los habitantes de la comunidad se enfoca al denominado ecoturismo, es decir, a las actividades recreativas que se puedan realizar aprovechando los recursos naturales de la región y sin afectar al medio ambiente.

Por otra parte, existe una problemática en los comercios que brindan servicio al sector turístico. El problema es el elevado costo del servicio eléctrico en la región. El pago bimestral que realizan los habitantes de la región resulta muy alto para los ingresos que tienen, de manera que algunos han llegado a tener pérdidas en sus ingresos y esto los lleva a ajustar su forma de vida a una más limitada, recordando que desde un principio lo era.

Es por todo esto que se decide realizar este proyecto, ya que como parte de la comunidad universitaria, existe una conciencia de la problemática actual respecto al medio ambiente, por lo que este proyecto se enfoca a utilizar nuevas tecnologías

ecológicas a fin solucionar las dificultades de la sociedad y evitar dañar el medio ambiente de la región, logrando a la vez, una disminución en el calentamiento global.

Además, la ubicación geográfica de Coatetelco permite la utilización de celdas fotovoltaicas obteniendo un máximo aprovechamiento de la energía solar.

1.6 Alcance.

En el presente trabajo, se realizó un análisis de la estructura regional del municipio de Miacatlán, Mor., es decir, de su estructura socioeconómica, los factores de crecimiento y los factores de desarrollo, basado en una metodología de planeación.

Por otra parte, se plantea un proyecto de desarrollo integral del sector turístico, ya que posee gran potencial de desarrollo en este rubro. Además, se plantean una serie de acciones a seguir para el desarrollo del sector primario, secundario y terciario del municipio, que en su momento se presentaron ante algunos funcionarios municipales y miembros de la comunidad en general.

Respecto a la instalación de paneles solares en los locales turísticos que rodean la laguna de Coatetelco, se realizó el análisis de las necesidades energéticas y la selección del sistema que se adapta mejor a los requerimientos. Para esto, se seleccionó un local que sirvió como base, ya que a través de los análisis realizados, este local resultó el de mayor demanda energética.

En el trabajo se presenta un aproximado del costo del proyecto propuesto, con proveedores y prestadores de servicios seleccionados; sin embargo, no debe confundirse con un plan de negocios, a pesar de que se utilizan varios puntos que lo integran.

Se buscaron financiamientos a través de la Secretaria de Turismo del Estado de Morelos, pero son trámites que requieren tiempo para su aprobación.

MARCO TEÓRICO

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Planeación.

La planeación se puede definir, de manera sencilla, como plantear un escenario deseado, fijar metas preliminares, regresar al presente y tomar las alternativas necesarias para alcanzar ese futuro deseado en el horizonte de planeación determinado. El horizonte de planeación es el tiempo en que se van a alcanzar los objetivos propuestos.

Para este trabajo se utilizó una metodología de planeación que consta de doce pasos¹, los cuales se mencionan a continuación:

1. Objeto de estudio.
2. Objetivos.
3. Planteamiento del problema.
4. Hipótesis causales.
5. Investigación de campo - Estudios estadísticos.
6. DISA - Diagnóstico Integral de la Situación Actual.
7. FODA – Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas - Síntesis del diagnóstico.
8. Prospectiva - Escenarios de contraste.
9. Plan estratégico - Largo plazo.
10. Plan táctico - Corto plazo.
11. Seguimiento y evaluación.
12. Conclusiones.

2.2 Planeación Regional.

Las primeras experiencias de la planeación en los estados se realizaron desde una óptica regional. Su objetivo era atender los aspectos del desarrollo de la región, o bien procurar el crecimiento de algunas ramas o sectores económicos.

Las diferencias que se presentan en el desarrollo de los estados y las regiones que integran el país se deben, entre otros factores, al modelo de desarrollo que instrumentó el Estado mexicano, así como al crecimiento acelerado que éste experimentó, generando con ello desequilibrios y desigualdades entre sectores, ramas y regiones económicas; este desequilibrio regional se acentuó por la marcada y excesiva concentración del desarrollo en el centro y norte del país, así como algunos estados de la República Mexicana.

Para revertir esta tendencia, el Gobierno Federal estableció dos líneas fundamentales:

- Continuar con la formulación y ejecución de programas regionales.
- Instrumentar un proceso de descentralización administrativa para acordar con cada entidad federativa la realización de obras y proyectos que más convienen a los intereses locales.

¹ Metodología desarrollada por el Ing. Roberto Espriú Sen, profesor de la asignatura Sistemas de Planeación, impartida en la Facultad de Ingeniería de la UNAM.

Se instrumentaron algunos programas de carácter regional, para dar respuesta a las necesidades prioritarias de los estados y municipios mediante programas de infraestructura básica de apoyo, infraestructura para el desarrollo social, programas productivos, de coordinación especial y de apoyos financieros a estados y municipios, a través de los cuales se transferirían recursos humanos, financieros y materiales que tienden a lograr el aprovechamiento equitativo y racional de los recursos naturales y del trabajo del hombre en su ámbito territorial.

Estos intentos, dirigidos a desarrollar un sector específico, una región o una zona geográfica determinada, contribuyeron a descentralizar la actividad económica y a crear polos de desarrollo en el interior del país.

2.3 Elementos del Sistema Municipal de Planeación.

Los elementos que constituyen el Sistema Municipal de Planeación son principalmente:

- › El ayuntamiento.
- › La estructura administrativa.
- › El sistema de información.
- › Los sectores sociales.

El ayuntamiento.

Es el órgano máximo de gobierno del municipio que es sujeto de facultades, derechos y obligaciones, y que posee personalidad jurídica y patrimonio propios.

En cuanto a la planeación del desarrollo municipal, los ayuntamientos podrán realizar esta función de acuerdo con lo que se establezca al respecto en la Constitución Política del Estado, la Ley Estatal de Planeación, la Ley Orgánica Municipal y el Convenio Único de Desarrollo Municipal.

La planeación es una función que realizan los ayuntamientos para prever necesidades y programar actividades futuras, así como para lograr un mejor aprovechamiento de sus recursos.

Mediante la planeación, los ayuntamientos están en posibilidades de mejorar sus sistemas operativos y aplicar con mayor eficiencia los recursos financieros que los Gobiernos Federal y Estatal transfieren para el desarrollo de proyectos productivos y de beneficio social.

La estructura administrativa.

La ejecución de las decisiones que toma el ayuntamiento es responsabilidad del Presidente Municipal, quien para cumplir tal propósito se auxilia de un aparato administrativo formado por unidades encargadas de entender los diferentes aspectos administrativos del municipio, así como de satisfacer las necesidades que demandan los habitantes de la comunidad. Esta área realiza entre otras funciones, las siguientes:

- › Coordina la elaboración del Plan Municipal de Desarrollo, así como su actualización y evaluación.
- › Formula lineamientos básicos para la actualización, instrumentación, control y evaluación del Plan Municipal de Desarrollo.

- Da seguimiento a los objetivos y metas sectoriales que establezca el Plan de Desarrollo.
- Coordina en el seno del Comité de Planeación del Desarrollo Municipal la elaboración de programas sectoriales derivados del Plan Municipal.
- Promueve la celebración de convenios de coordinación y colaboración con los sectores público, social y privado para el logro de los objetivos y metas del Plan Municipal.
- Integra la información económica y social del municipio para apoyar las acciones de planeación.
- Coordina las reuniones de trabajo con las demás dependencias municipales.
- Evalúa el desarrollo de los programas.

El sistema de información.

Es común que las autoridades municipales se enfrenten a ciertos problemas en la toma de decisiones. Esto puede ser originado por la falta de información, la cual, entendida como el conjunto de datos que han sido debidamente recopilados, seleccionados y procesados, resulta útil para establecer las bases de cualquier función municipal.

La información municipal presenta dos características básicas que son:

- Como medio de comunicación del ayuntamiento hacia su propia administración y hacia la comunidad en general, así como al estado y la federación, y
- Como base de una gestión administrativa moderna y racional, que dé mayor atención a las demandas de la población.

Sectores sociales.

Sector es un concepto que describe un campo específico de la actividad social, en la cual debe ejercerse la autoridad del gobierno para condicionar los fines últimos de la sociedad, esto es, la acción de las personas naturales o jurídicas que la integran.

Los diferentes sectores del municipio, como el sector social y el sector privado al igual que a nivel federal y estatal, deberán incorporarse a través de los foros de consulta popular para participar en la tarea de la planeación del desarrollo económico municipal. De esta manera se abrirá el espacio para que los representantes de las diferentes organizaciones sociales y privadas participen y se responsabilicen en la planeación del desarrollo de su comunidad, a través de plantear sus demandas y proponer soluciones a los problemas que enfrenta el municipio.

Es conveniente que la participación de los sectores no se quede únicamente en el nivel de las propuestas, las cuales se integrarán al Plan de Desarrollo Municipal, sino que su participación se amplíe a la ejecución, evaluación y control de los programas que se deriven de dicho plan.

2.4 Diagnóstico Municipal.

El propósito del diagnóstico municipal es el de conocer la situación actual del municipio; es el recuento de los recursos y problemas, de las carencias, reservas y posibilidades de desarrollo.

Abarca los renglones relacionados al medio físico y sus aspectos geográficos, fisiográficos, climatológicos, hidrológicos y edafológicos; comprende los aspectos de la dinámica de la población y de los renglones de educación, salud y vivienda como parte integrante del sector social. Se desarrollan también dentro del diagnóstico los aspectos de infraestructura, así como el análisis del sector productivo de la economía.

Localización.

El municipio de Miacatlán se ubica geográficamente entre los paralelos 18° 45' latitud norte y los 99° 21' longitud oeste del meridiano de *Greenwich* a una altura de 1,054 *m.s.n.m.* Limita al norte con el Estado de México y el municipio de Temixco, al sur con los municipios de Puente de Ixtla, Mazatepec y Tetecala, al este con Xochitepec y al oeste con Coatlán del Río y el Estado de México (*Figura 1*). Su distancia aproximada entre la cabecera y la capital del estado es de 40 kilómetros.



Figura 1. Localización del Municipio de Miacatlán, Mor. Fuente: <http://www.oeidrus-morelos.gob.mx/estadisticasagrop/MunicipiosMor/Miacatlan.htm>

Extensión.

La superficie total del municipio de Miacatlán es de 219.77 km^2 y representa el 4.4% respecto de la superficie del Estado de Morelos.

2.4.1 Impulsores Estratégicos del Desarrollo.

2.4.1.1 Población.

La transición demográfica.

Es preciso señalar que según los resultados del II Censo de Población y Vivienda 2005 efectuado por INEGI, en el municipio se computaron 22,691 habitantes, de los cuales 10,839 son hombres y 11,852 mujeres. La tasa de crecimiento en el período de 1995-2000 fue de 1.07%, observándose una disminución de la población con respecto al Censo 2000, de 1,293 habitantes.

Se debe resaltar que las cifras que establece el INEGI no reflejan la realidad del Municipio al 2009 y que las proyecciones varían considerablemente, por lo que resulta necesario realizar un censo municipal que nos permita tener información precisa.

La población es siempre protagonista y objetivo de cualquier proceso de desarrollo. A corto y largo plazo, el perfil social, cultural, educativo y productivo de la población es el que define la naturaleza y calidad del proceso de convivencia social y de desarrollo de una comunidad, así como el potencial de crecimiento y de elevación en la calidad de vida. Al mismo tiempo, los cambios demográficos van dando cuenta de los alcances en el nivel de bienestar social, así como cambios culturales que, de generación en generación, van enriqueciendo el tejido social, familiar y personal en una comunidad. El municipio de Miacatlán es un buen ejemplo de ello.

De acuerdo al INEGI, para el año 2005 se reconocen 35 localidades de las cuales, por el número de habitantes, sobresalen la Cabecera Municipal con el 43.41%, Coatetelco con el 40.09%, Xochicalco con el 4.39%, El Rodeo con el 4.34% y Palpan de Baranda con el 3.62% de habitantes.

Este crecimiento y perfil de la población municipal se explica no sólo por el crecimiento natural de la misma o por los movimientos migratorios, sino también por el constante descenso en las tasas de mortalidad general e infantil, asociadas, desde luego, al mejoramiento de las condiciones de vida de la población y a los avances logrados en materia de educación, salud e infraestructura sanitaria.

Migración.

Conforme a los datos del II Censo de Población y Vivienda 2005 del INEGI y de acuerdo a cifras al mes de octubre del 2000, 227 miacatlenses mayores de 5 años viven en otra entidad y 26 residen en Estados Unidos de Norteamérica, aunque es necesario señalar que se estima que en la actualidad son alrededor de 2000 personas, por lo que debe realizarse un registro formal para determinar la migración hacia el país del norte de nuestra República.

Analfabetismo.

En el Municipio existen 2,376 personas mayores de 15 años analfabetas. El resto de la población cuenta con un grado promedio de escolaridad de 6.35, equivalente a la educación primaria.

2.4.1.2 Recursos Naturales.

- ▶ **Clima.** La temperatura media del municipio es de 22.5 °C, la máxima media de 32.1 °C, la máxima absoluta de 39.8 °C y la mínima de 2.0 °C, correspondiente al clima subtropical húmedo caluroso.
 - ▶ **Precipitación pluvial.** La lluvia anual de este municipio es de 1,112 *mm*; la media entre los meses de junio a octubre alcanza 937.7 *mm*; la máxima anual es de 2,107.5 *mm*; la mínima anual es de 608.3 *mm*; las lluvias mayores de 60 *mm* son entre los meses de mayo y octubre, y la evaporación anual en *mm* es de 2,203.8.
 - ▶ **Orografía.** Es muy montañoso en su parte norte, las montañas de El Frule y El Picacho sirven de límite con Ocuila de Arteaga, un municipio del Estado de México. En su parte media está el cerro de Tepetzingo, que sirve de límite con el municipio de Coatlán del Río, así como el cerro de los Cuilotes y el cerro Alto, todos estos entre altitudes de los 2,000 y 2,250 *m*. También se localizan el cerro de Cuauchi frente a Cuentepec sobre los 2,000 *m* y el cerro de Los Perritos sobre los 1,700 *m*, en cuya formación se encuentran las ruinas de Xochicalco. Por tanto, las zonas accidentadas cubren el 8% del territorio, las semiplanas al centro y al sur cubren el 45%.
 - ▶ **Hidrografía.** Dentro de este municipio se encuentran las Lagunas de El Rodeo y Coatetelco, así como también la Laguna Seca que es de menor tamaño. Es cruzado en su parte media por el río Tembembe, que nace en las barrancas de Cuentepec y Tetlama, que luego penetra en Mazatepec y se precipita en el río Chalma. Cuenta con tres ojos de agua ubicados en Palo Grande, Tlajotla y El Rincón, y 32 pozos profundos para extracción de agua. **Véase Figura 1 en Anexo A.**
 - ▶ **División política.** Las poblaciones que conforman el municipio son: Atzompa, La Campesina, Coatetelco, Col. Álvaro Obregón, Emiliano Zapata, Gral. Pedro Saavedra, Los Huertos, Los Linares, El Mirador, El Muelle, Palo Grande, La Mina de Santa Rosa Grande, Palpan de Baranda, El Paredón, La Presa, Rancho Viejo, El Rincón, El Rodeo, El Terrero, Tlajotla, La Toma, El Trapiche, Xochicalco y la cabecera municipal que es Miacatlán. **Véase Figura 2 en Anexo A.**
 - ▶ **Flora.** Esta constituida principalmente por selva baja caducifolia de clima cálido, su vegetación consiste en plantas de casahuate, cuahulote, canelillo, cuajote, parotas, huizache, guamúchil, acacias, guajes rojo y verde, copal, cuachalalate, pochotes, mezquites, tepehuajes y una gran variedad de árboles frutales de clima semi-tropical y plantas de ornato.
 - ▶ **Fauna.** La constituyen animales como: tejón, zorrillo, liebre, conejo común, cacomixtle, tlacuaches, urracas, huiltas, zopilotes, auras, cuervos, lechuzas, tórtolas y primaveras, así como iguanas, víboras de cascabel y coyotes. En las lagunas hay actividades de pesca, donde se producen la
-

mojarra carpa de Israel y lobina. En el municipio no existen áreas naturales protegidas.

2.4.1.3 Infraestructura Estratégica.

Las vías de comunicación por carretera son las siguientes:

Carretera asfaltada de Miacatlán - Cuernavaca de 40 kilómetros: carretera tipo "D" Miacatlán - **Alpuyeca de 15 kilómetros y carretera tipo "C" de Alpuyeca a la capital del Estado de 25 kilómetros.** Al Estado de México (Chalma) 20 kilómetros de carretera tipo "E" y a los demás pueblos vecinos carreteras asfaltadas.

NOTA: De acuerdo al índice de circulación y a las medidas del ancho de la carretera se tiene la siguiente clasificación:

- Tipo A: El TDPA (Tránsito Diario Promedio Anual) es mayor de 3000 vehículos por día y hasta 22 *m* de ancho (cuatro carriles).
- Tipo B: El TDPA es de 1500-3000 vehículos por día y 9 *m* de ancho.
- Tipo C: El TDPA es de 500-1500 vehículos por día y 7 *m* de ancho.
- Tipo D: El TDPA es de 100-500 vehículos por día y 6 *m* de ancho.
- Tipo E: El TDPA es de hasta 100 vehículos por día. Y tiene una corona (ancho) de 4 *m*.

2.4.1.4 Infraestructura Social.

En el Municipio se encuentran 41 escuelas de las cuales 13 son de preescolar, 21 escuelas primarias, 6 secundarias y un bachillerato, cubriendo así los niveles de educación básica. Por otra parte, cuenta con 15 parques y 9 jardines. Respecto a instalaciones de salud, el Municipio cuenta con un total de 9 centros de salud.

2.4.1.5 Infraestructura Urbana.

En el Municipio se cuenta con un pozo profundo para uso agrícola que produce 60 litros por segundo y 8 pozos más en la región de Coatetelco que producen entre 20 y 40 litros por segundo también para riego, además de 9 pozos de agua para consumo humano. La cobertura de servicios públicos de acuerdo a las apreciaciones del Ayuntamiento se observa en la **Tabla 1**:

Servicios	Porcentaje
Agua Potable	95
Alumbrado Público	80
Mantenimiento de Drenaje Urbano	60
Recolección de Basura	80
Limpieza en las Vías Públicas	75
Seguridad Pública	95
Pavimentación	70
Rastros Municipales	No operan.
Matanza vacuno, porcino y pollo	75

Tabla 1. Cobertura de Servicios Públicos en el Municipio de Miacatlán, Mor. Fuente: <http://www.e-local.gob.mx/work/templates/enciclo/morelos/Municipios/17015a.htm>

2.4.2 Factores del Crecimiento.

2.4.2.1 Sector Primario.

Del total del territorio, 6,860 hectáreas son de uso agrícola, 3,892 de uso pecuario, 7,400 de usos forestal y 1.5 para uso industrial.

Agricultura.

Es importante su producción de mango, ciruela y agave. Por su superficie sembrada y valor de producción, destaca el maíz, sorgo, cacahuete y caña de azúcar. *Véase Tabla 1 y Tabla 2 en Anexo B.*

Ganadería.

La crianza se desarrolla en potreros donde se explota el ganado lechero y de engorda. *Véase Gráfica 1 en Anexo B.*

2.4.2.2 Sector Secundario.

En el Municipio se localizan dos minas de mármol: una en explotación en el pueblo de Palpan y otra sin explotar. Por otra parte, existe una mina de metal, de la que se dice puede producir oro y plata, llamada El Jatero y ubicada en el ejido de Tlajotla. Además, existe otra mina de azogue (mercurio) llamada Mina de Santa Rosa, la cual estuvo en explotación.

2.4.2.3 Sector Terciario.

Comercio.

En el municipio, se tienen registrados 476 pequeñas empresas comerciales, de las cuales 158 se ubican en la cabecera municipal, 148 en Coatetelco, 67 en El Rodeo, 48 en Palpan, 29 en Xochicalco, 14 en Palo Grande, 6 en Tlajotla, 3 en Rancho Viejo y 6 en El Rincón y Paredón.

Los giros comerciales son, predominantemente, tiendas de abarrotes con venta de cerveza, misceláneas, refresquerías, papelerías, estéticas, billares, entre otros.

Turismo.

El turismo se encuentra centralizado en la zona arqueológica de Xochicalco. Aunque ésta recibe miles de visitas mensualmente, se desaprovecha toda esa afluencia de personas debido a que en los alrededores no se cuenta con una infraestructura hotelera y restaurantera adecuada que pueda albergar y brindar servicio a todos los visitantes.

En la comunidad de Coatetelco se localiza otra zona arqueológica en donde se preservan construcciones que corresponden principalmente a la época mexica. En la misma localidad se encuentra además una iglesia construida en el siglo XVI por los franciscanos, construida sobre la pirámide más alta de Coatetelco, con el fin de comenzar la evangelización en el pueblo.

Asimismo, las lagunas del municipio (Coatetelco y El Rodeo) están rodeadas por palapas en donde se puede degustar comida típica de la región y practicar deportes acuáticos como el kayakismo.

Transporte.

El único medio de transporte entre las comunidades del municipio son taxis particulares, no se cuenta con un sistema de transporte público que comunique todas las localidades del municipio.

2.4.3 Factores del Desarrollo.

2.4.3.1 Alimentación.

Se cuenta con un apoyo solo para 100 niños menores a 5 años que consiste en otorgarles despensas. Además, se cuenta con ocho cocinas comunitarias.

No existe un rastro municipal debido a que la matanza de ganado vacuno, porcino y de pollos se realiza en las casas.

Por otra parte el 8% de la población menor de 12 años presentan un estado de desnutrición.

2.4.3.2 Educación.

Existen servicios de educación preescolar, primaria, secundaria y CBTis, siendo ésta la infraestructura educativa. **Tabla 2.**

Nivel	Escuelas	Aulas	Maestros	Alumnos
Preescolar	13	23	65	600
Primaria	21	98	140	3,807
Secundaria	6	43	85	956
Bachillerato	1	18	59	220
Capacitación para el trabajo	1	3	5	20
Total	42	185	354	5,603

Tabla 2. Infraestructura educativa en el Municipio de Miacatlán, Mor. Fuente: <http://www.e-local.gob.mx/work/templates/enciclo/morelos/Municipios/17015a.htm>

2.4.3.3 Empleo.

La población total del Municipio es del orden de 22,691 habitantes, de los cuales 7,241 pertenecen a la Población Económicamente Activa (PEA), los cuales están distribuidos de la siguiente manera: en el Sector Primario el 37.24%, en el Sector Secundario el 22.83% y en el Sector Terciario el 36.63%.

Cabe resaltar que de la PEA, 5,321 son hombres y 1,920 son mujeres; por otra parte, la Población Económicamente Inactiva (PEI) que existe en el municipio es de 8,971, donde el 72.25% son mujeres y 27.75% son hombres.

2.4.3.4 Salud.

En Miacatlán, 14,128 habitantes no cuentan con derechohabiencia a servicios de salud y de 8,372 habitantes que sí, el 27.30% es derechohabiente del IMSS, el 9.88% es derechohabiente del ISSSTE y el 56.43% es derechohabiente del Seguro Popular.

Se tiene un registro de 580 habitantes con discapacidad, de los cuales 216 presentan discapacidad motriz, 115 discapacidad auditiva, 206 discapacidad visual y 84 discapacidad mental.

2.4.3.5 Vivienda.

De las 5,385 viviendas particulares habitadas, 1,329 cuentan con piso de tierra, 2,348 cuentan con un dormitorio, 4,811 disponen de televisión, 3,820 disponen de refrigerador, 1,664 disponen de lavadora y solo 247 disponen de computadora.

La mayor parte de las viviendas están construidas con materiales como el tabique, block y techos de losa, cemento y láminas de asbesto, y en las comunidades pequeñas hay techos de láminas de cartón y algunas con palma.

ANÁLISIS FODA

3. ANÁLISIS FODA

El análisis FODA es una herramienta que permite conformar un cuadro de la situación actual de las entidades, permitiendo de esta manera obtener un diagnóstico preciso que permita, en función de ello, tomar decisiones acordes con los objetivos y políticas formulados.

El término FODA es un acrónimo conformada por las primeras letras de las siguientes palabras:

- **F**ortalezas
- **O**portunidades
- **D**ebilidades
- **A**menazas

De entre estas cuatro variables, tanto fortalezas como debilidades son internas, por lo que es posible actuar directamente sobre ellas. En cambio las oportunidades y las amenazas son externas, por lo que en general resulta muy difícil poder modificarlas.

Para mayor claridad en la interpretación, a continuación se presentan las siguientes definiciones:

Fortalezas.- son las capacidades humanas y materiales con las que se cuenta para adaptarse y aprovechar al máximo las ventajas que ofrece el entorno social y enfrentar con mayores probabilidades de éxito las posibles amenazas. Debe hacerse todo lo posible por preservarlas.

Oportunidades.- son aspectos favorables externos que se presentan en el entorno político, económico, ambiental y tecnológico que están fuera de nuestro control. Su principal particularidad es que son factibles de ser aprovechados si se cumplen determinadas condiciones.

Debilidades.- son las limitaciones o carencias y obstáculos que se manifiestan en el ambiente interno. Impiden el aprovechamiento de las oportunidades que ofrece el entorno social y que no le permiten defenderse de las amenazas.

Amenazas.- son circunstancias que provienen del ambiente externo y están fuera de nuestro control. Pueden perjudicar y/o limitar el desarrollo de la entidad e influyen de manera negativa en la consecución de metas y objetivos. Son hechos ocurridos en el entorno que representan riesgos.

Una vez estudiadas las definiciones anteriores, y con los datos obtenidos en la investigación de campo, se realizó el Diagnóstico Integral de la Situación Actual (DISA) del municipio de Miacatlán, con lo cual se pudo realizar el siguiente análisis FODA.

Fortalezas.

Impulsores Estratégicos del Desarrollo.	Población.	<ul style="list-style-type: none">› Bajo índice de mortalidad.› Bajo índice de migración.› Baja densidad poblacional 97.1 Hab/km².
	Recursos Naturales.	<ul style="list-style-type: none">› Tierra y clima adecuados para el cultivo de frutas y verduras.› El Rodeo se encuentra entre las comunidades más importantes del municipio en lo que respecta a la crianza de peces de ornato. Es el segundo proveedor más importante del estado.› Existe una mina de mármol.› Gran variedad de flora y fauna aptas para el consumo humano.
	Infraestructura Estratégica.	<ul style="list-style-type: none">› Las principales comunidades del municipio están comunicadas a través de 100 km de carretera.
	Infraestructura Social.	<ul style="list-style-type: none">› La demanda de salud está cubierta de manera parcial en la mayoría de las comunidades.› Existencia de parques y jardines de esparcimiento.› Organización de torneos deportivos municipales por parte del gobierno.
	Infraestructura Urbana.	<ul style="list-style-type: none">› El 95% de las viviendas en el municipio cuenta con agua potable y el 85% con energía eléctrica.› Los sistemas de drenaje y fosas sépticas son eficientes.

Factores de Crecimiento.	Sector Primario.	<ul style="list-style-type: none">› Superficie suficiente para el desarrollo de la actividad agropecuaria (aproximadamente de 10,752 hectáreas).
--------------------------	------------------	--

	Sector Secundario.	<ul style="list-style-type: none"> » Amplia variedad de productos de origen natural a los cuales se les puede dar valor agregado. » Mina de mármol para su explotación. » Variedad de maderas para la fabricación de muebles. » Productores de mezcal para su consumo y exportación. Véase Figura 3 en Anexo A.
	Sector Terciario.	<ul style="list-style-type: none"> » El municipio cuenta con sitios arqueológicos de reconocimiento a nivel internacional. Véase Figura 4 en Anexo A. » Las lagunas de Coatetelco y El Rodeo representan atractivos turísticos a comunidades vecinas. Véase Figura 5 en Anexo A. » Visitas nacionales y extranjeras que proporcionan una derrama económica local.

Factores de Desarrollo.	Alimentación.	<ul style="list-style-type: none"> » Actividad agropecuaria explotable. » La producción de alimentos en casa. » Se otorgan despensas por parte del gobierno.
	Educación.	<ul style="list-style-type: none"> » El sistema educativo cubre todos los niveles de educación básica.
	Empleo.	<ul style="list-style-type: none"> » Cobertura de empleo en el sector terciario.
	Vivienda.	<ul style="list-style-type: none"> » La mayor parte de las viviendas están construidas con materiales como el tabique, block y techos de losa.

	Salud.	<ul style="list-style-type: none"> » Existencia de campañas para promover la higiene bucal y prevención del dengue. » Existen 9 centros de salud en el municipio.
--	--------	---

Oportunidades.

Impulsores Estratégicos del Desarrollo.	Población.	<ul style="list-style-type: none"> » Programas de planificación familiar. » Programas de alfabetización.
	Recursos Naturales.	<ul style="list-style-type: none"> » Capacitación para la agricultura. » Apoyar e impulsar la industrial del mármol. » Utilización de tecnologías en los sistemas de producción.
	Infraestructura Estratégica.	<ul style="list-style-type: none"> » Construcción de carreteras y mejora vial. » Generación de empleo en varios sectores (herramientas, casas de materiales, talleres, centros de reparación, hoteles, restaurantes, etc.). » Implementación de tecnologías verdes para la generación de energía eléctrica.
	Infraestructura Social.	<ul style="list-style-type: none"> » Desarrollo de centros deportivos y recreativos. » Programas de actividades recreativas para la población. » Creación de escuelas de nivel superior.
	Infraestructura Urbana.	<ul style="list-style-type: none"> » Planificar el crecimiento de los poblados que integran el municipio.

Factores de Crecimiento.	Sector Primario.	<ul style="list-style-type: none"> » Aplicación de nuevas tecnologías enfocadas principalmente a la agricultura y ganadería. » Créditos para la mejora del sector agropecuario.
	Sector Secundario.	<ul style="list-style-type: none"> » Disposición de capitales para estimular la inversión. » Reconocimiento a la actividad artesanal.
	Sector Terciario.	<ul style="list-style-type: none"> » Difundir la existencia de los centros turísticos y las zonas arqueológicas. » Acondicionar un corredor turístico con los comercios necesarios. » Establecer actividades acuáticas en las lagunas sin modificar el ecosistema.

Factores de Desarrollo.	Alimentación.	<ul style="list-style-type: none"> » Apoyo del gobierno para fomentar una cultura alimenticia adecuada. » Programas federales para combatir la desnutrición.
	Educación.	<ul style="list-style-type: none"> » Aplicación de programas municipales para evitar la deserción escolar. » Eliminar la asignación de plazas de manera hereditaria.
	Empleo.	<ul style="list-style-type: none"> » Vinculación con empresas o centros de trabajo. » Empleos en el sector comercial y de la construcción. » Existe el potencial de crecimiento para cada negocio.
	Vivienda.	<ul style="list-style-type: none"> » Apoyo por parte de instituciones federales y privadas para el mejoramiento de viviendas a municipios y zonas de alta marginalidad.

		<ul style="list-style-type: none"> ➤ Programa de Ahorro y Subsidio para la Vivienda "Vivienda Rural" en localidades rurales.
	Salud.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Adquisición de unidad móvil para la atención en las comunidades. ➤ Programas federales y estatales para fortalecer la infraestructura de hospitales.

Debilidades.

Impulsores Estratégicos del Desarrollo.	Población.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Concentración de la población en la cabecera municipal (43.41%) y en el poblado de Coatetelco (40.09%). ➤ La tercera parte de la población se encuentra económicamente inactiva. ➤ Alto índice de analfabetización.
	Recursos Naturales.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Falta de información y proyectos para el aprovechamiento de los recursos naturales.
	Infraestructura Estratégica.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Poco presupuesto para infraestructura vial. ➤ Carreteras en malas condiciones. Véase Figura 6 y Figura 7 en Anexo A.
	Infraestructura Social.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Falta de apoyo al deporte. ➤ Falta de mantenimiento en canchas y centros deportivos. ➤ Falta de centros de entretenimiento.
	Infraestructura Urbana.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ El sistema de drenaje no es adecuado para el desarrollo de una infraestructura turística. ➤ La concentración de población en la cabecera ha traído problemas de desabasto de agua potable.

		<ul style="list-style-type: none"> › Corrupción y falta de actualización tecnológica.
--	--	--

Factores de Crecimiento.	Sector Primario.	<ul style="list-style-type: none"> › Explotación de las lagunas del municipio. › Falta de tecnología aplicada a la agricultura.
	Sector Secundario.	<ul style="list-style-type: none"> › Falta de crédito para el desarrollo industrial. › Tecnología nula en la extracción de mármol.
	Sector Terciario.	<ul style="list-style-type: none"> › Los accesos hacia las zonas turísticas están en mal estado y sucios. › No existen políticas públicas que promuevan las zonas arqueológicas y las tradiciones populares. › No hay hoteles o restaurantes cercanos a las zonas arqueológicas. › Los taxis son la única opción de transporte público que existe. › Únicamente existen instituciones bancarias en la cabecera municipal.

Factores de Desarrollo.	Alimentación.	<ul style="list-style-type: none"> › La población tiene una variedad limitada de alimentos. › El 8% de los niños del municipio tienen un estado de desnutrición.
	Educación.	<ul style="list-style-type: none"> › Traslado de grandes distancias para asistir a los centros educativos. › Secundarias y bachillerato se encuentran en la cabecera municipal. › Analfabetismo en el 10% de la población mayor a 15 años.

	Empleo.	<ul style="list-style-type: none"> » Proliferación del empleo informal.
	Vivienda.	<ul style="list-style-type: none"> » Los recursos municipales asignados al rubro de vivienda no son suficientes. » Cerca del 30% de la viviendas en las zonas marginadas son viviendas no dignas*. Véase Figura 8 y Figura 9 en Anexo A. <p><i>*Vivienda Digna</i> se considera una construcción mayor o igual a 40 m² con piso de materiales firmes (cemento o adoquín) y losas de cemento. Cuenta con habitaciones separadas para las cabezas de familia, hijos e hijas, cocina y baño independientes.</p>
	Salud.	<ul style="list-style-type: none"> » Falta de personal médico. » Falta de centros de salud en Los Linares y El Terrero. » Escases de medicamentos.

Amenazas.

Impulsores Estratégicos del Desarrollo.	Población.	<ul style="list-style-type: none"> » Crecimiento desmedido de la población.
	Recursos Naturales.	<ul style="list-style-type: none"> » Destrucción de bosques por el crecimiento demográfico. » Desbordamiento de la laguna de Coatetelco debido a las altas precipitaciones.
	Infraestructura Estratégica.	<ul style="list-style-type: none"> » Disminución de recursos al municipio para el mejoramiento de carreteras. » Carreteras intransitables.
	Infraestructura Social.	<ul style="list-style-type: none"> » La ausencia de políticas estatales que impulsen la actividad deportiva.

	Infraestructura Urbana.	<ul style="list-style-type: none"> › Desabasto de agua potable por el rápido crecimiento de unidades habitacionales en Morelos. › El acelerado crecimiento y la demanda de suelo.
--	-------------------------	---

Factores de Crecimiento.	Sector Primario.	<ul style="list-style-type: none"> › Acelerado crecimiento urbano. › Contaminación de las lagunas. › Alza de precios a productos importados necesarios para las actividades de campo. › Falta de recursos por parte del gobierno destinados a la agricultura. › Los aranceles a la carne importada ponen en desventaja a la producción nacional.
	Sector Secundario.	<ul style="list-style-type: none"> › Abandono de las minas del municipio para la generación de la industria del mármol.
	Sector Terciario.	<ul style="list-style-type: none"> › Disminución de créditos para las empresas. › Deterioro de las zonas arqueológicas.

Factores de Desarrollo.	Alimentación.	<ul style="list-style-type: none"> › Incremento en el precio de alimentos. › Establecimiento de cadenas de comida rápida con alimentos de bajo valor nutrimental.
	Educación.	<ul style="list-style-type: none"> › Huelgas de profesores. Véase Figura 10 en Anexo A. › Cierre de escuelas por falta de estudiantes.
	Empleo.	<ul style="list-style-type: none"> › Oportunidades de empleo fuera del municipio con mejores sueldos.

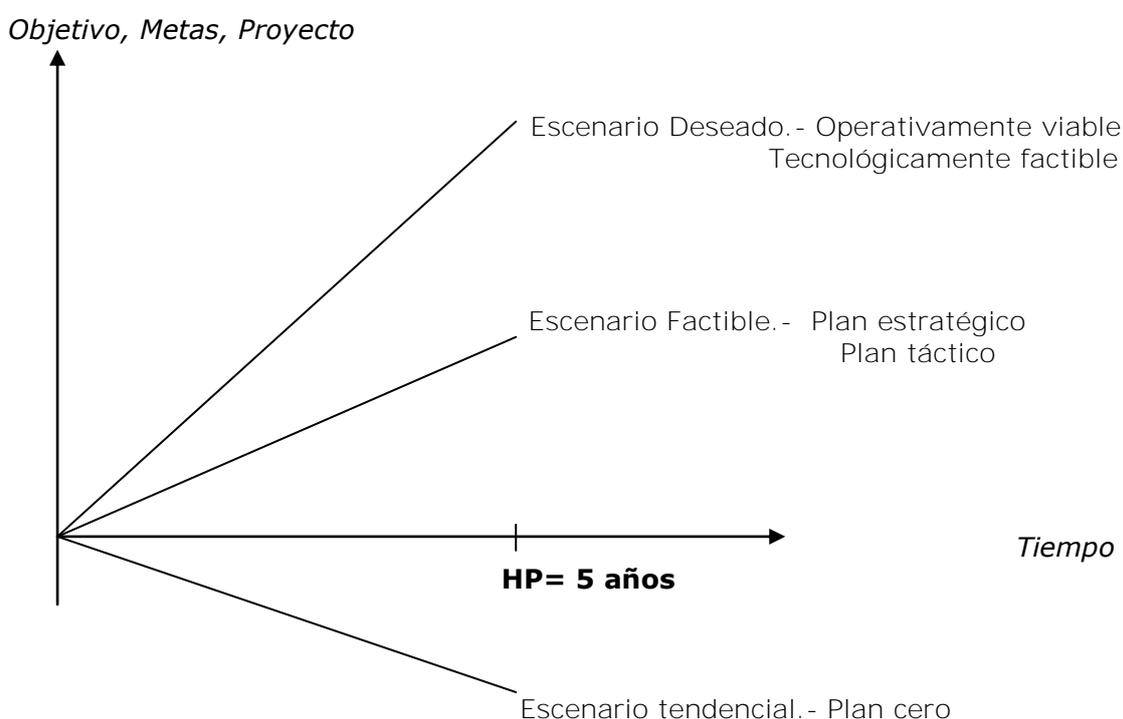
		<ul style="list-style-type: none"> ➤ Retorno de población emigrante desempleada. ➤ Falta de inversiones en el sector secundario.
	Vivienda.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Mala planeación en la ubicación de nuevas viviendas.
	Salud.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ La proliferación de enfermedades y el bajo poder adquisitivo de la población.

PROSPECTIVA:
ESCENARIOS DE
CONTRASTE

4. PROSPECTIVA: ESCENARIOS DE CONTRASTE

La prospectiva consiste en atraer y concentrar la atención sobre el porvenir imaginándolo a partir del futuro y no del presente. La prospectiva no busca adivinar el futuro, sino que pretende construirlo. Así, anticipa la configuración de un futuro deseable; luego, desde ese futuro imaginado, reflexiona sobre el presente con el fin de insertarse mejor en la situación real, para actuar más eficazmente y orientar el desenvolvimiento hacia ese futuro planteado como deseable. La prospectiva se propone hacer el futuro deseable, trascendiendo lo exclusivamente posible.

La prospectiva estudia las alternativas del futuro, medida en escenarios de contraste. Para esto es necesario determinar un horizonte de planeación (HP), esto es, el tiempo en el que se van a alcanzar los objetivos y las metas (*Gráfica 2*).



Gráfica 2. Escenarios de Contraste.

4.1 Escenario Deseado.

El escenario deseado corresponde a diversas posibilidades de desarrollo territorial de acuerdo con los igualmente diversos intereses sectoriales, gremiales o de los diferentes actores sociales. Estos se obtienen a partir de las situaciones hipotéticas, metas o aspiraciones que cada actor o grupo social pretende. De esta manera se pueden tener escenarios para los sectores de administración pública, productivo (industrial, comercial, agropecuario), social (población, vivienda, servicios públicos) y del ambiente (suelo, agua, flora, fauna). Cada uno de estos sectores y variables tienen escenarios para horizontes de tiempo determinado. De las diversas posibilidades presentadas individualmente, se enfoca un proceso de negociación y concertación orientado a obtener el escenario concertado.

4.1.1 Impulsores Estratégicos del Desarrollo.

Población.	<ul style="list-style-type: none">➤ Eliminar la emigración.➤ Distribución equitativa de la población en todas las localidades del municipio.➤ Eliminar el analfabetismo.
Recursos Naturales.	<ul style="list-style-type: none">➤ Aprovechamiento de la energía solar, la precipitación en temporadas y las zonas de viento para generar energía.➤ Explotar mina de mármol.➤ Establecer zonas de conservación de flora y fauna.
Infraestructura Estratégica.	<ul style="list-style-type: none">➤ Que todas las comunidades del municipio estén comunicadas a través de carreteras pavimentadas.➤ Mayor presupuesto destinado a obras públicas.➤ Que el municipio cuente con abasto propio de energía eléctrica.
Infraestructura Social.	<ul style="list-style-type: none">➤ Existencia de un centro de salud en cada población.➤ Que cada localidad del municipio cuente con, al menos, una escuela de nivel preescolar, primaria, secundaria y bachillerato.➤ Existencia de centros deportivos y recreativos en cada localidad del municipio.
Infraestructura Urbana.	<ul style="list-style-type: none">➤ Existencia de un relleno sanitario local.➤ Cobertura de los servicios públicos al 100% de la población.

4.1.2 Factores del Crecimiento.

Sector Primario.	<ul style="list-style-type: none">➤ Que exista un desarrollo de la ganadería, agricultura y pesca para el consumo autosuficiente del municipio.
Sector Secundario.	<ul style="list-style-type: none">➤ El desarrollo de la industria en el municipio.

Sector Terciario.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Que la laguna de Coatetelco sea un atractivo turístico propio del estado de Morelos. ➤ Contar con la infraestructura para retener en el municipio a los visitantes de la zona arqueológica de Xochicalco. ➤ Contar con al menos una institución bancaria en todas las localidades del municipio.
-------------------	--

4.1.3 Factores del Desarrollo.

Alimentación.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Eliminar el porcentaje de desnutrición infantil (8%) en el municipio.
Educación.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Eliminar la deserción escolar. ➤ Educación de alto nivel académico.
Empleo.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Existencia de suficientes empleos para elevar la población económicamente activa.
Vivienda.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Que las familias de Miacatlán proyectadas para el 2014 habiten en una vivienda digna.
Salud.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Que exista un centro de salud en cada población del municipio, con personal capacitado y con el material necesario para brindar atención médica adecuada.

4.2 Escenario Factible.

El escenario factible es aquel que "puede ser"; es decir, que a la luz del futuro deseado, y de acuerdo con el diagnóstico y pronóstico de la realidad (principalmente en lo relativo a los recursos con que se cuenta o se puede contar), puede realizarse con cierto grado de probabilidad.

En el diseño de este escenario, es importante "descubrir" nuevos medios que ayuden a conseguir nuevas oportunidades de desarrollo.

4.2.1 Impulsores Estratégicos del Desarrollo.

Población.	<ul style="list-style-type: none">› Disminuir la marginalidad en el municipio.› Distribución equitativa de los fondos y recursos económicos para las poblaciones.
Recursos Naturales.	<ul style="list-style-type: none">› Dar valor agregado a frutas recolectadas que actualmente se venden.› Explotación de minas de forma que se pueda hacer uso artesanal del material.› Difusión de educación ambiental.
Infraestructura Estratégica.	<ul style="list-style-type: none">› Construcción de carreteras para comunicar todas las comunidades del municipio.› Mantenimiento a vías y carreteras existentes.
Infraestructura Social.	<ul style="list-style-type: none">› Creación de centros de entretenimiento, centros deportivos y áreas recreativas.› Designación de espacios públicos para eventos culturales.
Infraestructura Urbana.	<ul style="list-style-type: none">› Mantenimiento apropiado a espacios públicos.› Tratamiento de aguas residuales.› Manejo apropiado de la basura.

4.2.2 Factores del Crecimiento.

Sector Primario.	<ul style="list-style-type: none">› Explotación de rubros del sector primario como la cunicultura y la apicultura.› Aplicar tecnología al sector.› Aprovechamiento de materias primas dando valor agregado a los productos del municipio.
Sector Secundario.	<ul style="list-style-type: none">› Producción, distribución y venta de productos elaborados en el municipio.› Creación de fábricas e industrias.
Sector Terciario.	<ul style="list-style-type: none">› Aprovechar los flujos turísticos de la región.› Incrementar el número de estancias en el municipio.› Mejorar el transporte público, introducir la utilización de microbuses y crear rutas para comunicar las poblaciones.

4.2.3 Factores del Desarrollo.

Alimentación.	<ul style="list-style-type: none">› Difusión de una cultura de alimentación completa, saludable y nutritiva.
Educación.	<ul style="list-style-type: none">› Contar con aulas acondicionadas adecuadamente.› Separación de alumnos por grupos de acuerdo al grado escolar.› Capacitación constante a profesores.
Empleo.	<ul style="list-style-type: none">› Eliminación de la discriminación en el ambiente laboral.› Visión empresarial con compromiso social.› Mejorar condiciones laborales y salariales.
Vivienda.	<ul style="list-style-type: none">› Mejoramiento de las viviendas existentes.› Construcción de nuevas viviendas utilizando financiamientos y apoyos.
Salud.	<ul style="list-style-type: none">› Construcción de un hospital municipal.› Construcción de centros de salud con equipo adecuado en las diferentes comunidades del municipio.› Proveer medicina general en los centros de salud.

4.3 Escenario Tendencial.

El escenario tendencial se determina mediante las proyecciones del comportamiento a través del tiempo de la variable analizada, teniendo en cuenta además otras variables o situaciones que inciden o afectan la variable en cuestión. Esta clase de escenario indica cuál va a ser el comportamiento de cada variable (población, vivienda, servicios, vías, recursos) sin el control de la planeación y ordenamiento territorial. El escenario tendencial presenta indicadores de las condiciones futuras de las variables, especialmente de las situaciones críticas que generan problemas, que debe solucionar o corregir la planeación y ordenamiento territorial.

4.3.1 Impulsores Estratégicos del Desarrollo.

Población.	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Tasa de crecimiento 3.5%. ▶ Regreso de inmigrantes. ▶ Mayor concentración en la cabecera municipal (65% de la población).
Recursos Naturales.	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Destrucción de bosques por el crecimiento demográfico y deterioro del medio ambiente.
Infraestructura Estratégica.	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Se prevé que sigan ocurriendo 3 accidentes diarios promedio en el municipio. ▶ Las comunidades más alejadas de la cabecera municipal (como Tlajotla, El Paredón, El Rincón y Rancho Viejo) se mantendrán descuidadas por el gobierno municipal.
Infraestructura Social.	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Clausura de escuelas por falta de alumnos en las comunidades de baja población. ▶ Maestros impartiendo clases de distintos grados de primaria en un mismo salón. <div style="margin-top: 10px;"> <ul style="list-style-type: none"> ● Escuelas en peligro de cierre o deterioro ● Escuelas con condiciones aceptables </div> <div style="text-align: center; margin-top: 20px;">  <p>MIACATLAN</p> </div>

Infraestructura Urbana.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ El desecho de basura a cielo abierto será causa de problemas sanitarios, y un foco de infecciones para las poblaciones más cercanas al tiradero. ➤ Abasto de agua para el 90% de la población de manera directa y para el 7.8% de la población de manera indirecta. ➤ Problemas con la disposición final de las aguas negras. Se seguirán vertiendo en fuentes acuíferas naturales. ➤ Contrato y servicio de energía eléctrica en el 97% de las viviendas.
-------------------------	---

4.2.2 Factores del Crecimiento.

Sector Primario.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Explotación y deterioro de las lagunas del municipio. ➤ La producción agrícola será insuficiente para la exportación; y representa un exceso para el propio municipio. ➤ No se desarrollará la industria ganadera.
Sector Secundario.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ No se desarrolla la industria en el sector. ➤ Estancamiento en la producción de mármol.
Sector Terciario.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Poca derrama económica por parte de turistas debido a la falta de promoción de los atractivos turísticos del municipio. ➤ Deterioro de los pocos establecimientos que ofrecen servicios a los turistas en los atractivos del municipio. ➤ Pocas instituciones bancarias en la comunidad, falta de créditos para impulsar el crecimiento de empresas en el municipio.

4.2.3 Factores del Desarrollo.

Alimentación.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Aumento de enfermedades gastrointestinales. ➤ Aumento del índice de desnutrición en comunidades alejadas a la cabecera municipal. ➤ Aumento del índice de obesidad en la cabecera municipal y comunidades cercanas.
---------------	---

Educación.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Aumento en el índice de analfabetismo. ➤ Niños y jóvenes de la comunidad abandonarán el municipio en busca de oportunidades. ➤ Cierre de escuelas.
Empleo.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Abandono de parcelas y decremento en la producción de alimentos por los altos costos de los insumos. ➤ Poca autogeneración de empleos. ➤ Sobredemanda de mano de obra, que genera desempleo.
Vivienda.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Aproximadamente el 37.9% de la población viviendo en casas no dignas.
Salud.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Escases de medicamentos. ➤ Proliferación de enfermedades.

PLAN DE DESARROLLO

CAPÍTULO 5

5. PLAN DE DESARROLLO

Un plan es un modelo sistemático que se diseña antes de llevar a cabo una acción, de modo tal que ésta pueda ser dirigida hacia los fines deseados. Por lo tanto, un plan establece las intenciones y directrices de un proyecto.

La noción de desarrollo, por otra parte, refiere a acrecentar o dar incremento a algo (ya sea físico o intelectual). El desarrollo humano está vinculado al progreso social, cultural o económico.

Un plan de desarrollo, por lo tanto, es una herramienta de gestión que busca promover el desarrollo social en una determinada región. Este tipo de plan intenta mejorar la calidad de vida de la gente y atiende las necesidades básicas insatisfechas.

El plan de desarrollo incluye una visión estratégica del futuro, ya que pretende ofrecer soluciones que se mantengan en el tiempo. De esta manera, los planes deben ser sostenibles, con mejoras que queden en la sociedad aún cuando el plan haya concluido.

5.1 Plan Estratégico. – Actividades a realizar a mediano (5 años) y largo plazo (10 años).

5.1.1 Impulsores Estratégicos del Desarrollo.

VISIÓN	MISIÓN
Alcanzar el máximo progreso de los impulsores estratégicos del desarrollo en la región del municipio.	Trabajar en una mejora continua de los impulsores estratégicos del desarrollo, afrontando las dificultades que esto conlleva.

ACTIVIDADES	ACCIONES Y RECOMENDACIONES	
	MEDIANO PLAZO	LARGO PLAZO
Población.	Distribuir de manera equitativa los fondos y recursos económicos en las poblaciones según su densidad de población.	Terminar con la marginalidad en los poblados: Tlajotla, El Rincón, El Paredón y Rancho Viejo.
Recursos Naturales.	Adecuado repartimiento de uso de suelo.	Instalación de un sistema integral para el aprovechamiento de las aguas pluviales y energía solar.

Infraestructura Estratégica.	Dar mantenimiento preventivo y correctivo a las vías de comunicación entre Palpan, Palo Grande y Miacatlán.	Construir carreteras que comuniquen a las comunidades de: Tlajotla, El Rincón, El Paredón y Rancho Viejo.
Infraestructura Social.	Existencia de más servicios médicos, así como actividades deportivas y culturales, que atiendan principalmente a las comunidades de: Tlajotla, el Rincón, Rancho Viejo y el Paredón.	Construir centros deportivos, de salud y culturales en las comunidades de difícil acceso como: Tlajotla, el Rincón, Rancho Viejo y el Paredón.
Infraestructura Urbana.	Planear, controlar y regular el crecimiento, evitando la dispersión de los asentamientos humanos, para así facilitar la distribución de los servicios.	Servicios de drenaje y alcantarillado, así como viviendas dignas* en el municipio. * Vivienda Digna se considera una construcción mayor o igual a 40 m ² con piso de materiales firmes (cemento o adoquín) y losas de cemento. Cuenta con habitaciones separadas para las cabezas de familia, hijos e hijas, cocina y baño independientes.

5.1.2 Factores del Crecimiento.

VISIÓN	MISIÓN
Tener un equilibrio de actividades económicas dentro del municipio, es decir que coexistan los 3 sectores económicos.	Ligar y promover las actividades económicas de las comunidades, de manera responsable, honrada e integral.

ACTIVIDADES	ACCIONES Y RECOMENDACIONES	
	MEDIANO PLAZO	LARGO PLAZO
Sector Primario.	<p>Incrementar la asistencia técnica ganadera, buscando hacerla más eficiente y rentable.</p> <p>Certificar productos agrícolas, ganaderos y de pesca.</p>	<p>Instalación de agroindustrias sustentadas en el uso y aprovechamiento de productos del municipio.</p> <p>Desarrollo de un programa de comercialización para beneficiarse de los tratados comerciales firmados con otros países.</p>
Sector Secundario.	<p>Explotar de manera racional la mina de mármol.</p> <p>Fortalecer talleres artesanales existentes.</p>	<p>Incrementar fuentes de empleo en este sector.</p>
Sector Terciario.	<p>Acondicionamiento de las instalaciones turísticas que ya se tienen.</p>	<p>Desarrollar rutas de transporte a las comunidades con mayor densidad de población.</p> <p>Construcción de un corredor turístico regional.</p>

5.1.3 Factores del Desarrollo.

VISIÓN	MISIÓN
<p>Que los factores del desarrollo sean complementos entre sí y crezcan de forma unánime.</p>	<p>Mantener una estrecha relación entre los factores para que se puedan beneficiar mutuamente, fomentando así una continua cooperación entre ellos.</p>

ACTIVIDADES	ACCIONES Y RECOMENDACIONES	
	MEDIANO PLAZO	LARGO PLAZO
Alimentación.	<p>Crear campañas de información sobre una alimentación saludable y balanceada especialmente para niños.</p>	<p>Tener un archivo específico sobre características de los niños con problemas de sobrepeso y dar un seguimiento a la salud de dichos niños.</p> <p>Fomentar el deporte para prevenir problemas de salud y sobrepeso.</p>
Educación.	<p>Remodelación de escuelas y centros educativos públicos en: El Paredón, Rancho Viejo, Tlajotla, Palo Grande y Palpan.</p> <p>Sueldos bien remunerados y mejores prestaciones a los profesores capacitados.</p>	<p>Construcción de nuevas aulas en las escuelas Primarias de: El Rancho Viejo, Tlajotla, Palo Grande y Palpan.</p> <p>Construcción de escuelas de educación Secundaria y Media Superior en todo el municipio.</p>
Empleo.	<p>Fomentar en todo el municipio las acciones y programas orientados a generar oportunidades de ingreso vinculadas con la actividad productiva, el empleo y el acceso a microcréditos.</p> <p>Gestionar Centros de Capacitación en el Municipio, capacitando a madres solteras, personas de la tercera edad y/o con discapacidad en oficios para el autoempleo.</p>	<p>Establecimiento de empresas aprovechando la situación geográfica así como la infraestructura de servicios con la que cuenta el municipio.</p>
Vivienda.	<p>Realizar estudios de logística para la construcción de unidades habitacionales en todo el municipio.</p>	<p>Construcción de unidades habitacionales en todo el municipio.</p>

	Realizar un censo de población municipal para evaluar la situación actual del estado de las viviendas.	
Salud.	Mantenimiento a centros de salud. Capacitación al personal que labora en los centros de salud.	Construcción de nuevos centros de salud en las comunidades más marginadas.

5.2 Plan Táctico. – Actividades a realizar a corto plazo (1 año).

5.2.1 Impulsores Estratégicos del Desarrollo.

ACTIVIDADES	TAREAS / ACCIONES	RECURSOS
Plan de Población.	Combatir la pobreza y la marginación social, fomentando la actividad productiva y la generación de empleo, de manera especial en las colonias populares y en las comunidades rurales del Municipio.	Presupuesto para dichas poblaciones y para programas de alimentación.
Plan de Recursos Naturales.	Aprovechar las lagunas en turismo y sector primario. Procesar las ciruelas o guayabas. Explotar las minas de mármol para uso artesanal. Fomentar una cultura ecológica en los habitantes.	Mano de obra para cultivo y procesamiento de frutas y vegetales. Mano de obra para explotación de mina, así como trabajos artesanales. Extensión suficiente de lagunas para turismo y pesca. Medios de comunicación.

Plan de Infraestructura Estratégica.	Remodelación de las carreteras existentes. Ampliar la señalización y nomenclatura de las calles de todas las comunidades.	Presupuesto para carreteras y para su mantenimiento.
Plan de Infraestructura Social.	Mantenimiento y aprovechamiento a los espacios públicos (parques, plazas, etc.) para eventos culturales. Promover el deporte, la cultura, la educación y la recreación.	Presupuesto destinado al mantenimiento de dichos espacios. Medios de comunicación.
Plan de Infraestructura Urbana.	Reparar la infraestructura existente en materia de iluminación pública, alcantarillado y agua potable. Actualizar los procedimientos de recolección y tratamiento de la basura y generar una campaña de concientización entre la población para un resultado más eficiente del servicio de limpia.	Presupuesto de obras públicas. Camiones recolectores de basura.

5.2.2 Factores del Crecimiento.

ACTIVIDADES	TAREAS / ACCIONES	RECURSOS
Plan de Sector Primario.	Explotar rubros del sector primario como la cunicultura o apicultura, etc. Utilizar la cosecha para venta y distribución fuera del municipio.	Personal con el conocimiento para cunicultura y apicultura. Gran extensión de zonas cultivables.

	Aprovechamiento de materias primas.	
Plan de Sector Secundario.	<p>Integrar cadenas productivas.</p> <p>Producción, distribución y venta de productos elaborados en la misma región.</p> <p>Apoyar el inicio o fortalecimiento de micro-empresas.</p>	<p>Mano de obra para las cadenas productivas.</p> <p>Créditos para micro-empresas.</p>
Plan de Sector Terciario.	<p>Aprovechar los flujos turísticos de la región (Xochicalco, Coatetelco).</p> <p>Preservar las zonas y sitios con valor histórico-cultural.</p> <p>Mejorar el transporte público.</p>	<p>Zonas arqueológicas.</p> <p>Mano de obra.</p>

5.2.3 Factores del Desarrollo.

ACTIVIDADES	TAREAS / ACCIONES	RECURSOS
Plan de Alimentación.	<p>Realizar inspecciones sanitarias en establecimientos de comida.</p> <p>Otorgar despensas a los habitantes de las poblaciones marginadas.</p>	<p>Recursos económicos del gobierno.</p> <p>Personal capacitado para realizar las inspecciones sanitarias.</p>
Plan de Educación.	Equipar las escuelas con aulas en buenas condiciones.	Recursos económicos para equipar las escuelas.

	<p>Separar a los alumnos de acuerdo al grado escolar.</p> <p>Capacitación de profesores de nivel básico.</p>	<p>Personal preparado para la capacitación de profesores.</p>
Plan de Empleo.	<p>Proporcionar mejores oportunidades de desarrollo personal y capacitación laboral.</p>	<p>Personal capacitado para asesoría.</p>
Plan de Vivienda.	<p>Distribución de materiales para apoyar las viviendas existentes en mal estado.</p>	<p>Materiales de obra.</p>
Plan de Salud.	<p>Construcción de un hospital municipal.</p> <p>Campañas para evitar enfermedades como el dengue.</p>	<p>Recursos económicos para la construcción del hospital y personal capacitado para laborar en el mismo.</p> <p>Medios de comunicación.</p>

PROYECTO DE PROMOCIÓN
Y DESARROLLO DEL
SECTOR TURÍSTICO DEL
POBLADO DE COATETELCO

6. PROYECTO DE PROMOCIÓN Y DESARROLLO DEL SECTOR TURÍSTICO DEL POBLADO DE COATETELCO

Como parte de la investigación de campo realizada en el municipio, y una vez determinados el DISA y el FODA a través de la metodología de planeación llevada a cabo, se generaron diversas ideas de proyectos que pudieran impulsar el desarrollo de los habitantes y del municipio en general. La finalidad es desarrollar un proyecto que permita a los habitantes desenvolverse en una actividad que les resulte redituable e impulse el desarrollo del municipio para que, en un futuro, sobresalga a nivel estatal, nacional y, de presentarse el caso, internacional.

La generación de ideas es una etapa definitiva e influyente en el desarrollo de este trabajo. De aquellas ideas que surgen en esta fase, se realiza un análisis de ventajas, desventajas, factibilidad y viabilidad de cada una para determinar aquella que represente un verdadero impulsor para el desarrollo del municipio.

El proyecto seleccionado va enfocado a una comunidad del municipio de Miacatlán. Consiste en un proyecto de promoción y desarrollo del sector turístico del poblado de Coatetelco. La selección de este proyecto se debe a que no va enfocado a un reducido número de habitantes, sino a una comunidad entera; por otra parte, el desarrollo del sector turístico siempre representará un beneficio no solo a nivel municipal, sino a nivel estatal, nacional e internacional.

Para comenzar el desarrollo del proyecto, fue necesario obtener la aprobación académica y de las personas involucradas en el mismo. Para la segunda fue necesario realizar una reunión con los habitantes de Coatetelco que están directamente relacionados con las actividades planteadas. A través del ayudante municipal, el Prof. Rigoberto Palomares Solís, se logró contactar a aquellas personas que resultan involucradas, particularmente al Sr. Jorge Rosal.

Con la ayuda del Sr. Jorge Rosal, se realizó una reunión para dialogar con algunos habitantes de la región interesados en la propuesta de proyecto planteada. Después de presentar la propuesta, se realizó un intercambio de ideas y finalmente se acordó un trabajo común entre los habitantes de la región y nosotros, estudiantes de la UNAM.

A partir de esa reunión, se comenzó el desarrollo del proyecto, realizando la investigación necesaria y visitando las instituciones pertinentes.

6.1 Promoción Regional, Nacional e Internacional.

La primera etapa para el desarrollo del sector turístico en la comunidad de Coatetelco consiste en generar información acerca de la existencia de dicha comunidad, esto debido, principalmente, a que los habitantes de la región argumentan que no existe publicidad alguna que atraiga al sector turístico, ni apoyo por parte del municipio para generarla. Para la promoción de Coatetelco, primeramente, se realizó el diseño de 2 trípticos con la ayuda de Microsoft Office Publisher 2007, en los que se incluye una breve reseña histórica, los principales atractivos turísticos de la comunidad, su localización e información de contactos. *Véase Figura 11, Figura 12, Figura 13 y Figura 14 en Anexos A.*

Para obtener la información acerca del lugar, fue necesaria la consulta de diferente bibliografía, así como la visita a cada uno de los puntos de atracción turística de la región. Cada visita se enfocó a determinar aquellos rasgos que los hacen únicos y a tomar algunas fotografías. Ya con los diseños de los trípticos realizados, fue necesario realizar diversas cotizaciones a través de empresas de impresión a nivel nacional, como Solución Impresa DINS, Soluciones Gráficas Contac e Impegráfica, con el fin de determinar la mejor opción en el costo total de impresión.

Se determinó con la Secretaría de Turismo del Estado de Morelos la forma de distribución de los folletos. La finalidad, en primera instancia, es atraer turismo principalmente de las comunidades cercanas al municipio. Durante la última visita realizada a la Secretaría, se nos informó que la dependencia encargada de la impresión y distribución de folletos en el Estado es Fideicomiso Turismo Morelos (FITUR). En esta dependencia, la C. Nathaly Ocampo Flores, Jefa de Promoción, nos informó que ellos se podrían encargar de la impresión y distribución de los trípticos, pero que era necesario establecer un contrato con diversos prestadores de servicios turísticos para obtener fideicomisos, de manera que FITUR aporte un porcentaje de los gastos de impresión y distribución, y los prestadores de servicios otro porcentaje, ya que ésta es la forma en que opera FITUR. También existe la posibilidad de distribuir los costos en tres organismos: FITUR, Prestadores de Servicios Turísticos y el Gobierno Municipal. Esta opción es adecuada debido a la falta de prestadores de servicios en el municipio, pero el año anterior hubo elecciones y el municipio cambió de administración el 1 de noviembre del 2009, por lo que se deberá establecer una relación con el Presidente Municipal entrante.

Para realizar una promoción a nivel internacional, se realizó el diseño de una página web enfocada solo a la comunidad de Coatetelco y en la que se proporciona mayor información y más detallada de esta comunidad. Para la realización de la página se utilizó el programa Web Page Maker V2, que proporciona herramientas necesarias para implementar diversas opciones que facilitan la navegación del usuario y que permiten la utilización de diversos componentes con el fin de lograr una página agradable y acorde a la creatividad del diseñador.

La página principal muestra algunos avisos importantes, la raíz etimológica del lugar, algunas fotografías tomadas a lo largo de las visitas realizadas y un menú con 8 opciones diferentes:

1. Historia.

Coatetelco es un lugar de gran historia, sus inicios se remonta al periodo Preclásico (500 a.C.), donde el horizonte tlahuica representa el último eslabón antes de la invasión española en el siglo XVI.

Para obtener la historia del lugar, se realizó una entrevista con la maestra Teódula Alemán Cleto, Directora del Centro Cultural Tlanchana. La maestra relató la historia del poblado desde sus orígenes indígenas hasta lo que se conoce en la actualidad, sin olvidar las tradiciones y costumbres, así como mitos y leyendas de la región.

Por otra parte, el Ing. Humberto Leónides Segura, Regidor del Municipio de Miacatlán, proporcionó la bibliografía necesaria para obtener la historia completa de la comunidad de Coatetelco y complementar los datos históricos y las fechas importantes.

2. Tradiciones.

Las tradiciones del lugar se obtuvieron de la bibliografía proporcionada por el Ing. Leónides. Sin embargo, se realizó una reunión con algunos habitantes de la comunidad para determinar aquellas que estuvieran vigentes y aquellas que el libro no menciona con el fin de que las personas interesadas realmente tengan la información correcta al consultar la página web.

3. Turismo.

Para esta sección, se determinaron los principales atractivos turísticos de la región y se realizó una visita a cada uno con la finalidad de obtener fotografías e información. Los atractivos seleccionados son: La Zona Arqueológica de Coatetelco, la Iglesia de San Juan Bautista, la Laguna de Coatetelco y la Hacienda de Acatzingo.

Al final de la sección, se mencionan lugares cercanos de interés.

4. Recreación.

En esta sección se mencionan las actividades que, como parte de esta tesis, se desean implementar en los alrededores de la Laguna de Coatetelco.

5. Gastronomía.

Alrededor de la laguna se encuentran comercios que ofrecen una variedad de platillos típicos de la región. Además de mostrar los principales platillos, se muestran algunos comercios en particular y el menú de cada uno de ellos. Es importante señalar que los comercios que se mencionan pertenecen a aquellas personas que estuvieron colaborando con el equipo de trabajo en el desarrollo de este proyecto, ellos determinaron la información que deseaban en la sección correspondiente a su palapa.

6. Fotos.

Se muestran algunas fotografías tomadas de las diferentes visitas que se realizaron al municipio.

7. Mapa del lugar.

Para esta sección se muestran algunas imágenes adquiridas en internet de mapas que señalan la forma de llegar a la comunidad de Coatetelco, dentro del municipio de Miacatlán.

8. Contactos.

Por último, se muestran los datos de las personas que están dispuestas a brindar información acerca del lugar. Durante las visitas realizadas al municipio se estuvo en contacto con diversas personas

de la región; sin embargo, no todas accedieron a mostrar información personal.

La página se realizó de acuerdo a la idea que el equipo de trabajo tenía en mente. Los encabezados, fondos, imágenes y demás accesorios que muestra, fueron realizados por dicho equipo de acuerdo a fotos e ideas que se generaron a través de las visitas y herramientas de cómputo. *Véase Figura 15 en Anexo A.*

Ya con la página diseñada, se realizó una búsqueda de servidores para poder colocar el trabajo en la web. Actualmente, la página está en línea a través de un servidor gratuito y puede ser consultada a través de la siguiente dirección electrónica:

<http://www.coatetelco.comuv.com>

Por otra parte, se sugiere tener un dominio propio, es decir, contar con una página con extensión **.com.mx**, esto es para garantizar que la página pueda ser encontrada fácilmente en los buscadores más populares de internet. Por lo tanto, fue necesario realizar nuevamente diversas cotizaciones para lograr obtener la dirección electrónica <http://www.coatetelco.com.mx> y así asegurar un mayor número de visitantes en la página.

6.2 Remodelación de los Alrededores de la Laguna.

La segunda etapa del proyecto consiste en mejorar el ambiente alrededor de la laguna, ya que se prevé que ésta sea el principal atractivo turístico de la comunidad.

Como primera actividad, se plantea la remodelación de aquellas palapas que lo requieran; es decir, que todas las palapas cuenten con los servicios básicos. La propuesta se planteó con los habitantes de la comunidad, pero argumentaron que son pocas las palapas que requieren una remodelación estructural y que, al mismo tiempo, dichas palapas no mantienen contacto con las demás y operan por su cuenta, sin interés de las reuniones que se llevan a cabo entre los dueños de los comercios.

La siguiente actividad es el mejoramiento de la carretera. En un principio se deseaba mejorar la iluminación de la carretera, a pesar de que los habitantes argumentan que se encuentra en buenas condiciones, debido a que en una visita realizada se transitó de noche a través de la carretera Miacatlán – Coatetelco y en una sección había completa oscuridad. Se asistió a la Dirección de Alumbrado Público en la Presidencia Municipal con la idea de implementar iluminación en zonas determinadas, a través de sistemas fotovoltaicos. La Lic. Kenya González, encargada de esta dependencia, señaló que ya se había analizado la opción pero que los costos de inversión inicial serían altos y que, al no recibir ninguna queja por parte de la comunidad en ese sentido, no veían necesario establecer dicho sistema.

Una vez descartada la opción de mejorar la iluminación en la carretera, se analizaron las condiciones actuales de dicha carretera para determinar qué se requería para su mejoramiento. Después del análisis detallado, se determinó que había que tapar algunos baches, despejar las orillas, limpiar la terracería y mejorar el drenaje de la carretera para evitar inundaciones. Un aspecto importante que se consideró durante el desarrollo del proyecto fue la necesidad de pavimentar las entradas de las palapas. Considerando todo lo anterior, se buscaron diversos

compañías para determinar un presupuesto accesible para los habitantes de la comunidad con el fin de mejorar las condiciones actuales de la carretera Miacatlán - Coatetelco.

Durante el proceso de búsqueda, el biólogo Magdaleno Ramírez Rodríguez, Asesor de la Comisión Estatal de Agua y Medio Ambiente, ofreció su ayuda en este aspecto, argumentando que él podía contactar a los directores de obras públicas y a las empresas que laboran con los mismos, por lo que no se continuó con las cotizaciones pertinentes y, en su lugar, se le proporcionó al Sr. Magdaleno información y fotografías adquiridas donde se mostraban las principales problemáticas.

Por otra parte, a lo largo de la carretera se cuenta con jardineras que están en mal estado y que, al darles mantenimiento, representarían un atractivo para los turistas. Se realizó un conteo de las mismas determinándose un total de 182, distribuidas en ambos lados a lo largo de la carretera Miacatlán - Coatetelco. Esta información también se le proporcionó al Sr. Magdaleno, ya que va relacionado con el apoyo que ofreció brindar. Esto, actualmente, se encuentra en proceso y se está en espera de recibir respuesta por parte del biólogo.

Una vez determinado el estado de las jardineras, se consultó a los habitantes de la comunidad para determinar si deseaban algún tipo de flora en especial en las mismas. De acuerdo a lo que expresaron, se determinó que en las jardineras ubicadas en la orilla de la carretera cercana a la laguna se plantara palma real o palma coco plumoso. En las jardineras ubicadas al otro extremo se plantará bugambilia.

Se realizaron cotizaciones en diversos establecimientos a través de internet, pero el costo era muy elevado; por lo que se decidió asistir a los comercios ubicados en Cuernavaca, en la Ciudad de México, para cotizar un total de 79 palmas y 103 bugambilias. Los precios oscilaban entre \$140 y \$300 por unidad para las bugambilias, mientras que las palmeras, dependiendo del tipo y tamaño, entre \$200 y \$1,000 por unidad.

6.3 Desarrollo de Actividades en la Laguna.

La tercera etapa consiste en implementar una serie de actividades recreativas alrededor de la laguna. De acuerdo a las especificaciones por parte de los habitantes del lugar, así como del ayudante municipal, se determinaron las actividades más adecuadas que se podían implementar tanto en la laguna como en los alrededores de la misma.

La primera actividad planteada es el servicio de renta de cuatrimotos. En una de las visitas realizadas, se observó que existe un camino de terracería que conecta la Laguna de El Rodeo con la Laguna de Coatetelco a través de montañas. Adquiriendo un determinado número de cuatrimotos se puede dar un servicio adecuado con el fin de recorrer dicho trayecto. *Véase Figura 16 en Anexo A.*

La selección de la cuatrimoto se llevó a cabo a partir de los requerimientos del camino, ya que cuenta con algunas pendientes pronunciadas, y de acuerdo al presupuesto de los habitantes de la comunidad. Después de realizar diversas investigaciones de equipos y las cotizaciones pertinentes, se seleccionó una cuatrimoto que garantiza completar el recorrido previsto con uno o dos ocupantes,

aunque por seguridad se recomienda realizar el viaje individualmente. La ficha técnica de la cuatrimoto es la siguiente:

Marca: ATA 250 cc
Modelo: 2009
Estándar 4 velocidades
Reversa
Motor 4 tiempos
Enfriamiento por aire
Parrillas delanteras y traseras
Luces

Véase Figura 17 en Anexo A.

La segunda actividad es el servicio de renta de kayaks. Se realizó una reunión con el ayudante municipal, el Prof. Rigoberto Palomares, con el biólogo Magdaleno Ramírez y con algunos habitantes a fin de determinar la mejor opción para implementar una actividad en la laguna. De acuerdo a lo señalado por el biólogo y por el ayudante municipal, se determinó que no se realizarían actividades acuáticas que involucraran la utilización de motores debido al daño que esto ocasionaría a la fauna de la laguna.

Al analizar todas las opciones disponibles, se determinó establecer un servicio de renta de kayaks. Partiendo de esta decisión, se comenzó con la búsqueda de equipos que fueran eficientes, seguros y económicamente viables. Realizando diferentes cotizaciones en internet y asistiendo a diversos comercios como Boatbox para observar los productos que ofrecen, se seleccionaron los kayaks siguientes:

Kayaks de plástico rígido Nautic Gama. Nautic Gama Inc. es una empresa México-Americana con domicilio en Fort Lauderdale, Fl. y en Satélite, Estado de México, dedicada a todo lo relacionado con lo náutico, y sus derivados, como deporte o simplemente diversión.

El Kayak de la prestigiada marca Morea es atractivo, cómodo, durable y sobretodo práctico. Es de plástico rígido y está hecho de una sola pieza, lo que lo hace más resistente. Sus principales características son:

- Kayak de propileno de alta resistencia armado de una sola pieza.
- Dada la fabricación del kayak, es muy resistente, ligero, portable y cómodo.
- Cuenta con un asa lateral que permite al usuario sujetarlo y transportarlo de forma sencilla y cómoda.
- Dada la forma de la panza y la quilla con la que está hecho, y diseñado con la más alta calidad y tecnología, el kayak es sumamente maniobrable.
- Cuenta con un asiento desmontable, lo que lo hace muy práctico.
- Equipado con su remo.
- Es sumamente cómodo, pero sobretodo estable.

Por otra parte, la adquisición del kayak incluye:

- Kayak de 244 cm de largo, 76 cm de ancho y 54 cm de espesor.
- Respaldo desmontable, con compartimento para guardar utensilios diversos.
- Asa lateral para un transporte más sencillo.
- Remo de aluminio con paletas de plástico.
- Instructivo en inglés y español.

Véase Figura 18 en Anexo A.

La tercera actividad que se sugiere en este aspecto es un paseo a caballo. Algunos de los habitantes de la comunidad cuentan con caballos y yeguas que utilizan como medio de transporte y en actividades laborales. De éstos, existen algunos que actualmente ofrecen un recorrido alrededor de la laguna sin ningún control y de acuerdo a la disposición que ellos tengan. Para poder implementar una actividad digna, se sugiere organizar a los interesados en brindar este servicio a fin de obtener tarifas y rutas específicas, de manera que se tenga el debido control con el fin de brindar seguridad y confianza a los turistas. De acuerdo a los comentarios de algunos habitantes, estas personas están en la mejor disposición.

Finalmente, la cuarta actividad que se desea implementar es una zona de acampar. El Sr. Nicéforo Carbajal, dueño de uno de los comercios alrededor de la laguna (la palapa El Oasis), cuenta con un terreno a las orillas de la laguna que desea acondicionar para establecerlo como zona de campamento, con los servicios sanitarios y de apoyo adecuados. El Sr. Nicéforo ya comenzó a limpiar el terreno y pretende instalar los servicios requeridos.

Todas estas actividades tienen como propósito impulsar el sector turístico de la región sin dañar el ambiente. Los mismos habitantes de la región están dispuestos a llevar a cabo el control de todas las actividades.

6.4 Implementación de un Sistema de Energía Solar.

6.4.1 Objetivos (de la instalación de paneles solares en Coatetelco).

- Reducir los altos costos energéticos por parte de la compañía de suministro, los cuales son muy excesivos (aproximadamente \$3000.00 mensuales) de acuerdo a la demanda energética que tiene cada palapa.
- Que el turismo desarrollado en la laguna de Coatetelco, sea visto como turismo ecológico.

6.4.2 Ventajas y Desventajas. *Tabla 3.*

Instalación de paneles solares en Coatetelco	
Ventajas	<p>Disminución considerable en el pago a la compañía distribuidora de energía.</p> <p>Generación de energía eléctrica en forma ecológica.</p> <p>Carece de mantenimiento, solo es necesario la limpieza de los paneles fotovoltaicos.</p> <p>Tiene una vida útil aproximada de 30 años.</p> <p>Atracción de turistas que buscan turismo ecológico.</p>
Desventajas	<p>Inversión inicial elevada.</p> <p>Impacto visual negativo si no se cuida la integración de los paneles solares en el entorno.</p>

Tabla 3. Ventajas y Desventajas de la instalación de paneles solares.

Para la realización de esta actividad, se realizó un estudio de las condiciones actuales de algunas palapas, considerando los equipos eléctricos con los que cuentan y el consumo que aparece en su recibo de luz. Para recibir asesorías en este aspecto, a lo largo del proyecto se realizaron diversas visitas a las instalaciones del Centro de Investigación en Energía (CIE), una dependencia de UNAM ubicada en Temixco, Morelos. Ahí se conversó con el Mtro. José Campos Álvarez, quien mostró parte de las instalaciones del CIE, algunos de los proyectos que ellos desarrollan y presentó al Mtro. José Ortega Cruz, quien se encuentra en el Departamento de Materiales Solares y que, de acuerdo al Mtro. José Campos, es la persona adecuada para brindar asesoraría en el desarrollo del proyecto.

El Mtro. José Ortega dio instrucciones generales para la realización del proyecto, así como la recomendación de utilizar un software llamado HOMER, con el cual se podrían desarrollar simulaciones para la instalación de sistemas fotovoltaicos, las cuales servirían de apoyo para conocer una instalación adecuada. Se acordó consultarlo en cuanto hubiera alguna dificultad y ofreció su asesoría durante el desarrollo del proyecto.

El análisis de la instalación, así como los cálculos y resultados, se presentan en el siguiente capítulo.

6.5 Costos de Realización del Proyecto.

Una vez definidas todas las etapas que involucran la realización de este proyecto, es necesario considerar los costos del mismo. Siguiendo el orden de las etapas mencionadas anteriormente, y de acuerdo a las cotizaciones realizadas, se tiene lo siguiente:

CONCEPTO	EMPRESA	COSTO UNITARIO [\$]	COSTO TOTAL [\$]
1.- Promoción regional, nacional e internacional			
Impresión de folletos	Soluciones Gráficas Contac Papel Couche de 135 grs. Incluye Doble en Tríptico y Díptico Considerando 3000 de cada tríptico	2,500.00 (millar)	15,000.00
Dominio	123 hosting Vigencia: 1 año	458.85 (399.00 + I.V.A.)	458.85
		Subtotal:	15,458.85
2.- Remodelación de los alrededores de la laguna			
Pavimentación	Cemex	--	--
Jardineras	Cemex	--	--
Bugambilia	Felipe Murga - Cuemanco Considerando 103 unidades	140.00	14,420.00
Palma coco plumoso	Plantaciones El Zacatal Cuemanco Considerando 39 unidades	200.00	7,800.00
Palma real	Plantaciones El Zacatal Cuemanco Considerando 40 unidades	200.00	8,000.00
Flete	Ambas empresas		4,000.00
		Subtotal:	34,220.00
3.- Desarrollo de actividades en la laguna			
Cuatrimotos	ATA Considerando 6 unidades	22,000.00	132,000.00
	Gastos envío	1,000.00	6,000.00
Kayaks	Nautic Gama Considerando 6 unidades	3,699.00	22,194.00
		Subtotal:	160,194.00
		Total:	209,872.85

En esta tabla no se muestran los costos por la implementación del sistema fotovoltaico debido a que varía de acuerdo a los aparatos eléctricos con los que cuenta cada palapa, por lo que el costo es particular. Sin embargo, los costos mostrados en la tabla son en beneficio de toda la comunidad, por lo cual todo el municipio podría colaborar.

INSTALACIÓN DE PANELES FOTOVOLTAICOS

CAPÍTULO 7

7. INSTALACIÓN DE PANELES FOTOVOLTAICOS

La energía solar directa es la energía del Sol sin transformar, que calienta e ilumina. Su aprovechamiento requiere de sistemas de captación y de almacenamiento, permitiendo la utilización de la radiación del Sol de varias maneras diferentes:

- Utilización directa. (Energía solar pasiva)
- Transformación en calor. (Energía solar térmica)
- Transformación en electricidad: es la llamada energía solar fotovoltaica que permite transformar en electricidad la radiación solar por medio de células fotovoltaicas integrantes de módulos solares. Esta electricidad se puede utilizar de forma directa, se puede almacenar en acumuladores para su uso posterior, e incluso se puede introducir en la red de distribución eléctrica.

Es una de las energías renovables con mayores posibilidades (*Tabla 4*).

Energía Solar	
Ventajas	<ul style="list-style-type: none">➤ Escaso impacto ambiental.➤ No produce residuos perjudiciales para el medio ambiente.➤ Distribuida por todo el mundo.➤ No tiene más costos una vez instalada que el mantenimiento, el cual es sencillo.➤ No hay dependencia de las compañías suministradoras.
Inconvenientes	<ul style="list-style-type: none">➤ En caso de sistemas aislados, se precisan sistemas de acumulación (baterías) que contienen agentes químicos peligrosos.➤ Puede afectar a los ecosistemas por la extensión ocupada por los paneles en caso de grandes instalaciones.➤ Impacto visual negativo si no se cuida la integración de los módulos solares en el entorno.

Tabla 4. Ventajas e Inconvenientes del uso de la Energía Solar. Fuente: MENDEZ Muñiz, Javier María. CUERVO García, Rafael. Energía solar fotovoltaica. 2da Edición. ECA, Instituto de Tecnología y Formación. Madrid, España. FC Editorial.

7.1 Radiación Solar.

El Sol es una estrella que se encuentra a una temperatura media de 5,500 °C, en cuyo interior tiene lugar una serie de reacciones que producen una pérdida de masa que se transforma en energía. Esta energía liberada del Sol se trasmite al exterior mediante la denominada radiación solar.

La energía solar que en un año llega a la Tierra a través de la atmósfera es aproximadamente de 1/3 de la energía total interceptada por la Tierra fuera de la atmósfera y, de ella, el 70% cae en el mar.

La radiación en el Sol es $63,450,720 \text{ W/m}^2$. La radiación solar recibida fuera de la atmósfera sobre una superficie perpendicular a los rayos solares es conocida como constante solar y su valor es igual a $1,353 \text{ W/m}^2$ (Figura 2), variable durante el año 3% a causa de la elipticidad de la órbita terrestre.

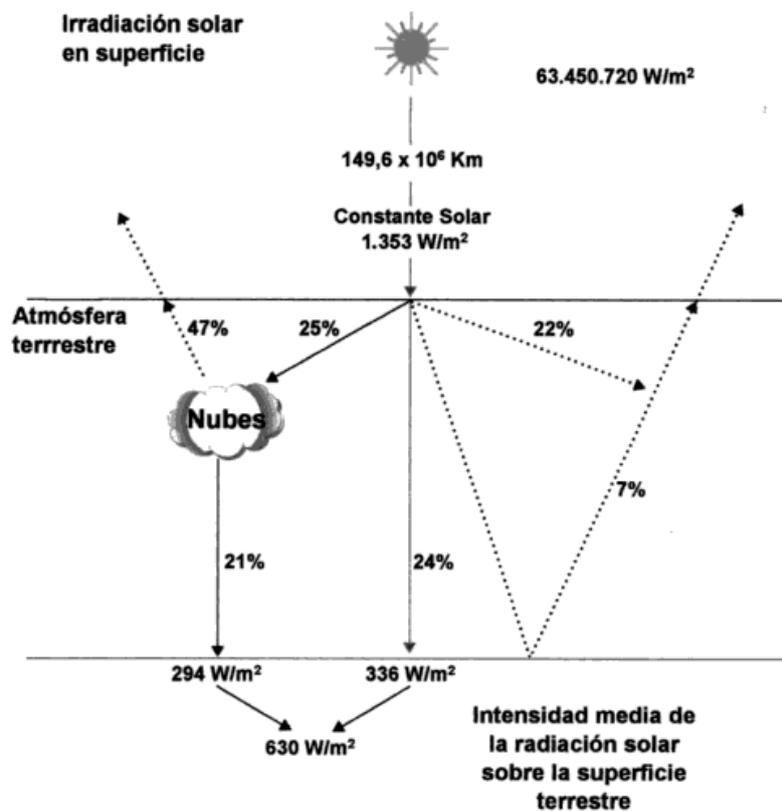


Figura 2. Irradiación Solar en superficie. Fuente: MENDEZ Muñoz, Javier María. CUERVO García, Rafael. Energía solar fotovoltaica. 2da Edición. ECA, Instituto de Tecnología y Formación. Madrid, España. FC Editorial.

En función de cómo inciden los rayos en la Tierra, existen tres tipos de radiación solar:

- ▶ **Directa:** Es la recibida desde el Sol, sin que se desvíe en su paso por la atmósfera.
- ▶ **Difusa:** Es la que sufre cambios en su dirección principalmente debido a la reflexión y difusión en la atmósfera.
- ▶ **Albedo:** Es la radiación directa y difusa que se recibe por reflexión en el suelo u otras superficies próximas

Aunque las tres componentes están presentes en la radiación total que recibe la Tierra, la radiación solar directa es la mayor y más importante en las aplicaciones fotovoltaicas.

Las proporciones de radiación directa, difusa y albedo recibida por una superficie dependen de:

- **Condiciones meteorológicas:** en un día nublado la radiación es prácticamente difusa en su totalidad; en un día soleado predomina, en cambio, la componente directa.
- **Inclinación de la superficie respecto al plano horizontal:** una superficie horizontal recibe la máxima radiación difusa (si no hay alrededor objetos a una altura superior a la de la superficie) y la mínima reflejada.
- **Presencia de superficies reflejantes:** las superficies claras son las más reflectantes, la radiación reflejada aumenta en invierno por efecto de la nieve y disminuye en verano por efecto de la absorción de la hierba o del terreno.

7.1.1 Espectro Luminoso.

La luz, sea esta de origen solar o generada por un foco incandescente o fluorescente, está formada por un conjunto de radiaciones electromagnéticas de muy alta frecuencia, que están agrupadas dentro de un cierto rango, llamado espectro luminoso. Las ondas de baja frecuencia del espectro solar (infrarrojo) proporcionan calor, las de alta frecuencia (ultravioleta) hacen posible el proceso de fotosíntesis o el bronceado de la piel. Entre esos dos extremos están las frecuencias que forman la parte visible de la luz solar. La intensidad de la radiación luminosa varía con la frecuencia. La **Figura 3** muestra, en forma no detallada, la composición del espectro luminoso.

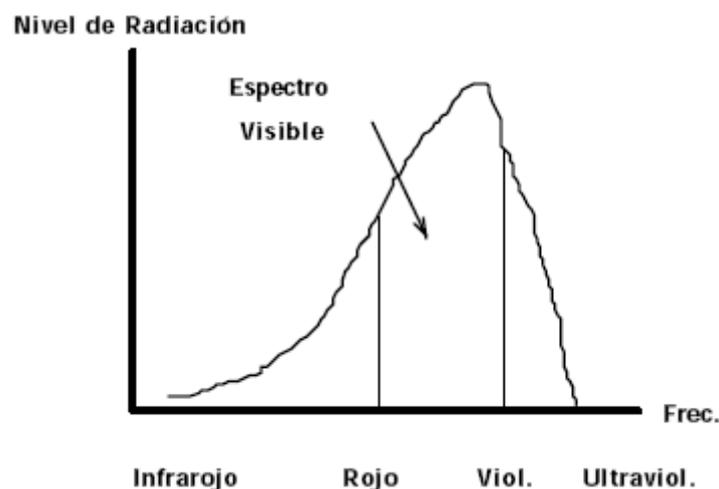


Figura 3. Composición del Espectro Luminoso. Fuente: L. Gasquet, Héctor. Conversión de la luz solar en energía eléctrica: Manual teórico y práctico sobre los sistemas fotovoltaicos. El Paso, Texas, El Paso Solar Energy, 2004

La intensidad y frecuencias del espectro luminoso generado por el Sol sufren alteraciones cuando la luz atraviesa la atmosfera. Esto se debe a la absorción, reflexión y dispersión que toma lugar dentro de ésta. Los gases presentes en la capa atmosférica actúan como filtros para ciertas frecuencias, las que ven disminuidas su intensidad o son absorbidas totalmente. El proceso fotovoltaico responde a un limitado rango de frecuencias dentro del espectro visible, de manera

que es importante definir el espectro de radiación de la fuente luminosa que se utiliza para evaluar la celda fotovoltaica. Esto se hace especificando un parámetro denominado Masa de Aire.

7.1.2 Masa de Aire.

La posición relativa del Sol respecto a la horizontal del lugar determina el valor de la masa de aire. Cuando los rayos solares caen formando un ángulo de 90° respecto a la horizontal, se dice que el Sol ha alcanzado su zenit.

Para esta posición la radiación directa del Sol atraviesa una distancia mínima a través de la atmósfera. Cuando el Sol está más cercano al horizonte, esta distancia se incrementa, es decir, la masa de aire es mayor. La **Figura 4** ilustra esta situación.

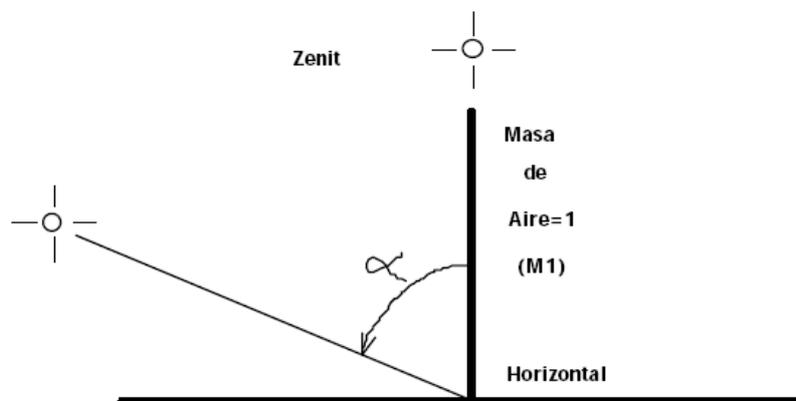


Figura 4. Zenit del Sol. Fuente: L. Gasquet, Héctor. Conversión de la luz solar en energía eléctrica: Manual teórico y práctico sobre los sistemas fotovoltaicos. El Paso, Texas, El Paso Solar Energy, 2004.

A la posición del zenit se le asigna una masa de aire igual a 1 (M1). Cualquier otra distancia tendrá una masa de aire que puede calcularse usando la expresión:

$$\text{Masa de Aire} = 1 / \cos \alpha$$

Donde α es el ángulo formado entre la posición de zenit y la posición del Sol en ese momento. Para valores de α mayores que cero, el valor $\cos \alpha$ es siempre menor que la unidad, de manera que el valor de la masa de aire incrementa. Valores para la masa de aire mayores que la unidad indican que la radiación directa debe atravesar una distancia mayor dentro de la atmósfera. Se deduce así que una masa de aire de valor 1.5 corresponde a un ángulo α de unos 48° .

7.1.3 Variación del Espectro Luminoso.

Al incrementarse la distancia, la absorción, reflexión y dispersión de la luz solar también se incrementan, cambiando el rango de frecuencias que integran el espectro luminoso, así como la intensidad del mismo. Esto explica las variaciones de intensidad y color de la luz solar durante la salida y puesta del Sol. La fuente luminosa usada para medir la potencia de salida de un panel FV tiene un espectro luminoso correspondiente a una masa de 1.5, el que ha sido adoptado como estándar. La intensidad muy cercana a 1 kW/m^2 .

7.1.4 Insolación.

La cantidad total de radiación solar (directa y reflejada) que se recibe en un punto determinado del planeta, sobre una superficie de 1 m^2 , para un determinado ángulo de inclinación entre la superficie colectora y la horizontal del lugar, recibe el nombre de insolación.

Se usan diferentes unidades para expresar el valor de la insolación de un lugar. La más conveniente para nuestra aplicación es el *Kilowatt hora por metro cuadrado (KWH/m²)*.

Si la superficie colectora mantiene un ángulo de inclinación fijo, el valor de la insolación en una dada locación depende de las condiciones atmosféricas y la posición del Sol respecto del horizonte. La presencia de nubes incrementa la absorción, reflexión y dispersión de la radiación solar. Las zonas desérticas, dada la carencia de nubes, tienen los mayores valores de insolación en el planeta. La posición del Sol respecto a la horizontal cambia durante el día y con las estaciones. El valor de la insolación al amanecer y al atardecer, así como en el invierno, es menor que el del mediodía o el verano.

Los fabricantes de paneles fotovoltaicos determinan la máxima potencia eléctrica de salida usando una fuente con una potencia luminosa de 1 kW/m^2 . Este valor, conocido con el nombre de SOL, se ha convertido en un estándar para la industria, facilitando la comparación de paneles de distintos orígenes.

7.1.5 Día Solar Promedio.

El valor de la irradiación varía al variar la masa de aire, la que cambia constantemente desde al amanecer al anochecer. Para simplificar el cálculo de la energía eléctrica generada diariamente por un panel FV, se acostumbra definir el día solar promedio. Este valor es el número de horas, del total de horas entre el amanecer y el anochecer, durante el cual el Sol irradia con una potencia luminosa de 1 SOL. Supongamos, como ejemplo, que el promedio de insolación diaria en una locación es de 5 KWh/m^2 . Si este valor es dividido por un SOL, se obtiene el valor (en horas) del día solar promedio para esa locación y esa inclinación. Para el ejemplo:

$$\text{DÍA SOLAR} = \frac{5 \text{ KWh/m}^2}{1 \text{ KW/m}^2} = 5 \text{ horas}$$

Recordando que los paneles son evaluados usando una intensidad luminosa de un SOL, la duración del día solar promedio representa la cantidad de horas, del total de horas luz diaria, en que el panel es capaz de generar la potencia máxima de salida especificada por el fabricante.

7.2 El Efecto Fotovoltaico.

El efecto fotovoltaico, también llamado efecto fotoeléctrico, consiste en la conversión de la luz en electricidad. Este proceso se consigue con algunos materiales que tienen la propiedad de absorber fotones y emitir electrones. Cuando los electrones libres son capturados, se produce una corriente eléctrica que puede ser utilizada como electricidad.

7.2.1 Conceptos Básicos.

La materia está constituida por átomos, que tienen dos partes bien diferenciadas:

- Núcleo: carga eléctrica positiva (+).
- Electrones: carga eléctrica negativa (-).

Los electrones giran alrededor del núcleo en distintas bandas de energía y compensan la carga positiva de éste, formando un conjunto estable y eléctricamente neutro. *Figura 5.*

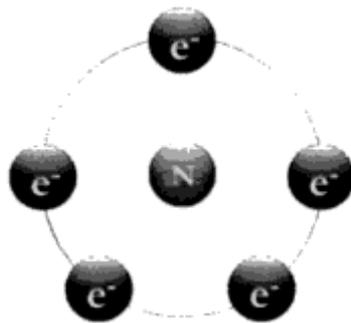


Figura 5. Átomo. Fuente: MENDEZ Muñiz, Javier María. CUERVO García, Rafael. Energía solar fotovoltaica. 2da Edición. ECA, Instituto de Tecnología y Formación. Madrid, España. FC Editorial.

Los electrones de la última capa se llaman electrones de valencia, y se interrelacionan en otros similares formando una red cristalina, como se observa en la *Figura 6.*

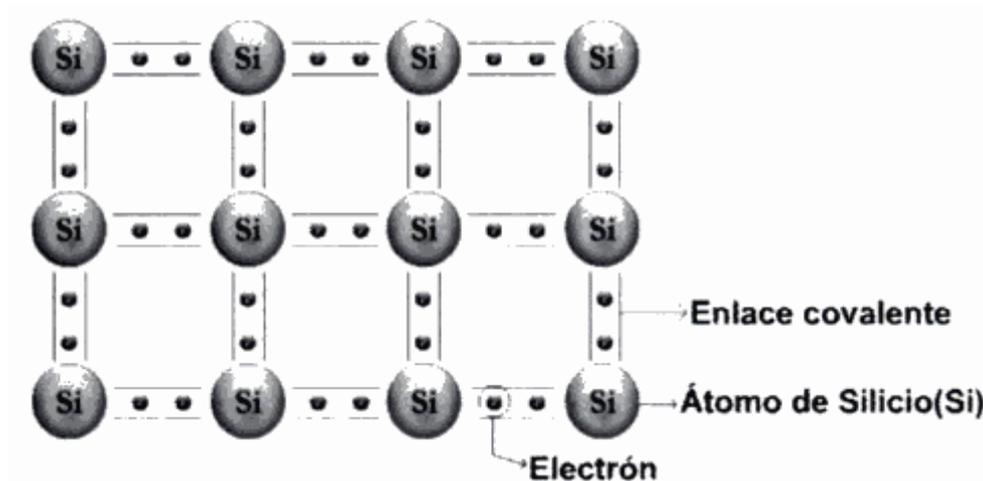


Figura 6. Red Cristalina. Fuente: MENDEZ Muñiz, Javier María. CUERVO García, Rafael. Energía solar fotovoltaica. 2da Edición. ECA, Instituto de Tecnología y Formación. Madrid, España. FC Editorial.

Existen tres tipos de materiales eléctricamente hablando, los cuales se mencionan a continuación en la **Tabla 5**:

Conductores	Los electrones de valencia están poco ligados al núcleo y pueden moverse con facilidad dentro de la red cristalina con un pequeño agente externo.
Semiconductores	Los electrones de valencia están más ligados al núcleo pero basta una pequeña cantidad de energía para que se comporten como conductores.
Aislantes	Tienen una configuración muy estable, con los electrones de valencia muy ligados al núcleo; la energía necesaria para separarlos de éste es muy grande.

Tabla 5. Tipos de materiales eléctricos. Fuente: MENDEZ Muñiz, Javier María. CUERVO García, Rafael. Energía solar fotovoltaica. 2da Edición. ECA, Instituto de Tecnología y Formación. Madrid, España. FC Editorial.

Los materiales usados en las células fotovoltaicas son los semiconductores.

7.2.2 Materiales Semiconductores.

La energía que liga a los electrones de valencia con su núcleo es similar a la energía de los fotones (partículas que forman los rayos solares).

Cuando la luz solar incide sobre el material semiconductor, se rompen los enlaces entre núcleo y electrones de valencia, que quedan libres para circular por el semiconductor.

Al lugar que deja el electrón al desplazarse se le llama hueco y tiene carga eléctrica positiva (de igual valor que la del electrón pero de signo contrario). **Figura 7.**

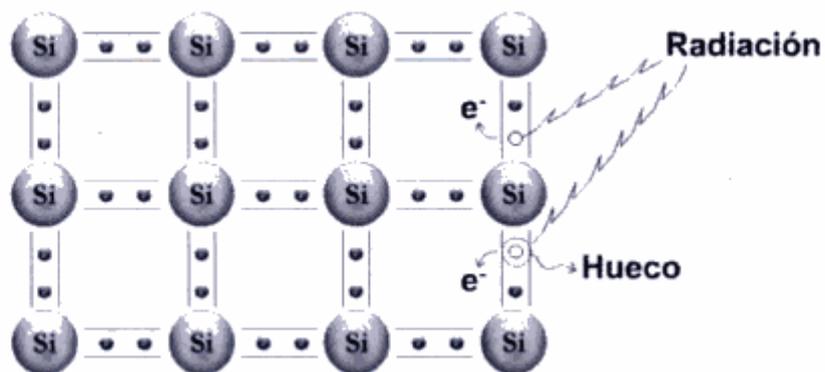


Figura 7. Hueco en Red Cristalina. Fuente: MENDEZ Muñiz, Javier María. CUERVO García, Rafael. Energía solar fotovoltaica. 2da Edición. ECA, Instituto de Tecnología y Formación. Madrid, España. FC Editorial.

Los electrones libres y los huecos creados por la radiación tienden a combinarse perdiendo su actividad. Para que esto no ocurra, y poder aprovechar esta libertad, se debe crear dentro del semiconductor un campo eléctrico.

Dado que el material más utilizado para la fabricación de células solares es el silicio (debido a que cuenta con cuatro electrones de valencia), para crear un campo eléctrico de este tipo de semiconductor se unen dos regiones de este material tratadas químicamente (unión "P - N").

7.2.3 Unión "P - N".

Para conseguir un semiconductor de silicio tipo "N", se sustituyen algunos átomos del silicio por átomos de fósforo, que tiene cinco electrones de valencia.

Dado que se necesitan cuatro electrones para formar los enlaces con los átomos contiguos, queda un electrón libre, de acuerdo a la *Figura 8*.

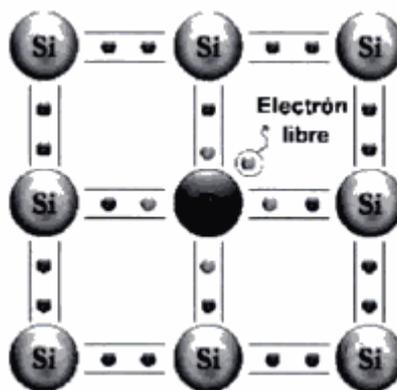


Figura 8. Electrón libre en Red Cristalina. Fuente: MENDEZ Muñiz, Javier María. CUERVO García, Rafael. Energía solar fotovoltaica. 2da Edición. ECA, Instituto de Tecnología y Formación. Madrid, España. FC Editorial.

De forma análoga, si sustituimos átomos de silicio por átomos de boro, que tiene tres electrones de valencia, se consigue un semiconductor tipo "P".

Al igual que el caso anterior, al formar los enlaces, falta un electrón, o dicho de otra manera, tenemos un hueco disponible, de acuerdo a la *Figura 9*.

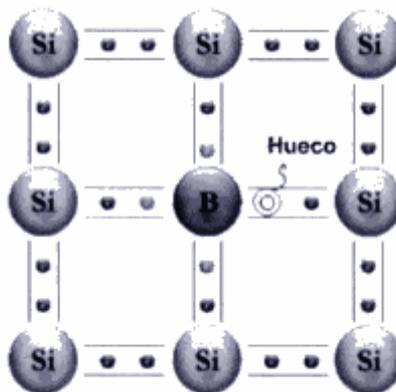


Figura 9. Hueco libre en Red Cristalina. Fuente: MENDEZ Muñiz, Javier María. CUERVO García, Rafael. Energía solar fotovoltaica. 2da Edición. ECA, Instituto de Tecnología y Formación. Madrid, España. FC Editorial.

Para obtener una unión "P-N" se pone en contacto una superficie de semiconductor tipo "N" con la de un semiconductor tipo "P".

Los electrones libres del material tipo "N" tienden a ocupar los huecos del material tipo "P" y viceversa, creándose así un campo eléctrico que se hace cada vez más grande a medida que los electrones y los huecos continúan difundándose hacia lados opuestos.

Este proceso continúa hasta que ya no se pueden intercambiar mas electrones y huecos, consiguiéndose así, un campo eléctrico permanente, sin la ayuda de campos eléctricos externos. *Figura 10.*

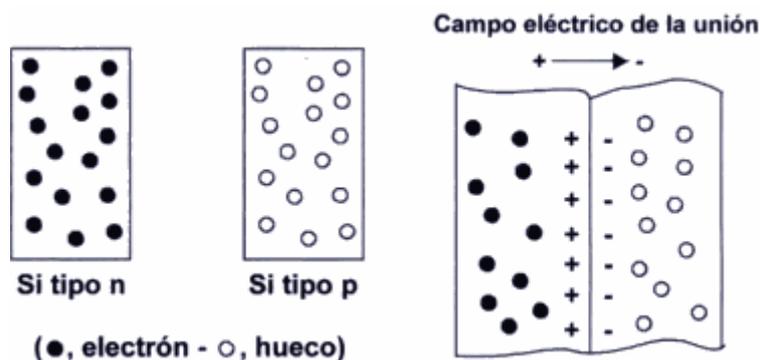


Figura 10. Campo eléctrico de la unión. Fuente: MENDEZ Muñiz, Javier María. CUERVO García, Rafael. Energía solar fotovoltaica. 2da Edición. ECA, Instituto de Tecnología y Formación. Madrid, España. FC Editorial.

7.2.4 Ancho de Banda Prohibida.

Los electrones que se encuentran orbitando alrededor del núcleo atómico no pueden tener cualquier energía sino solamente unos valores determinados que se denominan niveles energéticos a los que se le pone nombre: 1s, 2s, 2p, 3s, etc. En el caso del silicio, la última capa, la número 3, posee cuatro electrones y faltan también cuatro electrones para completarla. Cuando los átomos de Silicio se unen unos a otros comparten los electrones de las últimas capas con los átomos vecinos formando lo que se denomina enlaces covalentes, muy estables y fuertes. Estas agrupaciones se llevan a cabo de forma ordenada dando lugar a un sólido de estructura cristalina.

De la misma forma que los electrones en un átomo no pueden tener cualquier energía, los electrones en un cristal tampoco pueden tomar cualquier energía. Sin embargo lo que antes, en el átomo, era un único nivel, ahora, son agrupaciones de niveles llamadas bandas de energía. Y de la misma forma que los últimos niveles energéticos en un átomo definen las propiedades químicas del átomo, las últimas bandas de energía definen las propiedades electrónicas de un cristal. Las dos últimas bandas ocupadas (total o parcialmente por electrones) reciben el nombre de banda de conducción (para la más energética) y banda de valencia (para la menos energética).

Estas bandas están separadas por un valor mínimo determinado de energía E_g denominada energía del gap y su valor se suele expresar en electrón - voltios.

$$1\text{eV (electrón - voltio)} = 1,602 \times 10^{-19} \text{ J}$$

En general, a una temperatura dada, algunos electrones tendrán energía suficiente para desligarse de los átomos. A esos electrones libres se les denomina electrones propiamente. A los enlaces que han dejado vacíos se les denomina huecos. Reciben un nombre especial debido a que se comportan como si se tratase de partículas con cargas positivas. A los electrones que todavía permanecen ligados a los átomos se les asocia con los niveles energéticos correspondientes a la banda de valencia.

No todos los cristales dan lugar a unas bandas de energía con la disposición adecuada para que el material exhiba propiedades semiconductoras. Puede suceder que $E_g=0$, entonces tenemos un cristal conductor o, puede suceder que E_g sea tan elevado que el número de electrones (electrones con energía suficiente como para liberarse de los átomos) sea nulo en la práctica, entonces tenemos un cristal aislante.

Para que se pueda producir el efecto fotovoltaico, es decir, para que se produzca una corriente eléctrica cuando incide energía sobre el material semiconductor, es necesario que los fotones tengan una energía mayor que el gap (valor mínimo determinado), es decir el ancho de banda prohibida.

7.3 Tecnología Fotovoltaica.

7.3.1 Células Fotovoltaicas.

La conversión de la radiación solar en una corriente eléctrica tiene lugar en la célula fotovoltaica (*Figura 11*).

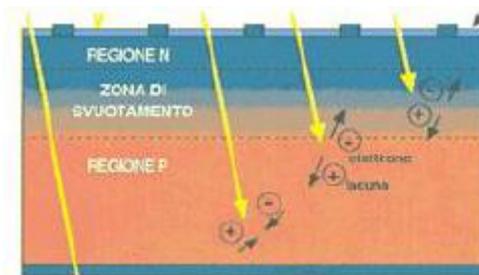


Figura 11. Célula Fotovoltaica. Fuente: <http://www.cecu.es/>

Una célula fotovoltaica es un dispositivo formado por una delgada lámina de material semiconductor. Una célula fotovoltaica tiene un grosor que varía entre 0.25 *mm* y 0.35 *mm*, generalmente es de forma cuadrada y su superficie es de aproximadamente de 100 *cm*².

Cada célula fotovoltaica se compone de una capa delgada de material tipo "N" y otra de mayor espesor de material tipo "P" (*Figura 12*). Estas capas al encontrarse separadas, son eléctricamente neutras; sin embargo, al juntarlas se genera un campo eléctrico en la unión "P - N".

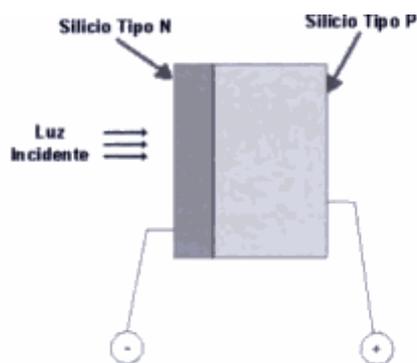


Figura 12. Composición de una célula fotovoltaica. Fuente: <http://www.cecua.es/>

Al incidir la luz sobre la célula los fotones rompen el par de electrón – hueco. El campo eléctrico de la unión los separa para evitar que se combinen, llevando los **electrones a la zona "N" y los huecos a la zona "P"**. Mediante un conductor externo, se conecta la capa negativa con la capa positiva, generando así un flujo de electrones (corriente eléctrica) de la **zona "P" a la zona "N"**.

La superficie de la zona "N" es la cara que se ilumina. Mientras la luz siga incidiendo habrá corriente eléctrica, y su intensidad será proporcional a la cantidad de luz que la célula reciba.

7.3.1.1 Tipos de Células Fotovoltaicas.

Para la realización de las células, el material más utilizado actualmente es el silicio monocristalino (**Tabla 6 y Figura 13**), aunque existen diversos procedimientos y tipos de materiales de construcción.

Existe una serie de aspectos que afectan a todos los materiales semiconductores:

- **Cristalinidad:** Indica la ordenación de los átomos en la estructura cristalina.
- **Coefficiente de Absorción:** Indica como la luz lejana puede penetrar el material antes de ser absorbida. El hecho de que el coeficiente de absorción sea pequeño significa que la luz no es absorbida fácilmente por el material.
- **Coste y Complejidad de Fabricación:** Varían dependiendo del material o materiales utilizados en las capas del semiconductor.

Células de Silicio	
Monocristalino	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Presenta una estructura completamente ordenada. ➤ Su comportamiento uniforme lo hace buen conductor. ➤ Es de difícil fabricación. ➤ Se obtiene de silicio puro fundido y dopado con boro. ➤ Se reconoce por su monocromía azulada oscura y metálica. ➤ Su rendimiento oscila entre 15 – 18 %.

Policristalino	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Presenta una estructura ordenada por regiones separadas. ➤ Los enlaces irregulares de las fronteras cristalinas disminuyen el rendimiento de la célula. ➤ Se obtiene de igual forma que la del silicio monocristalino pero con menos fases de cristalización. ➤ Su superficie está estructurada en cristales con distintos tonos de azules y grises metálicos. ➤ Su rendimiento oscila entre 12 - 14 %.
Amorfo	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Presenta un alto grado de desorden. ➤ Contiene un gran número de defectos estructurales y de enlaces. ➤ Su proceso de fabricación es más simple que en los anteriores y menos costoso. ➤ Se deposita en forma de lámina delgada sobre vidrio o plástico. ➤ Son eficientes bajo iluminación artificial. ➤ Tiene un color marrón homogéneo. ➤ Su rendimiento es menor del 10%.

Tabla 6. Tipos de células de Silicio. Fuente: MENDEZ Muñiz, Javier María. CUERVO García, Rafael. Energía solar fotovoltaica. 2da Edición. ECA, Instituto de Tecnología y Formación. Madrid, España. FC Editorial.



Material monocristalino



Material policristalino

Figura 13. Tipos de Materiales. Fuente: L. Gasquet, Héctor. Conversión de la luz solar en energía eléctrica: Manual teórico y práctico sobre los sistemas fotovoltaicos. El Paso, Texas, El Paso Solar Energy, 2004.

Otros materiales que también se utilizan para la fabricación de las células son: arseniuro de galio, diselenuro de indio y cobre, telurio de cadmio.

Como se mencionó anteriormente, el material más utilizado actualmente es el silicio monocristalino, pues presenta prestaciones y duración en el tiempo superiores a cualquier otro material utilizado para el mismo fin.

7.3.1.2 Eficiencia de conversión

La eficiencia de conversión es la relación entre la energía eléctrica generada y la energía luminosa utilizada para obtenerla. Esta relación es dada en forma porcentual, como se muestra a continuación:

$$\eta \% = \frac{\text{Energía generada}}{\text{Energía incidente}} \times 100$$

En el presente, células fotovoltaicas producidas en escala industrial tienen una eficiencia de conversión que oscila entre un 9 y un 12%.

7.3.2 Módulos Fotovoltaicos.

Las células solares constituyen un producto intermedio de la industria fotovoltaica: proporcionan valores de tensión y corriente limitados, en comparación a los requeridos normalmente por los aparatos convencionales son extremadamente frágiles, eléctricamente no aisladas y sin un soporte mecánico. Después son ensambladas de la manera adecuada para constituir una única estructura: los módulos fotovoltaicos.

El módulo fotovoltaico es una estructura robusta y manejable sobre la que se colocan las células fotovoltaicas. Los módulos pueden tener diferentes tamaños (los más utilizados tienen superficies que van de los 0.5 m^2 a los 1.3 m^2) y constan normalmente de 36 células conectadas eléctricamente en serie.

Las características eléctricas principales de un módulo fotovoltaico se pueden resumir en las siguientes:

- **Potencia de Pico (Wp):** potencia suministrada por el módulo en condiciones estándar STC (Radiación solar = $1,000 \text{ W/m}^2$; Temperatura = $25 \text{ }^\circ\text{C}$; A.M. = 1.5).
- **Corriente nominal (A):** corriente suministrada por el módulo en el punto de trabajo.
- **Tensión nominal (V):** tensión de trabajo del módulo.

7.3.3 Generador Fotovoltaico.

Es el encargado de transformar la energía del Sol en energía eléctrica. Está formado por varios módulos fotovoltaicos conectados en serie y/o paralelo, y a su vez cada módulo está formado por células fotovoltaicas.

Varios módulos ensamblados mecánicamente entre ellos forman el panel, mientras que módulos o paneles conectados eléctricamente en serie, para obtener la tensión nominal de generación, forman la rama. Finalmente, la conexión eléctrica en paralelo de muchas ramas constituye el campo.

Los módulos fotovoltaicos que forman el generador, están montados sobre una estructura mecánica capaz de sujetarlos y que está orientada para optimizar la radiación solar. La cantidad de energía producida por un generador fotovoltaico varía durante el año en función de la insolación de la localidad y de la latitud de la misma.

Para cada aplicación, el generador tendrá que ser dimensionado teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

- carga eléctrica.
- potencia de pico.
- posibilidad de conexión a la red eléctrica.
- latitud del lugar y radiación solar media anual del mismo.
- características arquitectónicas específicas del edificio.
- características eléctricas específicas de la carga.

7.4 Sistemas Fotovoltaicos.

Un sistema fotovoltaico es una instalación basada en módulos fotovoltaicos, pero que a su vez integra varios componentes, cada uno de ellos cumpliendo una o más funciones específicas, a fin de que éste pueda suplir la demanda de energía eléctrica impuesta por el tipo de carga, usando como combustible la energía solar. La definición anterior deja claramente establecido que la carga eléctrica determina el tipo de componentes que deberán utilizarse en el sistema. La completa definición de la carga debe tener en cuenta tres características que la definen: el tipo, el valor energético y el régimen de uso.

Tipos de carga.

Existen tres tipos de cargas: CC, CA y mixta (CC y CA). Cuando la carga tiene aparatos de CA, se necesitará incorporar al sistema un inversor.

Valor energético.

El valor energético representa el total de energía que consumirá la carga dentro de un periodo determinado, generalmente un día. Para sistemas pequeños este valor estará dado en *Wh/día*. Para sistemas de mayor consumo en *KWh/día*.

Régimen de uso.

El régimen de uso responde a dos características: cuando se usa la energía generada y la rapidez de su uso. Dependiendo de cuando se usa la energía, se tendrá un régimen diurno, nocturno o mixto. La rapidez del consumo (energía por unidad de tiempo), determina el valor de la potencia máxima requerida por la carga.

Estos sistemas, independientemente de su utilización y del tamaño de potencia, se pueden dividir según la siguiente **Figura 14**:

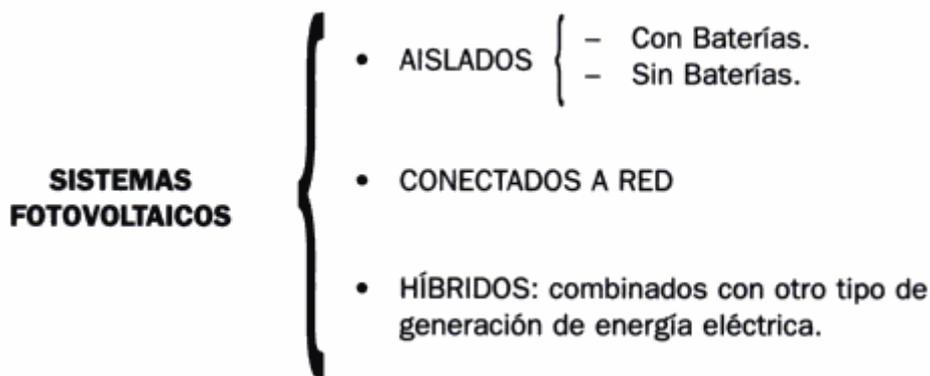


Figura 14. Tipos de Sistemas Fotovoltaicos. Fuente: MENDEZ Muñiz, Javier María. CUERVO García, Rafael. Energía solar fotovoltaica. 2da Edición. ECA, Instituto de Tecnología y Formación. Madrid, España. FC Editorial.

Hay diferentes opciones para construir un sistema fotovoltaico, pero esencialmente existen los siguientes componentes (**Figura 15**):

- **Generador fotovoltaico.** Como ya lo vimos anteriormente, es el encargado de captar y convertir la radiación solar en corriente eléctrica mediante los módulos fotovoltaicos.
- **Baterías o acumuladores.** Almacenan la energía eléctrica producida por el generador para poder utilizarla en periodos en los que la demanda exceda la capacidad de producción por el generador.
- **Regulador de carga.** Encargado de proteger y garantizar el correcto mantenimiento de la carga de la batería y evitar sobretensiones que puedan destruirla.
- **Inversor o acondicionador.** Encargado de transformar la corriente continua producida por el generador fotovoltaico en corriente alterna, necesaria para alimentar algunas cargas o para introducir la energía producida en la red de distribución eléctrica.
- **Elementos de protección del circuito.** Por ejemplo, interruptores de desconexión, diodos de bloqueo, etc., dispuestos entre diferentes elementos del sistema, para proteger la descarga y derivación de elementos en caso de fallo o situaciones de sobrecarga.

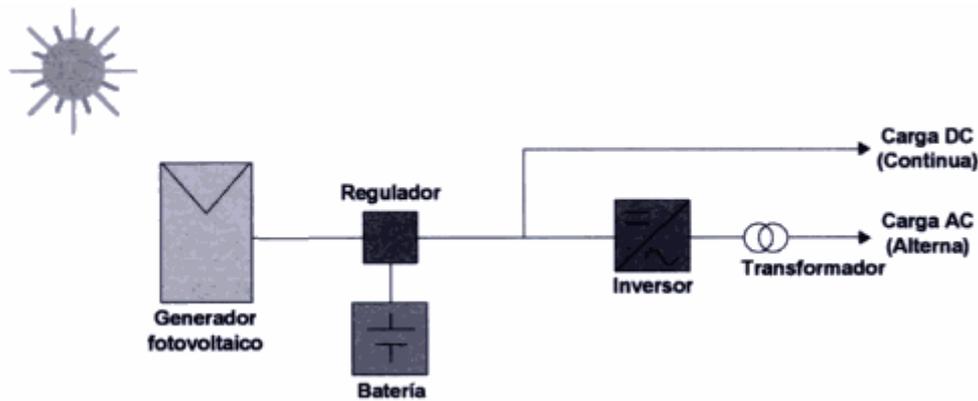


Figura 15. Componentes de un Sistema Fotovoltaico. Fuente: MENDEZ Muñiz, Javier María. CUERVO García, Rafael. Energía solar fotovoltaica. 2da Edición. ECA, Instituto de Tecnología y Formación. Madrid, España. FC Editorial.

7.4.1 Sistemas Aislados o Autónomos.

Su objeto es satisfacer total o parcialmente la demanda de energía eléctrica de aquellos lugares donde no se cuenta con red eléctrica de distribución o el acceso a la misma es difícil.

Los sistemas aislados, por el hecho de no estar conectados a la red eléctrica, normalmente están equipados con sistemas de acumulación de energía producida. La acumulación es necesaria puesto que el campo fotovoltaico puede proporcionar energía solo en horas diurnas, mientras que a menudo la mayor demanda por parte del usuario ocurre en las horas de la tarde y noche. Esto implica que el campo fotovoltaico debe estar dimensionado de forma que permita, durante las horas de insolación, la alimentación de la carga y de la recarga de las baterías de acumulación.

7.4.2 Sistemas Conectados a Red.

Normalmente no cuentan con sistemas de acumulación, ya que la energía producida durante las horas de insolación es canalizada a la red eléctrica; al contrario, durante las horas de insolación escasa o nula, la carga viene alimentada por la red. Un sistema de este tipo, desde el punto de vista de la continuidad de servicio, resulta más fiable que uno aislado, pues en caso de avería tiene la posibilidad de la alimentación alterna.

7.4.3 Sistemas Híbridos.

En algunos casos el sistema fotovoltaico aislado puede ser completado con otro a fin de tener mayores garantías de disponer de electricidad.

Cuando un sistema fotovoltaico además del generador incorpora otro generador de energía se le denomina sistema híbrido, y en general se utiliza la energía eólica o los grupos electrógenos (generadores de electricidad a través de motores de combustión interna).

El fin de estas combinaciones consiste en aprovechar algún recurso energético localizado cerca de la instalación o para tener mayor fiabilidad en el suministro de energía.

7.5 Sistemas Fotovoltaicos Conectados a Red.

Como se mencionó anteriormente, los sistemas conectados a la red son aquellos que están directamente conectados a la red eléctrica. En la instalación de estos sistemas, se eliminan las baterías que son la parte más cara y compleja de una instalación.

Los principales componentes que forman este tipo de sistema son:

- Módulos Fotovoltaicos. Captan la energía solar y la convierten en energía eléctrica.
- Inversor para la conexión a red. Es uno de los componentes más importantes, maximiza la producción, transforma la corriente continua en corriente alterna y decide el momento de introducirla en la red de distribución. Los inversores para la conexión a la red eléctrica están equipados generalmente con un dispositivo eléctrico que permite extraer la máxima potencia, paso a paso, del generador fotovoltaico. Este dispositivo sigue el punto de máxima potencia y tiene justamente la función de adaptar las características de producción del campo fotovoltaico a las exigencias de la carga.
- Elementos de protección del circuito. Protegen la descarga y derivación de elementos en caso de fallo o situaciones de sobrecarga.
- Contador de energía. Mide la energía producida por el sistema fotovoltaico durante su periodo de funcionamiento.

Las características de estos sistemas se mencionan en la **Tabla 7**.

CARACTERISTICAS DE UN SISTEMA DE CONEXION A RED

No pueden contar con ningún mecanismo de acumulación de energía (baterías), por lo tanto:

- No se pierde la energía generada cuando los acumuladores están llenos.
- El mantenimiento de la instalación resulta más sencillo, y los costos de conservación son más baratos.
- El usuario no percibe ningún cambio en el servicio eléctrico, manteniendo la misma seguridad de suministro y sabiendo que cada *kW* que produzca el generador contribuye a disminuir la generación de energía eléctrica por otros medios contaminantes. Si la instalación se lleva a cabo en un emplazamiento que ya cuenta con consumos, estos se atienden mediante el suministro convencional ya existente, mientras que la energía generada se vierte en su totalidad a la red de distribución.

- ▶ La conexión a red también puede darse en forma de grandes huertas solares que permiten la recuperación de la inversión y la generación de beneficios continuos para el inversionista durante toda la vida de la instalación fotovoltaica. Este tipo de instalaciones han de ser proyectadas conforme a la normatividad medioambiental, debido a su gran impacto en el entorno. Además, se deberá tener en cuenta la capacidad de las líneas de distribución y, en su caso, los centros de transformación a las que se pretende verter la energía generada.

Tabla 7. Características de un Sistema de Conexión a Red. Fuente: MENDEZ Muñiz, Javier María. CUERVO García, Rafael. Energía solar fotovoltaica. 2da Edición. ECA, Instituto de Tecnología y Formación. Madrid, España. FC Editorial.

7.6 Criterios de Diseño de un Sistema Fotovoltaico Conectado a Red.

A continuación se describen las diferentes fases del diseño de un sistema fotovoltaico, con la finalidad de establecer indicaciones sobre su diseño.

7.6.1 ¿Por qué un sistema interconectado a red?

Una de las principales diferencias entre el sistema aislado y sistema interconectado a red es la posibilidad de contar con la posibilidad de no carecer de energía ya que el sistema funciona de la siguiente manera.

El sistema generará energía durante el día, o las horas en las que hay luz solar intensa. Si el lugar donde se genera está consumiendo energía en ese momento, el sistema le proporcionará la energía que en ese instante se está produciendo. En caso de que el consumo sea mayor que la producción, entonces el sistema tomará ese extra de energía necesario de la red de CFE. Y por último, si se está generando energía, pero no se está consumiendo, esta energía sobrante se le entregará a la Red de CFE. Esta energía se nos bonificará como saldo a favor.

Al término del período, el recibo energético entrega un balance de lo consumido menos lo entregado, y solamente se cobra el saldo o queda una bonificación a favor. En este caso la CFE no devolverá dinero pero si acumulará este **saldo a favor en un "banco energético" que será cobrable en los siguientes 12 meses.**

Para tener un sistema interconectado, solamente se requiere cambiar el medidor convencional por uno llamado Bi-direccional, el cual puede realizar la **denominada "medición neta" que es justamente esta resta de lo consumido menos lo entregado.** La CFE ya tiene la capacidad de medir y tomar lectura de estos sistemas.

El otro aparato que se requiere es un inversor de corriente que permita la interconexión y, en esencia, coordine la fuente que estará alimentando la red interna de la casa, comercio o industria.

Es importante recalcar que al utilizar un sistema interconectado, se desecha la necesidad de baterías como medio de acumulación de energía o respaldo, ahora el respaldo es CFE.

Dado que las baterías representan aproximadamente un 40% del costo del sistema, el eliminar esta necesidad tiene como consecuencia una reducción en el costo del mismo haciendo el sistema más rentable.

Por último, la gran ventaja de reducir el consumo energético impacta directamente en una reducción en las emisiones contaminantes que se generan al producir la energía convencional. Si poco a poco más casas o comercios se unen a este tipo de conexión, la comisión pudiera ampliar su servicio a localidades que actualmente carecen de infraestructura sin tener que aumentar su capacidad de producción, generando mayores oportunidades de desarrollo.

Otra causa por la cual se escogió un sistema interconectado a red es debido a que la instalación se enfoca a comercios, en concreto restaurantes, en los que se tiene un régimen de consumo principalmente diurno, ya que por las noches el lugar se cierra y no existe personal que requiera el uso de aparatos eléctricos (a excepción de refrigeradores y algunos focos).

7.6.2 Determinación de la Carga.

A través de un sistema interconectado a red se desean alimentar las siguientes cargas.

Carga 1: Televisión	150 <i>W</i> x 7.0 <i>hr</i> =	1,050 <i>Wh/d</i>
Carga 2: Estéreo	75 <i>W</i> x 7.0 <i>hr</i> =	525 <i>Wh/d</i>
Carga 3: Licuadora	350 <i>W</i> x 0.5 <i>hr</i> =	175 <i>Wh/d</i>
Carga 4: Bomba de agua	400 <i>W</i> x 0.5 <i>hr</i> =	200 <i>Wh/d</i>
	Total=	<u>1950 <i>Wh/d</i></u>

No se considera dentro de la instalación cubrir la carga de los refrigeradores utilizados, ya que el costo del sistema FV se elevaría de manera considerable; ni de los focos utilizados, ya que se trata de un sistema interconectado a red que no integra baterías.

7.6.3 Datos Sobre la Locación.

Para continuar con el diseño es necesario conocer los datos de insolación y clima de la locación.

Lat 18.717 Lon - 99.35	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Promedio en 22 años	5.19	6.10	6.96	7.06	6.66	6.01	6.28	6.00	5.43	5.37	5.26	4.90
Promedio bimestral (día solar)	5.65		7.0		6.34		6.14		5.4		5.1	

Tabla 8. Promedio Mensual de Insolación que incide en una superficie horizontal (*kWh/m²/día*). Fuente: NASA Surface meteorology and Solar Energy

Lat 18.717 Lon - 99.35	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Promedio en 25 años	19.2	21.6	24.4	26.7	25.8	22.6	21.9	22.0	21.0	20.4	19.7	18.9
Promedio bimestral	20.4		25.6		24.2		22.0		20.7		19.3	

Tabla 9. Promedio Mensual de Temperatura en la Superficie Terrestre (°C). Fuente: NASA Surface meteorology and Solar Energy

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1998	27.6	29.2	32.3	34.7	34.9	33.2	30.0	29.0	27.3	28.1	28.6	27.8
1999	27.9	29.8	32.2	34.0	33.7	31.2	29.0	29.0	28.4	27.7	28.2	27.8
2000	28.1	29.6	31.9	33.5	31.8	28.4	29.8	28.9	28.4	28.8	29.7	27.8
2001	27.7	29.4	31.0	32.4	31.6	28.7	28.1	28.6	28.0	28.3	28.1	27.8
2002	27.8	29.1	32.5	33.5	32.7	28.8	28.5	29.3	27.6	27.8	26.1	26.6
2003	27.3	29.9	32.1	34.0	34.1	28.9	28.4	28.8	27.6	27.9	27.9	26.5
2004	26.2	28.4	30.4	32.0	31.9	27.9	27.4	27.5	27.2	27.4	27.5	25.1
2005	26.0	28.2	29.5	31.9	31.7	30.3	28.0	26.8	26.2	25.9	26.0	25.4
2006	28.4	29.9	32.5	34.1	32.4	29.2	29.2	28.1	27.8	28.3	26.1	27.0
2007	29.3	31.0	33.3	33.2	33.2	30.8	28.3	29.2	28.6	28.5	29.0	28.5
2008	28.6	31.2	31.7	34.1	32.6	29.6	26.7	29.1	27.5	28.0	27.3	26.7
Promedio mensual	27.7	29.6	31.8	33.4	32.8	29.7	28.5	28.6	27.7	27.9	27.7	27

Tabla 10. Temperaturas Máximas Promedio (°C). Fuente: Servicio Meteorológico Nacional

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1998	8.9	9.0	12.0	15.6	15.8	17.3	16.1	15.8	16.6	15.5	13.7	10.5
1999	9.3	11.0	12.9	14.5	15.6	16.7	15.3	15.8	15.6	13.3	10.8	8.5
2000	8.5	10.2	12.6	14.6	15.7	16.1	15.0	15.1	15.5	14.1	13.1	9.6
2001	10.0	11.5	12.0	14.5	15.8	15.8	15.3	15.4	15.4	13.7	11.1	10.5
2002	9.7	11.6	13.1	15.4	16.4	15.7	15.2	14.9	15.0	14.3	11.1	9.4
2003	10.1	11.0	12.3	15.4	16.9	16.7	15.9	15.1	15.5	14.9	12.5	8.3
2004	9.2	9.2	13.0	13.6	15.5	15.7	14.4	14.7	14.5	14.4	10.2	7.2
2005	9.6	11.6	12.0	14.7	15.4	16.4	14.9	13.3	13.7	13.2	11.4	10.0
2006	9.8	12.6	14.3	15.6	16.9	16.1	15.9	15.8	15.9	15.4	11.6	9.9
2007	12.1	11.9	14.4	16.1	16.8	17.1	16.0	16.8	16.1	14.4	11.2	13.1
2008	10.4	11.1	14.9	16.0	16.6	16.5	15.2	17.1	16.2	13.8	10.8	9.1
Promedio	9.8	11.0	13.0	15.1	16.1	16.4	15.4	15.4	15.5	14.3	11.6	9.6

Tabla 11. Temperaturas Mínimas Promedio (°C). Fuente: Servicio Meteorológico Nacional

Promedio Mensual de la Velocidad del Viento a 10 m sobre la Superficie de la Tierra para terrenos similares a aeropuertos (m/s).													
Lat 18.75 Lon - 99.35	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Promedio Anual
Promedio en 10 años	3.15	3.10	3.02	2.92	2.39	2.21	2.36	2.24	2.17	2.50	2.91	3.17	2.67

Tabla 12. Promedio de Velocidad del Viento. Fuente: NASA Surface meteorology and Solar Energy

Como se puede observar en la **Tabla 8**, en el bimestre noviembre-diciembre se registra la menor insolación en el año, por esta razón se puede decir que este bimestre es el caso más desfavorable, pero se verificará asimismo el bimestre marzo-abril, pues la temperatura de trabajo del panel es más alta, disminuyendo la potencia de salida.

Conociendo ahora los valores estacionales de la carga y de la insolación promedio, el diseño debe establecer el número de paneles que permiten alcanzar el balance energético entre la generación y el consumo durante todo el año.

Debido a que se trata de un diseño interconectado a red, no se deben tomar en cuenta pérdidas en el control de carga de baterías y en cableado del panel hacia las baterías.

7.6.4 Elección del Panel Fotovoltaico.

Se elige un panel con alta potencia de salida, para lograr reducir el número de ellos al mínimo. El sistema que más se adapta a las necesidades es el SOL-RED-1 de la marca Solartronic, el cual cuenta con una capacidad nominal de 780 **Wp** (6 paneles de 130 **W**) y cuya generación a la red se entrega mediante un inversor CD/CA de 700 **W**. *Véanse Hojas de Especificaciones en Anexo C.*

El comportamiento del sistema SOL-RED-1 sin considerar pérdidas se observa en la siguiente **Tabla 13**.

Condiciones.	Potencia Pico dada por el fabricante.	Energía diaria producida en bimestre marzo-abril tomando en cuenta día solar promedio de 7 horas.	Energía diaria producida en bimestre noviembre-diciembre tomando en cuenta día solar promedio de 5 horas.
A 25°C, sin tomar en cuenta pérdidas.	780 Wp	5,460 Wh/día	3,900 Wh/día

Tabla 13. Comportamiento del sistema en condiciones ideales.

7.6.4.1 Pérdidas por temperatura.

Si los valores de potencia luminosa y la orientación del panel permanecen constantes, la corriente de salida de un panel FV varía con el valor del voltaje en la carga y su temperatura de trabajo. Esto se debe a las características intrínsecas de los materiales semiconductores. La **Figura 16** muestra la relación entre corriente y el voltaje de salida para un panel FV, para cuatro temperaturas de trabajo, cuando el nivel de radiación permanece constante.

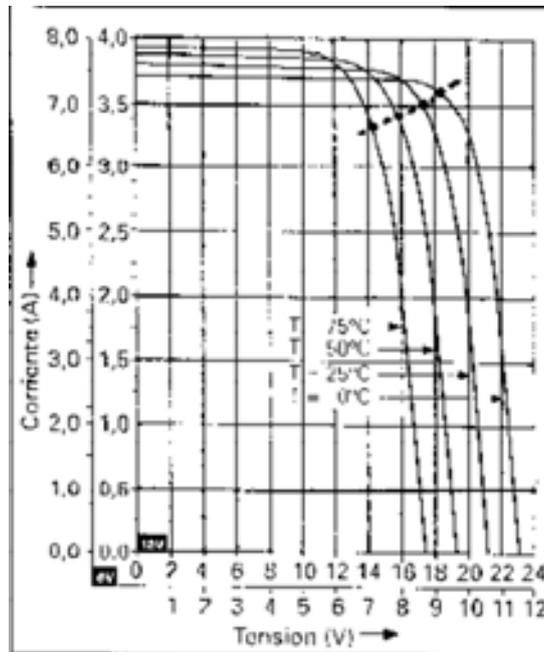


Figura 16. Relación entre corriente y voltaje de salida para un panel fotovoltaico.

Fuente: L. Gasquet, Héctor. Conversión de la luz solar en energía eléctrica: Manual teórico y práctico sobre los sistemas fotovoltaicos. Pág. 29

Si bien se ha seleccionado un panel en particular para esta ilustración, los demás tienen un comportamiento similar.

Puede observarse que el valor máximo para el voltaje de salida corresponde a un valor de corriente nulo (voltaje a circuito abierto), mientras que el valor máximo para la corriente corresponde a un voltaje de salida nulo (salida cortocircuitada). Todas las curvas tienen una zona donde el valor de la corriente permanece prácticamente constante para valores crecientes de voltaje de salida, hasta que alcanzan una zona de transición. A partir de esta zona, pequeños aumentos en el voltaje de salida ocasionan bruscas disminuciones en el valor de la corriente de salida. El comienzo de la zona de transición se alcanza para menores valores de voltaje de salida cuando la temperatura de trabajo se incrementa. Para cada condición de trabajo se puede calcular la potencia de salida del panel multiplicando los valores correspondientes al voltaje y la corriente para ese punto de la curva I-V. En particular, la potencia de salida es nula para dos puntos de trabajo: circuito abierto y cortocircuitado, ya que la corriente o el voltaje de salida es nulo. Por lo tanto, si la salida de un panel es cortocircuitada, éste no sufre daño alguno. Entre estos dos valores nulos, la potencia de salida alcanza un valor máximo que varía con la temperatura.

Para la mayoría de los paneles FVs, cuando la temperatura de trabajo aumenta, el valor de la potencia de salida disminuye. En la práctica, debido a la

disipación de calor dentro de las celdas del panel, salvo en climas muy fríos, la temperatura de trabajo excede los 25°C. Cuando ello ocurre, la potencia de salida nunca alcanza el valor pico especificado del panel. El diseño de un sistema FV debe tener en cuenta esta degradación del panel, a fin de asegurar que los requerimientos eléctricos del sistema pueden ser satisfechos durante los días más calurosos del bimestre marzo-abril. Para el bimestre noviembre-diciembre, se verificará si el mínimo para la temperatura promedio es menor a los 25 °C, no se considera ninguna degradación para la potencia de salida pico. La degradación puede ser calculada usando los valores dados por las curvas I-V a alta temperatura, pero este proceso es tedioso e impreciso, dada la pobre resolución de las curvas publicadas por los fabricantes. Por ello es mucho más conveniente usar factores de degradación dados en forma porcentual con relación a la potencia pico.

Para los cálculos de este trabajo, el factor de degradación dado por el fabricante para la potencia de salida del panel seleccionado es del 0.6 %/°C sobre los 25 °C.

La temperatura de trabajo que alcanza un panel FV obedece una relación lineal dada por la expresión:

$$Tt = Ta + kR$$

Donde Tt es la temperatura de trabajo del panel; Ta es la máxima temperatura ambiente; R es el valor de la radiación solar en mW/cm^2 , y K es un coeficiente que varía entre 0.2 y 0.4 $°C.cm^2/mW$, dependiendo de la velocidad promedio del viento. Cuando ésta es muy baja, o inexistente, el enfriamiento del panel es pobre o nulo, y K toma valores cercanos o iguales al máximo (0.4). Si la velocidad promedio del viento produce un enfriamiento efectivo del panel, el valor de K será el mínimo (0.2). El valor de R varía entre 80 y 100 mW/cm^2 . Para las locaciones con alto valor de insolación diaria se usa el valor máximo. Si existen nubes pasajeras que reducen el valor de irradiación, el valor de R se reduce a 80 mW/cm^2 . El producto kR representa el incremento de temperatura que sufre el panel sobre la máxima temperatura ambiente.

Para determinar el valor de la potencia de salida del panel durante el bimestre marzo-abril y noviembre-diciembre, se debe calcular primero la temperatura máxima de trabajo para el mismo.

Durante el bimestre marzo-abril los vientos son moderados, de manera que K toma el valor 0.3. La insolación es abundante, de manera que R toma el valor máximo. El producto kR será de 30 °C, los que sumados a una máxima ambiente de $Ta=33.4$ °C (*Tabla 10*) elevará la temperatura de trabajo del panel a $Tt=63.4$ °C.

Esto representa un aumento de 38.4 °C por sobre los 25 °C. Tomando en cuenta el coeficiente de degradación del 0.6 %/°C (38.4×0.6), la potencia del panel se verá reducida 23 % lo que quiere decir 179.4 W, por lo que la potencia de salida del panel será de 600.6 W ($780 W - 179.4 W$).

Durante el bimestre marzo-abril, las 7 horas de día solar promedio (*Tabla 8*) generarán 4,204.2 Wh/d (600.6×7), satisfaciendo los 1,950 Wh/d necesarios.

Durante el bimestre noviembre-diciembre los vientos se mantienen moderados, de manera que K toma el valor de 0.3. La insolación es media, de manera que R toma un valor intermedio de 90 mW/cm^2 . El producto kR será de 27

°C, los que sumados a una máxima ambiente de $T_a=27.7$ (Tabla 10) elevará la temperatura de trabajo del panel a 54.7 °C.

Esto representa un aumento de 29.7 °C por sobre los 25 °C. Tomando en cuenta el coeficiente de degradación del 0.6 %/°C (0.6×29.7), la potencia del panel se verá reducida 17.8%, lo que quiere decir 138.8 W, por lo que la potencia de salida del panel será de 641.2 W ($780 \text{ W} - 138.8 \text{ W}$).

Durante el bimestre noviembre-diciembre, las 5 horas del día solar promedio (Tabla 8) generarán 3206 Wh/d (641.2×5), satisfaciendo los 1950 Wh/d necesarios.

Se puede observar la influencia que tiene la temperatura de trabajo del panel sobre la eficiencia, ya que la potencia pico durante el bimestre marzo-abril es menor que la del bimestre noviembre-diciembre.

Cabe mencionar que actualmente están en desarrollo paneles fotovoltaicos que integran sistemas de enfriamiento, haciendo mucho mayor la eficiencia de los paneles.

Los Watts sobrantes son utilizados por otros aparatos, como los refrigeradores que se tienen, o son suministrados a la red eléctrica de CFE, y la energía sobrante se considera como saldo a favor en el recibo.

Por lo tanto, considerando las pérdidas por temperatura se tiene la siguiente Tabla 14.

Condiciones.	Potencia Pico del sistema fotovoltaico en bimestre marzo-abril.	Potencia Pico del sistema fotovoltaico en bimestre noviembre-diciembre.	Energía diaria producida en bimestre marzo-abril tomando en cuenta día solar promedio de 7 horas.	Energía diaria producida en bimestre noviembre-diciembre tomando en cuenta día solar promedio de 5 horas.
A 25 °C, sin tomar en cuenta pérdidas.	780 Wp	780 Wp	5,460 Wh/día	3,900 Wh/día
Tomando en cuenta las pérdidas por temperatura.	600.6 Wp	641.2 Wp	4,204.2 Wh/día	3,206 Wh/día

Tabla 14. Comportamiento del sistema considerando pérdidas por temperatura.

7.6.5 Elección de la Inclinación de los Módulos.

El ángulo de inclinación de la superficie colectora es el que ésta forma con la horizontal, tal como se muestra en la siguiente **Figura 17**:

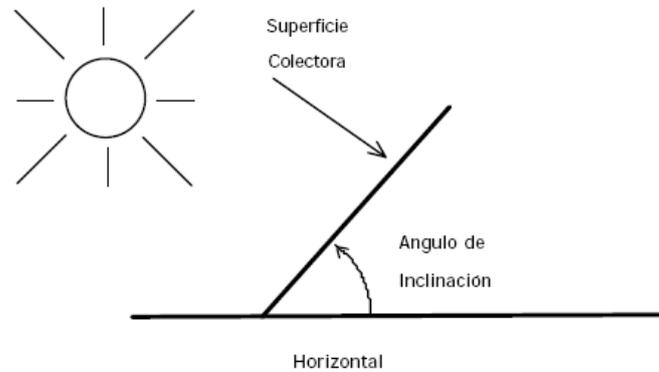


Figura 17. Ángulo de inclinación de los paneles fotovoltaicos. Fuente: L. Gasquet, Héctor. Conversión de la luz solar en energía eléctrica: Manual teórico y práctico sobre los sistemas fotovoltaicos. El Paso, Texas, El Paso Solar Energy, 2004.

La inclinación normalmente tiene que ser igual a la latitud del lugar, es decir, la distancia angular entre el ecuador y un punto determinado del planeta. Lo que es posible siempre que no haya exigencias de tipo arquitectónico que lo impidan.

La latitud del poblado de Coatetelco es 18.717° .

En el hemisferio norte los paneles solares deben ser orientados hacia el sur y en el hemisferio sur deben ser orientados hacia el norte. Para esta comunidad en particular, los paneles deben ser instalados hacia el sur, esto se debe a que se encuentra en el hemisferio Norte y, debido al ángulo de inclinación de la Tierra hacia el Sol, el máximo de radiación solar es hacia la línea ecuatorial o hacia el Sur.

La determinación exacta de estos puntos cardinales no es crítica, dado que la variación de la insolación con la orientación no es brusca. El uso de una brújula permite la determinación del norte o sur magnético. Para determinar el norte o sur geográfico, se debe corregir la posición sabiendo el valor de la declinación del lugar (latitud). Este último valor representa la diferencia en grados hacia el este o el oeste, entre el sur o norte magnético y el geográfico. La siguiente figura (**Figura 18**) muestra la diferencia entre los polos magnéticos y geográficos para la locación de los paneles que tiene un ángulo de declinación de 18.7° .

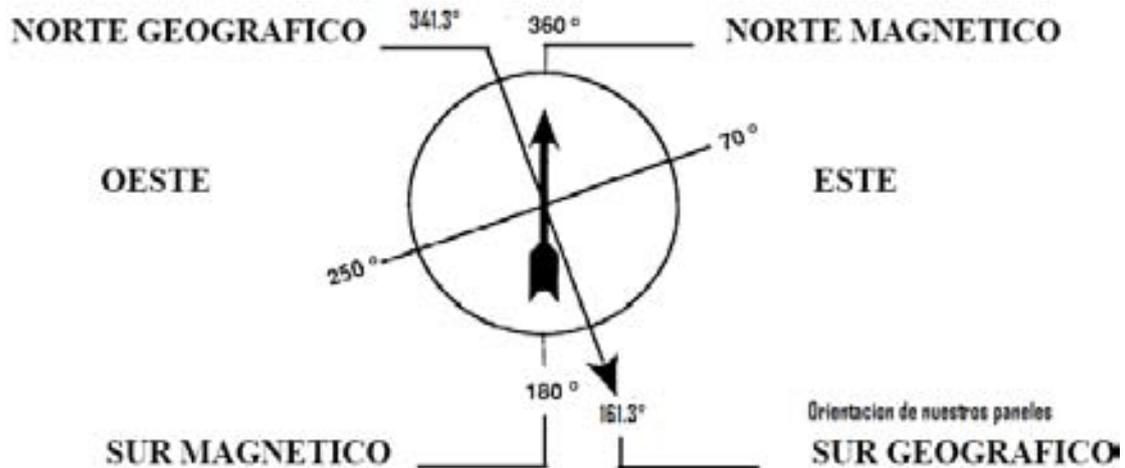


Figura 18. Orientación geográfica de los paneles fotovoltaicos. Fuente: L. Gasquet, Héctor. Conversión de la luz solar en energía eléctrica: Manual teórico y práctico sobre los sistemas fotovoltaicos. El Paso, Texas, El Paso Solar Energy, 2004.

7.6.6 Elección del Inversor.

Para poder operar una carga de CA en un sistema de CC, se necesita transformar a este último voltaje de CA. Esta transformación es llevada a cabo por el inversor.

En los sistemas eléctricos de CA basados en la tecnología de los EEUU, el voltaje afectivo oscila entre los 117 y los 120 V y la frecuencia de línea es de 60 c/s (ciclos por segundo = 1 Hz).

La forma de onda ideal para un voltaje de CA es la sinusoidal. Los primeros inversores proporcionaban un voltaje de salida con forma de onda cuadrada. Posteriormente aparecieron en el mercado modelos con una forma de onda de salida que representa una aproximación de la sinusoidal, la que recibe el nombre de "casi-sinusoidal" o "modificada". **Inversores de este tipo están en uso aun hoy y gozan de una amplia aceptación.** Varios fabricantes ofrecen, en la actualidad, inversores que proporcionan un voltaje sinusoidal. Los inversores que proporcionan una onda cuadrada han sido descontinuados. La **Figura 19** muestra las tres ondas de voltaje mencionadas durante un ciclo del voltaje de línea.

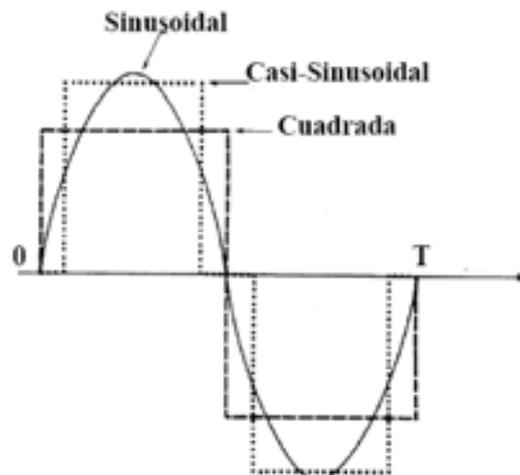


Figura 19. Formas de onda de salida de un inversor. Fuente: L. Gasquet, Héctor. Conversión de la luz solar en energía eléctrica: Manual teórico y práctico sobre los sistemas fotovoltaicos. El Paso, Texas, El Paso Solar Energy, 2004.

Para poder conectar un sistema fotovoltaico de CA a la red eléctrica, la forma de onda de salida debe ser sinusoidal.

Cuando el sistema FV es conectado a una red de distribución comercial, es importante que el valor nominal de la frecuencia de línea se mantenga constante. Los inversores con voltaje de salida sinusoidal, dependiendo del modelo, tienen un error de frecuencia que oscila entre el 0.1 y el 1.04% del valor nominal de línea, como máximo.

Se asume entonces el uso de un inversor Sunny Boy 700U con forma de onda de salida sinusoidal, que puede manejar 700 *W* en forma continua, a 45 °C.

La eficiencia dada por el fabricante del inversor para un consumo de 600 *W* es del 93.3%, más 2% de pérdidas asociadas con el cableado panel-inversor (8.7% de pérdidas). El 8.7% de pérdidas (52.8 *W*) representan 369.6 *Wh/día* (52.8 *W* x 7 horas del día solar promedio durante el bimestre marzo-abril).

La eficiencia dada por el fabricante del inversor para un consumo de 600 *W* es del 93.3%, más 2% de pérdidas asociadas con el cableado panel-inversor (8.7% de pérdidas). El 8.7% de pérdidas (55.8 *W*) representan 279 *Wh/día* (55.8 *W* x 5 horas de día solar promedio en el bimestre noviembre-diciembre).

Por lo anterior, considerando las pérdidas por temperatura, inversor y cableado, se tiene la **Tabla 15**.

Condiciones.	Potencia Pico del sistema fotovoltaico en bimestre marzo-abril.	Potencia Pico del sistema fotovoltaico en bimestre noviembre-diciembre.	Energía diaria producida en bimestre marzo-abril tomando en cuenta día solar promedio de 7 horas.	Energía diaria producida en bimestre noviembre-diciembre tomando en cuenta día solar promedio de 5 horas.
A 25 °C, sin tomar en cuenta pérdidas.	780 <i>Wp</i>	780 <i>Wp</i>	5,460 <i>Wh/día</i>	3,900 <i>Wh/día</i>
Tomando en cuenta las pérdidas por temperatura	600.6 <i>Wp</i>	641.2 <i>Wp</i>	4,204.2 <i>Wh/día</i>	3,206 <i>Wh/día</i>
Tomando en cuenta pérdidas por temperatura, inversor y cableado.	547.8 <i>Wp</i>	585.4 <i>Wp</i>	3,834.6 <i>Wh/día</i>	2,927 <i>Wh/día</i>

Tabla 15. Comportamiento del sistema considerando pérdidas por temperatura, inversor y cableado.

7.6.7 Cables de Conexión a Utilizar.

El cable de conexión representa el componente indispensable para transporte de la energía eléctrica entre las diferentes partes que integran un sistema FV. Resulta inevitable que parte de esta energía se pierda en forma de calor, ya que la resistencia eléctrica de un conductor nunca es nula. El cobre ofrece, hoy día, la mejor solución respecto a la relación eficiencia-costo.

Norma AWG.

La dependencia entre el diámetro y el área del conductor permite establecer un método de clasificación para los cables. A determinados diámetros se les asigna un número en una escala arbitraria, al que se conoce como el calibre del conductor. Esta escala se le conoce como el AWG (American Wire Gauge, calibre americano para conductores).

El rango de calibres para esta aplicación comienza con el calibre 4/0 (4 ceros), al que corresponde el mayor diámetro. El número de ceros disminuye hasta alcanzar el valor 1/0. A partir de este valor, el calibre del cable está asociado a un valor numérico creciente (2, 4, 6, etc.). Es importante mencionar que para estos calibres, el diámetro del conductor se reduce cuando el valor numérico asignado aumenta. Por lo tanto, el máximo valor numérico que se utiliza es el 16, ya que la resistencia eléctrica por unidad de longitud resulta excesiva para calibres superiores a este valor.

La norma define, para cada calibre, el valor de la corriente máxima, en amperes, que es permitido por el código de los EU. Este valor no debe ser sobrepasado por razones de seguridad (excesiva disipación de calor).

Los cables usados en instalaciones eléctricas tienen, salvo raras excepciones, una cobertura exterior que provee aislación eléctrica y resistencia mecánica al conductor. El material usado en la cobertura exterior es muy importante, pues determina el uso del mismo. Distintos tipos de coberturas permiten enterrar el cable tierra, usarlo en lugares con alta humedad y/o temperatura, volverlos resistentes a ciertas sustancias químicas o a la radiación ultravioleta. Para identificar las distintas aplicaciones se usan letras, las que representan la abreviación de palabras en inglés. Estas letras se imprimen a intervalos especificados por las normas, a lo largo de la cubierta exterior.

Para este caso, el cable a utilizar es el tipo THW (Temperatura-Humidity-Weather) ya que es adecuado en uso a alta temperatura o en lugares con alto nivel de humedad ambiente. Y es ideal para utilizarse en aplicaciones exteriores.

Un circuito activo sufre una pérdida de potencia en los cables que interconectan el sistema. Para un determinado valor de la corriente de carga, esta pérdida es proporcional a la caída de voltaje en los mismos. Usando este concepto, los Srs. John Davey y Windy Dankoff dedujeron una fórmula que permita calcular un llamado **"Índice de Caída de Voltaje"** (ICV) que puede ser utilizado para determinar el calibre adecuado del cable a usarse.

El valor del ICV está dado por la expresión:

$$ICV = \frac{A \times D}{\%CV \times V_{nom}} \times 3.281$$

Donde **A** es el número de amperes en el circuito, **D** es la distancia entre los dos puntos a conectarse, **%CV** es el porcentaje de caída de voltaje y **Vnom** es el valor nominal del voltaje del sistema. El factor 3.281 debe ser usado si la distancia se mide en metros. Si la distancia es en pies no debe ser considerado.

La siguiente tabla (**Tabla 16**) relaciona los valores del ICV con los calibres de los cables.

Calibre AWG	ICV	Calibre AWG	ICV
4/0	99	6	12
3/0	78	8	8
2/0	62	10	5
1/0	49	12	3
2	31	14	2
4	20	16	1

Tabla 16. Relación de valores ICV con los calibres de cables. Fuente: L. Gasquet, Héctor. Conversión de la luz solar en energía eléctrica: Manual teórico y práctico sobre los sistemas fotovoltaicos. El Paso, Texas, El Paso Solar Energy, 2004.

Para el caso que se analiza, los valores son los siguientes:

A = 7.3 **A** máximo entregados por el panel seleccionado. *Véanse Hojas de Especificaciones en Anexo C.*

D = 15 metros a inversor.

%CV = 2 % (porcentaje establecido para pérdidas por cableado).

V_{nom} = 17.71 V. *Véanse Hojas de Especificaciones en Anexo C.*

$$ICV = (7.3 \times 15 \times 3.281) / (2 \times 17.71) = 359.27 / 35.42 = 10.14$$

Se observa que el valor **ICV** se encuentra entre los calibres 8 y 6, se escoge el calibre AWG8 y más adelante se verificará si es suficiente utilizar este calibre en lugar de un calibre 6.

El coeficiente **ICV** no contempla ninguna corrección por aumento de temperatura en el conductor. Sus valores corresponden a una temperatura de trabajo de 25 °C. En general, esto no constituye un problema, pues la elección del calibre es lo suficientemente amplia como para compensar por esta omisión.

Para determinar la elección del calibre a utilizar, se consulta la **Tabla 17**.

Calibre AWG No	Resistencia $\Omega/100\text{ m}$	Amperaje Máximo (A)*			Dimensiones	
		TIPO DE CABLE			Diám. mm	Area cm ²
		UF	USE, THW TW, THWN	NM		
4/0	0,01669	211	248		13,412	1,4129
3/0	0,02106	178	216		11,921	1,1161
2/0	0,02660	157	189		10,608	0,8839
1/0	0,03346	135	162		9,462	0,7032
2	0,05314	103	124		7,419	0,4322
4	0,08497	76	92		5,874	0,2710
6	0,1345	59	70		4,710	0,1742
8	0,2101	43	54		3,268	0,0839
10	0,3339	32	32	30	2,580	0,0523
12	0,5314	22	22	20	2,047	0,0329
14	0,8432	16	16	15	1,621	0,0206

Tabla 17. Cables de cobre a 25 °C. Fuente: L. Gasquet, Héctor. Conversión de la luz solar en energía eléctrica: Manual teórico y práctico sobre los sistemas fotovoltaicos. El Paso, Texas, El Paso Solar Energy, 2004.

7.6.8 Verificación de las Asunciones de Diseño.

Durante el proceso de diseño del sistema FV, se asumió un valor para las pérdidas del cableado que une los paneles y el inversor. Esta asunción es el primer paso que nos permite determinar el calibre del conductor. Utilizando los resultados obtenidos, se verifica si el valor de la potencia disipada en el cable elegido está dentro del valor asumido (2%). Para el caso en particular este valor porcentual representa una disipación máxima de 12.8 W (2% de 641.2 W). El calibre elegido es un AWG8 y la distancia entre el panel y el inversor es de 15 m. De la **Tabla 17**, se sabe que 100 m de este cable representan una resistencia de 0.2101 Ω . La longitud del cable es de 30 m (un cable + y otro -). La resistencia de estos 30 m es de 0.06303 Ω . Como la corriente máxima de carga es de 7.3 A, la disipación en el mismo ($R \times I^2$) es de 3.36 W. Este valor representa un 0.5% del total generado.

A través de esta verificación se puede observar que el cable seleccionado no corresponde con nuestro estimado del 2% de pérdidas, por lo tanto se seleccionar un cable de menor diámetro y por lo tanto más barato.

A continuación se realizan los cálculos utilizando un cable calibre AWG12. La longitud del cable continua siendo de 30 m. De la **Tabla 17**, se sabe que 100 m de este cable representan una resistencia de 0.5314 Ω , por lo que los 30 m es de 0.15942 Ω . La corriente máxima es de 7.3 A, por lo que la disipación ($R \times I^2$) es de 8.5 W. Este valor representa el 1.4% del total generado.

Gracias a los cálculos realizados se puede determinar que el cable seleccionado es del tipo THW de cobre calibre AWG12.

7.6.9 Contrato de Interconexión a Red con la Comisión Federal de Electricidad.

El miércoles 27 de Junio de 2007 se publicó en el Diario Oficial de la Federación la resolución No. RES/176/2007, en la cual se aprueba el modelo de contrato de interconexión para fuentes de energía solar en pequeña escala. En dicho documento se define que:

- ▶ Una Fuente de Energía Solar en Pequeña Escala es la que utiliza como energético primario la energía solar.
- ▶ El Generador: es la persona física o moral que cuente con un equipo de generación eléctrica con Fuente de Energía Solar en Pequeña Escala.
- ▶ El suministrador: son los organismos públicos descentralizados Luz y Fuerza del centro y la Comisión Federal de Electricidad.

Este contrato de interconexión es aplicable a todos los Generadores con Fuente de Energía Solar en Pequeña Escala con capacidad hasta de 30 *kW*, que se interconectan a la red eléctrica del suministrador en tensiones inferiores a 1 *kV*. La potencia máxima a instalar dependerá del tipo de servicio, y no podrá ser mayor a lo siguiente:

- ▶ Para usuarios con servicio de uso residencial: hasta 10 *kW*.
- ▶ Para usuarios con servicio de uso general en baja tensión: hasta 30 *kW*.

La inversión necesaria para la construcción de las instalaciones o equipos que técnicamente sean necesarios, así como los medidores bi-direccionales y equipos de medición utilizados para medir la energía entregada por el Generador al Suministrador y la que entregue el Suministrador al Generador, estarán a cargo del Generador. Asimismo, será a cargo del Generador cualquier modificación que sea necesario realizar a las instalaciones existentes para lograr la interconexión, mismas que, en su caso, realizará bajo la supervisión del Suministrador y previa autorización de éste.

Para fines de facturación, el consumo de *kWh* del Generador, se determinará como la diferencia entre la energía eléctrica entregada por el Suministrador y la entregada por el Generador al Suministrador. Cuando la diferencia sea negativa, se considerará como un crédito a favor del Generador que podrá ser compensado dentro del periodo de 12 meses siguientes. De no efectuarse la compensación en ese periodo, el crédito será cancelado y el Generador renuncia a cualquier pago por este concepto. Cuando la diferencia sea positiva, se considerará como un crédito a favor del Suministrador y se facturará en la tarifa aplicable.

7.6.10 Seguidores Solares.

Los seguidores automáticos tienen un mástil metálico central, el que sirve de sostén a un soporte móvil, cuya posición varía durante el día. Sobre este soporte se sujetan los paneles FVs. Dependiendo del grado de libertad del movimiento, se conocen los tipos: el seguidor de un eje y el de dos ejes.

El seguidor de un eje solamente se mueve de este a oeste (movimiento azimutal). El de dos ejes combina el movimiento azimutal con el de norte a sur (elevación). Ambos tipos pueden acomodar numerosos paneles.

El mecanismo que provoca el movimiento azimutal del soporte de un eje es el siguiente. El desplazamiento del sostén está basado en el cambio de peso experimentado por una sustancia con baja temperatura de evaporación (freón), cuando ésta cambia del estado gaseoso al sólido. La siguiente **Figura 19** ilustra este tipo de seguidor.

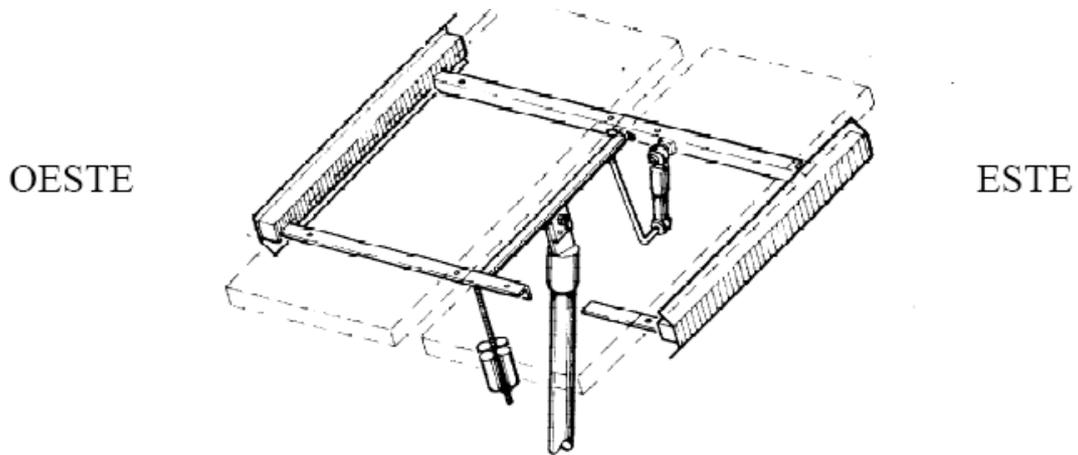


Figura 19. Seguidor de un eje. Fuente: L. Gasquet, Héctor. Conversión de la luz solar en energía eléctrica: Manual teórico y práctico sobre los sistemas fotovoltaicos. El Paso, Texas, El Paso Solar Energy, 2004.

Como se observa en la **Figura 19**, el sostén tiene dos tanques interconectados que están ubicados a lo largo de los lados este y oeste respectivamente. Dos pantallas metálicas (una por lado) permiten bloquear o no la luz solar que incide sobre ellos, dependiendo de la inclinación del sostén. Se asume que, al amanecer, el soporte está inclinado hacia el este. Debido a la posición, la luz solar llega al tanque del lado este, evaporando el freón. Los gases se desplazan hacia el tanque del lado opuesto, el que permanece sombreado (menor temperatura). El gas se licua, aumentando el peso del lado oeste. El desequilibrio fuerza el movimiento gradual hacia el oeste durante la duración del día.

Este diseño tiene algunas restricciones que le son inherentes. Al finalizar el día, los paneles quedan mirando hacia el lado oeste, tomando algún tiempo en retomar la posición inicial (este).

La variación azimutal es de unos 85 grados. El error en la perpendicularidad de los rayos solares es de unos 10 grados.

El mecanismo del seguidor de dos ejes es del tipo activo. La **Figura 20** muestra una unidad de este tipo.

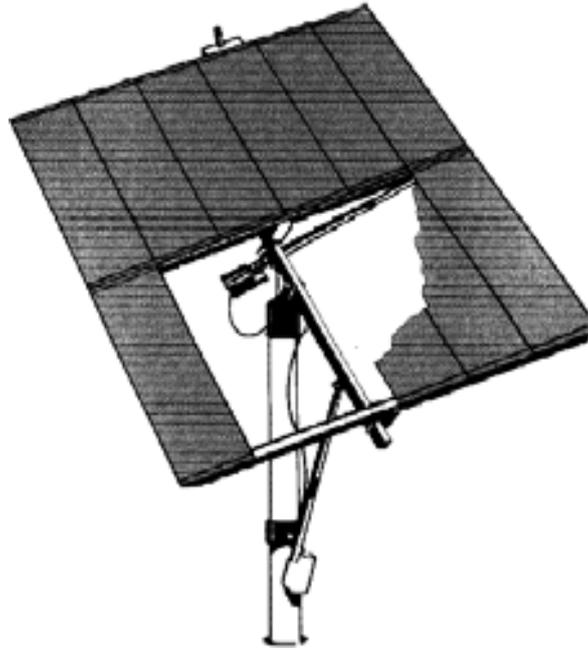


Figura 20. Seguidor de dos ejes. Fuente: L. Gasquet, Héctor. Conversión de la luz solar en energía eléctrica: Manual teórico y práctico sobre los sistemas fotovoltaicos. El Paso, Texas, El Paso Solar Energy, 2004.

Dos sensores ópticos, uno por eje, responden a la intensidad solar, actuando sobre los mecanismos que controlan la posición de azimut y elevación del soporte. El consumo del sistema de control es de menos de 1 *W*. Un pequeño panel FV, montado en el centro del soporte transversal inferiores suficiente para activar el sistema y cargar una batería de Ni-Cd, la que extiende el periodo activo del control durante la noche. Cuando el Sol se pone, la ausencia simultanea de luz en los dos sensores provee una señal de reorientación para el sistema, forzando el desplazamiento del soporte hacia el este, lo que elimina por completo el tiempo de reorientación del seguidor. La rotación azimutal es de 120 grados y la de elevación 65. El error en la perpendicularidad es de unos 3 grados.

El uso de un seguidor automático de un eje aumenta considerablemente la duración del día solar promedio respecto a uno de inclinación fija. La magnitud de este aumento depende del ángulo de inclinación y la ubicación geográfica del sistema, pero no es difícil que éste oscile entre el 10 y el 50%. El uso de un sistema automático de dos ejes representa un incremento adicional en la duración del día solar de un 3 a un 5%, respecto al sistema de un eje.

7.7 Relación Costo - Beneficio del Sistema Fotovoltaico.

De acuerdo a un recibo de CFE proporcionado por uno de los dueños de los comercios, se sabe que un consumo diario promedio es de 13.61 *kWh/día*. Como se observa en la **Tabla 15**, los 3,834.6 *Wh/día* producidos durante los días del bimestre marzo-abril representan el 28% de la energía diaria requerida. Mientras que los 2,927 *Wh/día* producidos durante los días del bimestre noviembre-diciembre representan el 21.3% de la energía diaria requerida.

Se realizaron diferentes cotizaciones en empresas como Solartronic y Cryplant, ambas ubicadas en la ciudad de Cuernavaca, siendo la que más se adapta a nuestras necesidades la ofrecida por la empresa Solartronic.

El sistema completo tiene un costo de USD\$5,600.00 (\$71,355), incluyéndose en esta cotización módulos solares, soporte para fijación a techo de concreto, seccionador CD, inversor CD/CA, seccionador térmico CA, cable tipo THW, tubería conduit, herrajes, conectores, accesorios.

Es difícil determinar con una cifra exacta el tiempo en que se recuperaría la inversión del sistema fotovoltaico. Como se sabe, los sistemas fotovoltaicos dependen de la energía del Sol, por lo tanto se pueden presentar varios días nublados continuos en un mes, disminuyendo la producción de energía del sistema fotovoltaico.

Pero se puede realizar un estimado del tiempo, tomando en cuenta la producción de energía diaria observada en la **Tabla 15**, y la tarifa de CFE en esa región.

La tarifa que tienen los locales en los que se desea instalar el sistema fotovoltaico es domestica de alto consumo, en el cual durante el bimestre marzo-abril el precio por *kWh* es de \$2.952 y durante el bimestre noviembre-diciembre es de \$3.374. Los 3.834 *kWh/día* producidos durante los días de marzo-abril generarían un ahorro de \$11.32 (2.952×3.834 *kWh/día*) diarios, que en bimestre serían \$690.4 (11.32×61 días).

Durante el bimestre noviembre-diciembre los 2.927 *kWh/día* generarían un ahorro de \$9.88 (3.374×2.927 *kWh/día*) diarios, que en el bimestre serían \$602.42 (9.88×61 días)

Estos valores son los valores máximos y mínimos de ahorro por bimestre respectivamente, por lo cual si se realiza un promedio de ambos, el ahorro promedio sería de \$646.41 por cada bimestre del año. El ahorro anual sería de \$3878.45 (646.41×6 bimestres en el año).

Debido a que el costo total del sistema es de \$71,355, el tiempo aproximado de recuperación de la inversión sería de 18 años ($71,355 / 3,878.45$). El tiempo de vida de las instalaciones fotovoltaicas es de aproximadamente 30 años, por lo que si se alcanzaría a recuperar la inversión y tener ganancias.

Para realizar una comparación correcta es necesario hablar de valor de la energía producida y no de coste de la energía. Esto es porque la calidad de la energía producida por una fuente fotovoltaica no es la misma que la de las fuentes tradicionales (por el impacto ambiental, la intermitencia de la energía, etc.).

El resultado anterior puede variar por las condiciones climatológicas y también debido a que las tarifas de CFE van incrementando año tras año, lo que significaría una reducción en el tiempo de recuperación de inversión.

7.8 Impacto Ambiental.

El impacto medioambiental de las fuentes de energía renovables es reducido, sobre todo en lo que concierne a las emisiones de contaminantes al aire y al agua. Al disminuir la necesidad de obtención de energía a través de otras fuentes más contaminantes, contribuyen a la disminución de las emisiones de gases responsables del efecto invernadero y la lluvia ácida.

Hablando específicamente de la energía solar fotovoltaica, se puede afirmar que, por sus características, es la fuente renovable más respetuosa con el medio ambiente.

Los sistemas fotovoltaicos no producen emisiones, ruidos o vibraciones y su impacto visual es reducido gracias a que por su disposición en módulos, pueden adaptarse a la morfología de los lugares en los que se instalan. Además, producen energía cerca de los lugares de consumo, evitando así, las pérdidas que se producen en el transporte.

Sin embargo, el impacto ambiental de la energía fotovoltaica no puede considerarse nulo. Algunos de los problemas y los tipos de impactos ambientales que pueden influir de forma negativa en la percepción de las instalaciones fotovoltaicas por parte de la ciudadanía son:

- La contaminación que produce el proceso productivo de los componentes,
- La utilización del territorio,
- El impacto visual,
- El impacto sobre la flora y la fauna.

La contaminación producida en la fabricación de los componentes de los paneles y las emisiones de contaminantes que producen, dependen de la tecnología utilizada. Los sistemas FV más utilizados son los basados en silicio monocristalino, policristalino y amorfo. En la **Tabla 18** se muestran algunos problemas ambientales de acuerdo al material utilizado en los sistemas FV.

Silicio cristalino	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Desde el punto de vista de la salud, el silicio es seguro y no da más problemas que el polvo que se produce por efectos sobre el aparato respiratorio. ➤ El otro material utilizado, el cristal, está también compuesto de silicio lo que en principio no supone problemas. ➤ Sin embargo, el uso de varios productos químicos en la fabricación de las células como ácido fluorhídrico, ácido nítrico e hidróxido sódico (utilizado en la depuración), precisan medidas que los estabilicen. ➤ Los gases tóxicos utilizados en el dopado del silicio como el bromuro de hidrogeno o derivados del fosforo, son productos con riesgos para la salud. Normalmente son productos potenciales del efecto invernadero y se deben minimizar sus emisiones.
Silicio amorfo	<ul style="list-style-type: none"> ➤ En su fabricación se utiliza gas silano que es muy inflamable y explosivo en bajas concentraciones (4.5%). ➤ Hay que establecer perímetros de seguridad alrededor de las plantas de manufactura entre 15 y 100 metros.

	<ul style="list-style-type: none"> ➤ El problema de este proceso es la cantidad de gas necesario. Para producciones superiores a 100 MW empezaría las complicaciones.
CdTe	<ul style="list-style-type: none"> ➤ El cadmio es un producto peligroso para la salud, es cancerígeno. ➤ Dada su alta toxicidad, en las plantas de Cd, Se y Te extreman las medidas de seguridad. ➤ Un problema para estos tipos de células solares son las altas temperaturas, como por ejemplo en caso de incendio. No obstante, el punto de fusión de CdTe es de 1,050 °C, demasiado elevado en el caso de incendios en edificios residenciales, pero no en fuegos industriales donde existen otros tipos de combustibles y puede fundirse el cadmio.

Tabla 18. Problemas ambientales de materiales utilizados en sistemas fotovoltaicos.
Fuente: MENDEZ Muñoz, Javier María. CUERVO García, Rafael. Energía solar fotovoltaica. 2da Edición. ECA, Instituto de Tecnología y Formación. Madrid, España. FC Editorial.

El proceso de fabricación, por sí mismo, no implica una utilización apreciable de sustancias peligrosas o contaminantes y hay que considerar también que, con las actuales proporciones del mercado fotovoltaico, el silicio puede obtenerse del reciclaje de los desechos de la industria electrónica.

La necesidad del territorio depende de la forma de utilización de la instalación FV: descentralizada o centralizada en grandes sistemas. En el primer caso, el territorio utilizado puede reducirse casi a cero porque los paneles pueden ser instalados sobre terrenos ya ocupados, como son tejados, fachadas y terrazas de los edificios existentes, cubiertas de aparcamientos o, normalmente, de áreas de descanso, bordes de autopistas, etc. Por lo tanto, el potencial para utilización descentralizada de los sistemas FV puede considerarse bastante amplio.

En el caso de producción FV en sistemas centralizados, la necesidad de energía está relacionada con varios factores, como la eficiencia de conexión de los módulos y las características de insolación del lugar. En cualquier caso, la utilización de sistemas centralizados requiere notables extensiones de territorio para ofrecer una producción eléctrica apreciable.

En ciertos casos, los sistemas FV pueden ser rechazados por cuestiones de estética. En general, el impacto visual depende sobre todo del tamaño del sistema. El tamaño no representa un problema en el caso de su utilización descentralizada, ya que los sistemas pueden estar bien integrados sobre tejados o en las fachadas de los edificios.

Para la utilización descentralizada de los sistemas fotovoltaicos, el impacto sobre la fauna y la flora normalmente se considera inexistente, ya que consiste principalmente en la ocupación de suelo y no causa ruido o vibraciones. No es posible eliminar los efectos negativos producidos durante la fase de realización de grandes sistemas, aunque estos son temporales y limitados.

Es evidente que ni siquiera las tecnologías poco contaminantes, como la fotovoltaica, están exentas de conllevar impactos al medio ambiente y encuentra dificultades de aceptación por parte de la población. Sin embargo, la magnitud y la significación de estos sistemas son claramente inferiores a los de otras tecnologías de producción de energía tradicionales, aunque a veces puedan provocar oposiciones difíciles de superar.

RESULTADOS Y CONCLUSIONES

8. RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Después de realizar el análisis del municipio y determinar el plan de desarrollo municipal más adecuado para la región, se obtuvieron resultados satisfactorios para los habitantes de la comunidad como lo fueron la promoción turística mencionada en este trabajo, así como el acercamiento de funcionarios del gobierno municipal y estatal. Sin embargo, para determinar el éxito de este proyecto es necesario realizar un análisis del municipio después de que se haya llevado a cabo cada una de las actividades planteadas y de acuerdo a los indicadores mencionados en el Anexo D. *Véase Anexo D.*

La evaluación del municipio se realizó detalladamente, fue necesaria la observación y el análisis de la forma de vida que se lleva actualmente en el municipio para determinar aquellos factores que representan un riesgo para el desarrollo de la sociedad. A través de diversas visitas logramos determinar aquellos puntos estratégicos y recursos que se podían aprovechar para el desarrollo del proyecto de planeación y, con esto, elevar la calidad de vida de los habitantes de Miacatlán, Mor.

Los resultados obtenidos a partir del marco teórico y el análisis F.O.D.A. fueron determinantes; con esto, fuimos capaces de desarrollar una prospectiva del municipio en general que, a la larga, permitieron el desarrollo del proyecto para implementarse en beneficio de la comunidad.

Nos dimos cuenta del gran potencial turístico que tiene esa región, ya que cuenta con lagunas, zonas arqueológicas y un gran número de tradiciones, pero falta un impulso para el desarrollo de esta zona.

Es por esto que realizamos este proyecto que fue bien aceptado por los habitantes de la comunidad y por los profesores de la universidad que estaban enterados del mismo y que, al mismo tiempo, nos brindaron su apoyo para realizarlo. Dicho proyecto se enfoca al sector turístico del municipio y se desarrolla en la comunidad de Coatetelco. Algunos miembros de la comunidad, así como funcionarios del gobierno municipal y del Estado de Morelos, han puesto en marcha este proyecto debido a la factibilidad del mismo y a los beneficios para el municipio, el estado y el país.

De acuerdo a las hipótesis causales generadas al principio de este trabajo, podemos mencionar que las ocho fueron aprobadas durante el desarrollo de esta tesis. Sin embargo, es importante señalar que seis hipótesis de las ocho planteadas resultan beneficiadas por el desarrollo del proyecto; esto es, que la infraestructura hotelera seguirá siendo baja y la diversidad de opiniones entre comunidades permanecerá, mientras que las condiciones de las carreteras mejorarán, se dará difusión a los sitios turísticos y el gobierno municipal y estatal se mostrará interesado en la región a fin de impulsar el sector turístico, mientras que se impulsará la implementación de tecnologías ecológicas aprovechando la ubicación del municipio y mejorando la economía familiar.

Una de las actividades planteadas en el proyecto consiste en la utilización de cuatrimotos en un recorrido específico. En este aspecto, deseamos mencionar que en este momento se plantearon cuatrimotos estándar que cumplen los requerimientos para el recorrido pero, recordando que la intención de los habitantes, en un futuro se puede implementar el uso de cuatrimotos eléctricas, a

fin de reducir emisiones y lograr que la región de Coatetelco sea un centro completamente ecoturístico.

Por otra parte, la utilización de energía solar fotovoltaica está ganando cada vez mayor terreno en estos días, y sin duda es una gran alternativa para el presente. El uso de energías alternas contribuye a la realización del objetivo que tienen los prestadores de servicios turísticos, el cual consiste en convertir el lugar en un atractivo ecoturístico; sin embargo, aún falta llevar a cabo algunas actividades, como el tratamiento de agua y la disposición final de los desperdicios generados, para que el lugar sea completamente ecoturístico, actividades que serán tomadas posteriormente por los dueños de las palapas.

El uso de la tecnología fotovoltaica representa una fuerte inversión inicial, por lo que es difícil implementarla sin financiamiento por parte del gobierno; sin embargo, los beneficios económicos del sistema diseñado en este trabajo se verán reflejados a largo plazo, con la disminución del consumo energético por parte de CFE y con la mayor afluencia de visitantes que buscan un turismo ecológico.

Es importante señalar que, una vez instalado el sistema fotovoltaico, los usuarios no necesitarán de capacitación especial, ya que no es necesario darle mantenimiento al equipo y su ciclo de vida es de aproximadamente 30 años, de manera que solo es necesario limpiar la superficie de los paneles solares para su óptimo aprovechamiento.

En el diseño del sistema fotovoltaico contemplamos el uso de un seguidor solar con la finalidad de elevar la eficiencia del sistema de un 10% al 50% dependiendo de la colocación, pero el costo total de la instalación se elevaría casi al doble. Es por esta razón que no realizamos el análisis ni la selección de un seguidor solar.

Debido a los resultados obtenidos en el análisis y diseño de la instalación mencionada, el proyecto desarrollado en esta tesis fue presentado a servidores públicos del municipio con la finalidad de hacerlo realidad. Algo que resultó interesante fue que la Dirección de Alumbrado Público del Municipio expresó su simpatía por el proyecto y comentó que trabajos similares se deberían desarrollar en la comunidad de Tlajotla, perteneciente al municipio de Miacatlán, debido a que no se cuenta con servicio eléctrico.

Para esta idea, podemos afirmar que la selección del sistema fotovoltaico presentado en este trabajo podría ser ampliado para proveer la demanda energética de una casa de dicha comunidad, considerando los aparatos eléctricos que puedan requerir; sin embargo, se tendría que realizar un nuevo análisis debido a que se requiere un sistema más complejo por la utilización de baterías.

En general, el trabajo realizado en el municipio de Miacatlán, Mor., resultó satisfactorio, ya que representó un proyecto real, tangible y, a su vez, un trabajo conjunto entre la Universidad Nacional Autónoma de México, a través de la Facultad de Ingeniería, la sociedad y gobierno, todo esto con la finalidad de una mejora en la calidad de vida de los habitantes del municipio.

BIBLIOGRAFÍA

9. BIBLIOGRAFÍA

- MENDEZ Muñiz, Javier María. CUERVO García, Rafael. Energía solar fotovoltaica. 2da Edición. ECA, Instituto de Tecnología y Formación. Madrid, España. FC Editorial.
- L. Gasquet, Héctor. Conversión de la luz solar en energía eléctrica: Manual teórico y práctico sobre los sistemas fotovoltaicos. El Paso, Texas, El Paso Solar Energy, 2004.
- MALDONADO Jiménez, Druzo. Religiosidad Indígena, Historia y etnografía. Coatetelco Morelos. Colección científica. Serie etnografía. Instituto Nacional de Antropología e Historia, 2005.
- Colección de manuales de administración y organización municipal. Manual de Planeación del Desarrollo Económico Municipal. 1era Edición, 1987
- ABELLA Miguel Alonso. Sistemas fotovoltaicos: Introducción al diseño y dimensionado de instalaciones solares fotovoltaicas. ERA SOLAR.

MESOGRAFÍA

- <http://www.miacatlan.gob.mx/>
 - <http://www.miacatlan.gob.mx/INFORME%202008.pdf>
 - <http://www.miacatlan.gob.mx/PLAN%20MUNICIPAL.pdf>
 - <http://www.oeidrus-morelos.gob.mx/estadisticasagrop/MunicipiosMor/Miacatlan.htm>
 - <http://www.e-local.gob.mx/work/templates/enciclo/morelos/Municipios/17015a.htm>
 - http://www.eis.uva.es/helios/pagina_nueva_1.htm#anombre
 - <http://smn.cna.gob.mx/>
 - <http://www.alternativaenergetica.com.mx>
 - <http://eosweb.larc.nasa.gov/>
 - <http://www.morelostravel.com/>
 - <http://www.inegi.org.mx/>
 - http://www.cemexmexico.com/rs/rs_ps.html
 - http://www.cemexmexico.com/co/co_pa.html
 - <http://www.cyclehouse.com.mx/>
-

- <http://www.solartronic.com/>
- http://datatur.sectur.gob.mx/jsp/consulta_nacional.jsp
- <http://www.cfe.gob.mx/es/NegociosConCFE/proveedores/adqarrendyserv/>
- <http://www.cecua.es/>

ANEXOS

CAPÍTULO 10

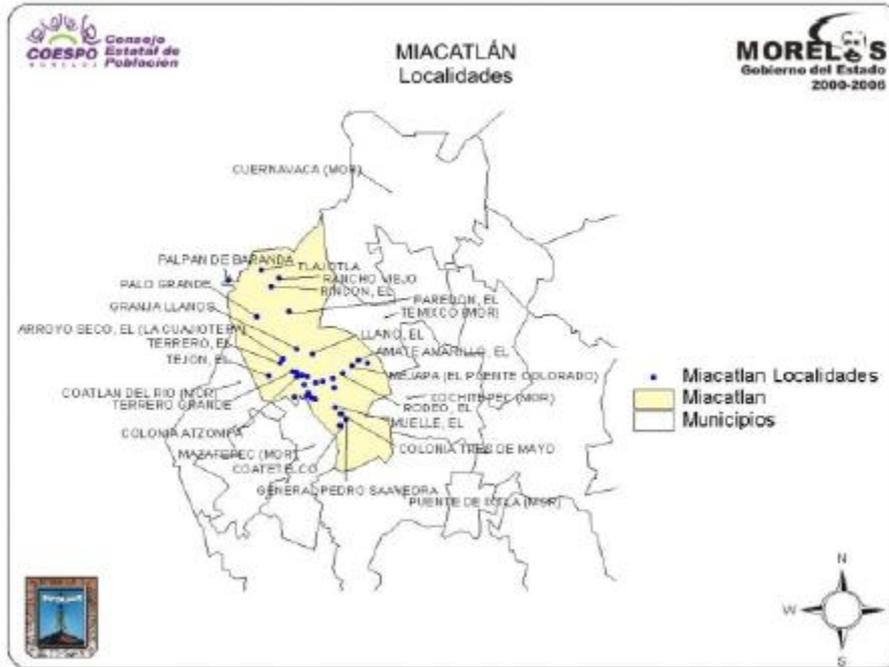


Figura 2. División política del municipio de Miaatlán. Fuente: http://www.coespomor.gob.mx/breviarios_pdf/Breviario_MIACATLAN.pdf



Figura 3. Mezcal Patada de Mula, Palpan de Baranda.



Figura 4. Xochicalco, Morelos.

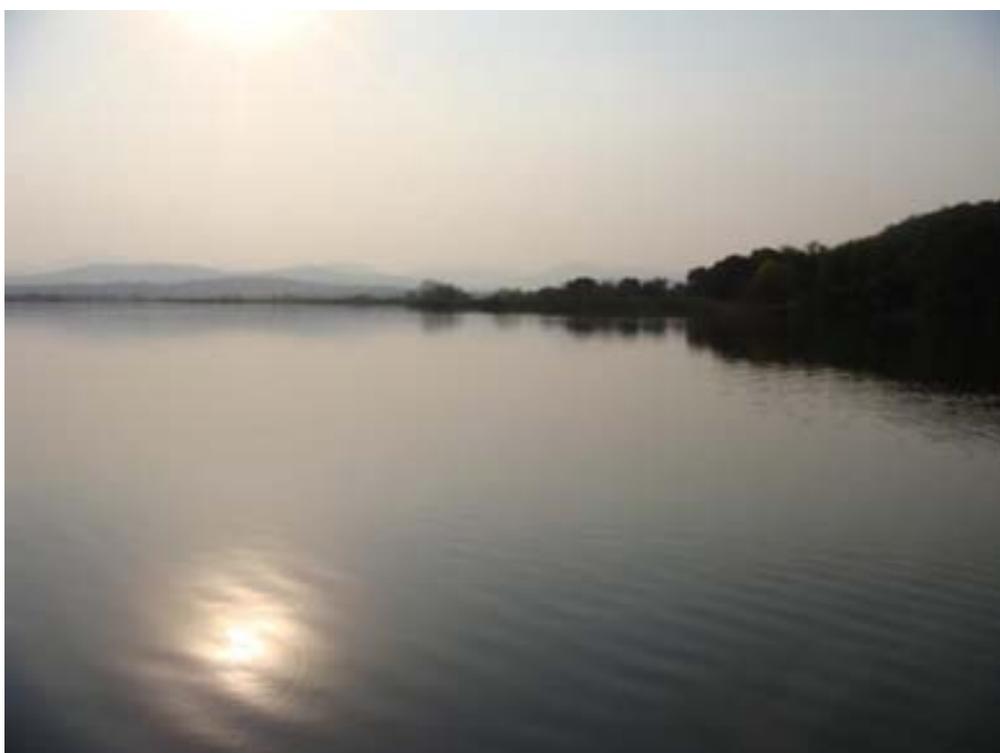


Figura 5. Laguna de Coatetelco, Morelos.



Figura 6. Carretera Miacatlán – Coatetelco.



Figura 7. Carretera Miacatlán – Coatetelco.



Figura 8. Casa en Palpan de Baranda.



Figura 9. Casa en Palpan de Baranda.



Figura 10. Propaganda de desacuerdo con la huelga de profesores.

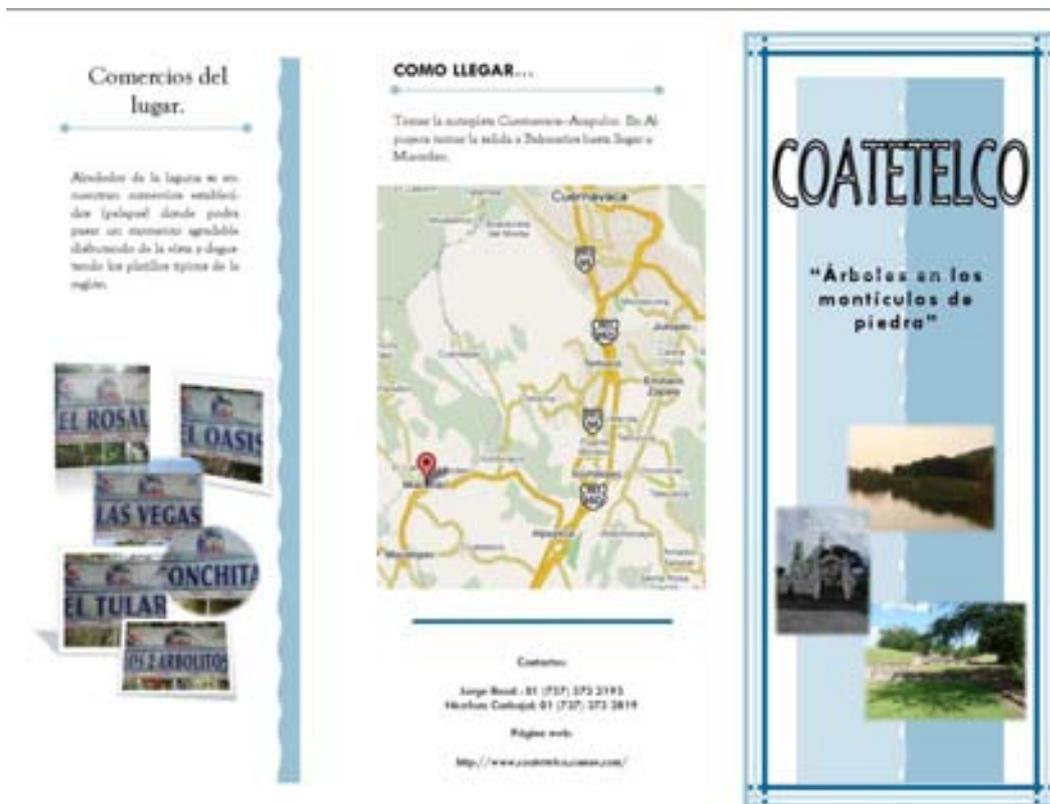


Figura 11. Frente del primer diseño de un folleto.



Figura 12. Reverso del primer diseño de un folleto.



Figura 13. Frente del segundo diseño de un folleto.



Figura 14. Reverso del segundo diseño de un folleto.



Figura 15. Diseño de la página web.

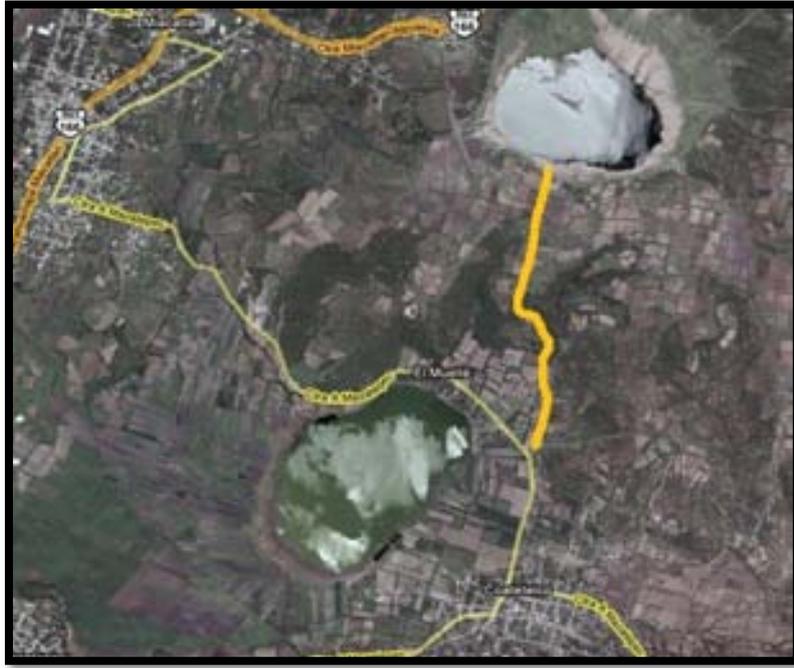


Figura 16. Ruta del trayecto en cuatrimoto.



Figura 17. Motos seleccionadas de la marca ATA.



Figura 18.

marca Morea, Nautic Gama.

Kayak

ANEXO B
TABLAS Y GRÁFICAS

Primavera – Verano / Otoño - Invierno
Principales cultivos según Producción Esperada

Cultivo	Sup. a Sembrar (ha)	Rend. Esperado (Ton/ha)	Producción (Ton)
Maíz Grano	3,550.0	5.0	9,573.0
Calabacita	426.0	28.0	5,964.0
Sorgo Grano	1,206.0	4.0	5,427.0
Pepino	55.0	28.0	855.0
Sorgo Forrajero	20.0	70.0	700.0
Tomate Rojo (Jitomate)	48.0	32.0	700.0
Tomate Verde	40.0	13.0	540.0
Berenjena	29.0	24.0	400.0
Cacahuate	135.0	1.0	199.5
Chile Verde	28.0	6.0	171.0
Otros	100.0	27.0	225.0
Total	5,637.0		24,754.5

Tabla 1. Programa Agrícola 2004. P.V./O.I. Fuente: <http://www.oeidrus-morelos.gob.mx/estadisticasagrop/MunicipiosMor/Miacatlan.htm>

Perennes
Principales cultivos según Producción Esperada

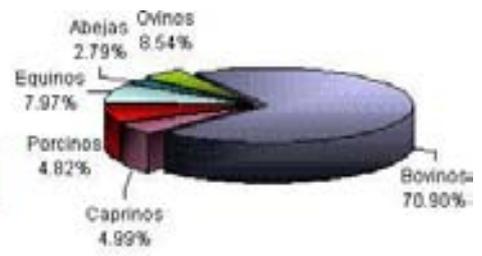
Cultivo	Sup. a Sembrar (ha)	Rend. Esperado (Ton/ha)	Producción (Ton)
Caña de Azúcar	330.0	120.0	39,600.0
Mango	80.0	12.0	960.0
Agave	22.0	30.0	660.0
Ciruela	55.0	6.0	360.0
Nanche	21.0	8.0	168.0
Zapote	8.0	18.0	144.0
Tamarindo	6.0	10.0	60.0
Pastos y Praderas	8.0	7.0	56.0
Guayaba	9.0	4.0	36.0
Limón	4.0	9.0	36.0
Total	543.0		42,080.0
Rosa (Gruesa)	5.0	2,100.0	10,500.0
Total	5.0	2,100.0	10,500.0

Tabla 2. Programa Agrícola 2004. Perennes. Fuente: <http://www.oeidrus-morelos.gob.mx/estadisticasagrop/MunicipiosMor/Miacatlan.htm>

Inventario Ganadero 2002 - 2003 (Preliminar)

Bovinos Cbza.	Caprinos Cbza.	Ovinos Cbza.	Equinos Cbza.	Aves Cbza.	Abejas	Porcinos
9,054	637	1,090	1,018	3,910,465	356	615

Fuente: SDA / DGG / Programa Inspección Ganadera 2002 - 2003.
 Nota: Las aves están expresadas en miles.



Gráfica 1. Inventario Ganadero 2002 – 2003 (Preliminar). Fuente: <http://www.oeidrus-morelos.gob.mx/estadisticasagrop/MunicipiosMor/Miacatlan.htm>

ANEXO C
HOJAS DE ESPECIFICACIONES



Polycrystalline Module

JMP-120/130W-M6-G

Length	Width	Depth	Weight	Solar cells
1461mm	656mm	33.8mm	15.20kg	36pcs(156mm x 156mm) in a 4 x 9 matrix connected

Junction Box

Medium sized waterproof junction box made of PPO, without cable

Diodes

2 pcs of 10A, 10V bypass diodes included

Construction

Front: High-transmission tempered glass, 3.2 mm in thickness
Back: Tedlar, encapsulation: EVA

Frame

Clear anodized aluminum alloy 6063-T6 frame, world class design in silver or other colors as requested



► Brand Value for Customer

We focus on production and labeling for Customer to create Market Value and provide Customer with best cost-effective products

► Flexible & Customized Design

Various designs for different applications based on Customers' requests

► Our Advantage

As your best OEM factory and partner, we aim to promote your brand name around the world

TUV, UL, IEC61215, CE, ROHS and ISO9001-2000 certified

Each module is individually tested to ensure that field performance meets or exceeds specifications

Low maintenance junction box with diodes, water proof

High density white backside foil for improved module efficiency

Your Best
OEM Partner



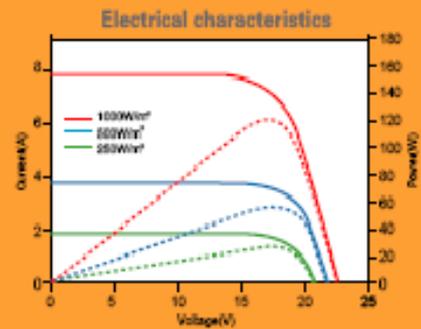
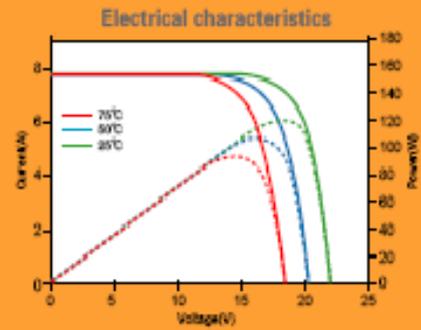
JMP-120/130W-M6-G

Electrical Data			
Power Rating	P _{mpp}	120W	130W
Maximum Current	I _{mpp}	6.98A	7.30A
Maximum Voltage	V _{mpp}	17.39V	17.71V
Short-circuit Current	I _{sc}	7.62A	7.80A
Open-circuit Voltage	V _{oc}	21.60V	21.89V
Efficiency Rating		12.57%	13.49%
Power Tolerance		±3%	±3%

Temperature range	
Temperature range	-40°C to 85°C
Damp heat	85%RH
Static load front and back	2400pascals
Front loading	5400pascals
Hall Impact	25mm stainless ball at 23m/s

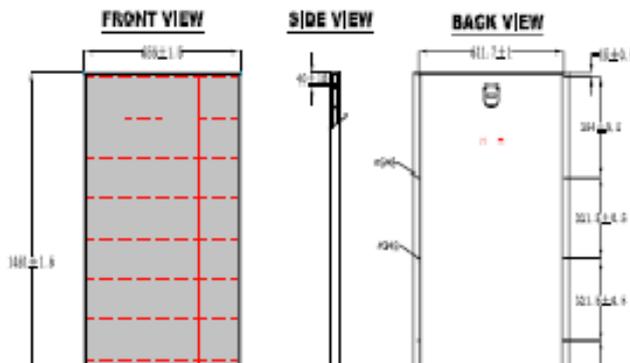
Warranty	
5-year guarantee for workmanship	
12-year guarantee of max. 10% loss of power	
25-year guarantee of max. 20% loss of power	

Qualification Test Parameters



At STC (Standard Test Conditions), 1000W/m²
25°C cell temperature, AM1.5 spectrum

Module Diagram



JUMAO PHOTONICS CO.,LTD.
World Class Photovoltaic Technology

Add: No.20,Lingdou Industrial Park,
Xiamen,Fujian,China.

Tel: 86-582-5835731

Sunny Boy 700U



The leading grid-tied photovoltaic inverters in Europe and America



UL 1741 Listed for grid interactive inverters

5-year comprehensive warranty standard

Rugged NEMA 4X stainless steel enclosure standard

Exceptional reliability and energy capture ratio

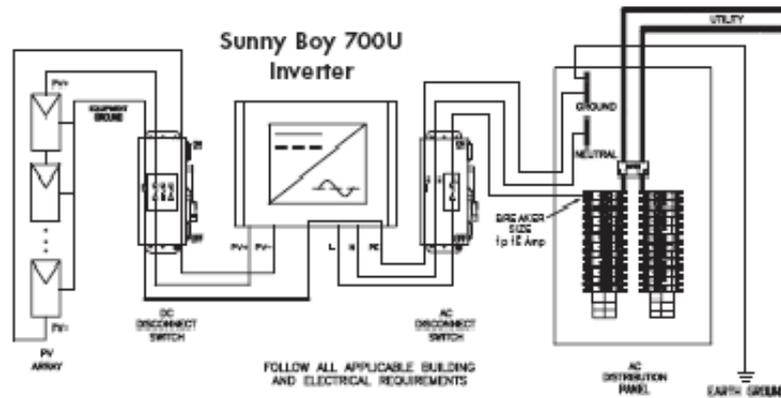
Easy to install three-point mounting system

Comprehensive communications and data collection options

SMA's modular string inverter design is expandable to virtually any size system

The SMA Sunny Boy inverter, the most popular grid-tied photovoltaic inverter in Europe, is now UL 1741 Listed and available in North America. Sunny Boy's extensive track record in some of the world's most demanding markets has made it a favorite among PV professionals everywhere. Over 250,000 Sunny Boy inverters





Sunny Boy's unsurpassed reliability and efficiency are the result of SMA's manufacturing philosophy that combines simple design with robust execution. SMA's state-of-the-art maximum power point tracking performance results in greater real-world energy capture than any other grid-tied inverter. Sunny Boy's safety and reliability record is also exceptional due, in part, to the inverter's redundant grid monitoring and builtin ground fault detection and interruption protection. The inverter's IGBT power stage generates a nearly perfect sine wave with the lowest harmonic distortion in the industry and meets ultra-strict FCC EMC standards. SMA's unique String Inverter technology makes future system expansion simple. SMA advanced communication options are available to satisfy almost any application.

Specifications

Inverter Technology	Real sine-wave, current source, high frequency PWM	Enclosure	NEMA 4X (IP65) Stainless Steel
AC Input Voltage	100 - 132 (120V)	Dimensions	12.68W x 12.60H x 7.09D in 322W x 320H x 180D mm
AC Input Frequency	59.3 - 60.5 (60Hz)	Weight	42.87 lbs (16 kg)
Max. Peak Power Tracking Voltage	250/200/150V DC	Compliance	UL 1741, E210376, UL 1998, IEEE 519, IEEE 929, ANSI C62.41 C1 & C3, FCC part 15 A & B
Min. Peak Power Tracking Voltage	123/100/77V DC		
Maximum DC Input Voltage	250V DC		
Maximum Array Input Power	1000/840/640** (DC@STC)		
Maximum AC Power Output	700/600/460W**		
Current THD	< 3%		
Power Factor	Unity		
Peak Inverter Efficiency	93.6/93.3/92.4%	* Optional external fan (Sunny Breeze) available	
Cooling	*Convection cooling (no fan)	** Jumper setting adjustable	
PV Start Voltage	150/125/95V DC		
Maximum AC Output Current	4.3/5.7/6.6A	SMA America, Inc	
Maximum DC Input Current	7A	12438-C Loma Rica Dr.	
DC Voltage Ripple	< 5%	Grass Valley, CA, 95945	
Power Consumption	0.1W nighttime, < 4W standby	Tel: 530.273.4895	
Ambient Temperature Rating	45°C	Fax: 530.274.7271	
		www.sma-america.com	

Disclaimer:

SPT000188120811000 - Sunny Boy and Sunny are a registered trademarks of SMA. Copyright © SMA Solar Technology AG. All rights reserved. SMA Solar Technology AG is not responsible for the content of this document.



ANEXO D INDICADORES DE PLANEACIÓN

- Incremento de visitantes en los comercios de la laguna debido a la promoción turística.

$$\left[\frac{\# \text{ visitantes después de la promoción turística}}{\# \text{ actual de visitantes}} 100 \right] - 100 = \% \text{ de incremento}$$

- Ahorro monetario con la utilización del sistema fotovoltaico.

$$100 - \left[\frac{\text{pago del servicio eléctrico con sistema incorporado a red}}{\text{pago actual del servicio eléctrico}} 100 \right] = \% \text{ de ahorro}$$

- Ingreso mensual familiar.

$$\left[\frac{\text{ingreso con incremento turístico y sistema fv}}{\text{ingreso actual}} 100 \right] - 100 = \% \text{ de incremento}$$

- Autos que circulan al día en la carretera.

$$\left[\frac{\# \text{ autos después de la remodelación}}{\# \text{ actual de autos}} 100 \right] - 100 = \% \text{ de incremento}$$

- Número de visitantes en las zonas arqueológicas (de acuerdo al registro del INAH).

$$\left[\frac{\# \text{ visitantes después de la promoción turística}}{\# \text{ actual de visitantes}} 100 \right] - 100 = \% \text{ de incremento}$$

- Incremento de ocupación hotelera en el municipio.

$$\left[\frac{\% \text{ de ocupación después de la promoción turística}}{\% \text{ de ocupación actual}} 100 \right] - 100 = \% \text{ de incremento}$$

- Porcentaje de familias beneficiadas.

$$\frac{\# \text{ familias beneficiadas}}{\# \text{ total de familias}} 100 = \% \text{ de familias beneficiadas}$$