

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE GUERRERO



UAGro
Universidad de Calidad con Inclusión Social



CONACYT

Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología

UNIDAD DE CIENCIAS DE DESARROLLO REGIONAL

MAESTRÍA EN GESTIÓN PARA EL DESARROLLO SUSTENTABLE (CONACYT)

PROGRAMA INCORPORADO AL PADRON NACIONAL DE POSGRADO DE CALIDAD

(PNPC)

Título del proyecto

“Plan para la implementación de árboles solares en el Parque Papagayo de Acapulco, Guerrero”

Trabajo de Investigación

Que para obtener el grado de
Maestro en Gestión para el Desarrollo Sustentable

Presenta:

C. Omar Juventino Diego Vélez

Matricula: 16260314

Generación: 2016 - 2018

Director

Dr. Héctor Becerril Miranda

Comité Tutorial:

Dra. Gloria Torres Espino

Dra. Dulce María Quintero Romero

Dr. Rolando Palacios Ortega

Dr. Ernesto García Díaz

Acapulco, Guerrero, México.

Julio, 2018

Agradecimientos

A la Universidad Autónoma de Guerrero (UAGro) por darme la oportunidad de formarme dentro de sus instalaciones educativas en la Maestría en Gestión para el Desarrollo Sustentable (MGDS), a todos los Doctores del programa de la MGDS de la unidad académica de ciencias de desarrollo regional, por la confianza, paciencia, enseñanza y tiempo que dedicaron en apoyarme para la realización de este proyecto.

Mi agradecimiento va dirigido también en especial a mi director de tesis el Dr. Héctor Becerril Miranda (Universidad Autónoma de Guerrero) y a todo mi comité tutorial:

Dra. Dulce María Quintero Romero (Universidad Autónoma de Guerrero)

Dra. Gloria Torres Espino (Universidad Autónoma de Guerrero)

Dr. Rolando Palacios Ortega (Instituto Tecnológico de Acapulco)

Dr. Ernesto García Díaz (Universidad Autónoma de Guerrero)

Finalmente, también mis agradecimientos van dirigidos al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por su apoyo con la beca que me otorgaron para realizar mis estudios, la cual sin ella no hubiese sido posible este logro de la Maestría.

Dedicatoria

A mis padres y hermanos, que siempre me han inspirado en mi desarrollo profesional y ha sido un ejemplo a seguir, por lo cual he podido cumplir con los objetivos académicos propuestos.

Finalmente, también mi dedicatoria va dirigida a todos los directivos del Parque Papagayo, al director general el C. Mario Hernández Zamora, al director de finanzas Arturo Vergara Barba y al director operativo Lorenzo Victoriano Aguirre, los cuales fueron actores claves para el desarrollo de este proyecto de tesis.

Índice

Resumen.....	9
Introducción.....	11
1 Capítulo I.- Marco Referencial – Conceptual.....	14
1.1 Desarrollo Sustentable (DS).....	14
1.2 Cambio Climático (CC).....	19
1.3 Energía Renovable (ER).....	23
2 Capítulo II.- Proyecto de desarrollo.....	27
2.1 Plan para la Implementación de Árboles Solares en el Parque Papagayo de Acapulco, Guerrero.....	27
2.2 Detalles de las fases del Marco Metodológico.....	28
2.3 Ubicación geográfica del área de estudio.....	33
2.3.1 Análisis ambiental.....	37
2.3.2 Análisis económico.....	39
2.3.3 Análisis social.....	41
2.4 Propuesta técnica de instalación de árboles solares.....	43
2.4.1 Etapa 1: Selección del sistema interconectado a la red eléctrica.....	45
2.4.2 Etapa 2: Mapeo de los puntos de instalación.....	46
2.4.3 Etapa 3: Selección de diseño del árbol solar.....	48
2.4.4 Etapa 4: Lista de costos de materiales para el diseño.....	49
2.4.5 Etapa 5: Financiamiento mediante la FIDE.....	51
3 Conclusiones.....	57
4 Anexos.....	60
4.1 Resultados de la encuesta.....	65
4.2 Entrevistas.....	73

Índice de esquemas, mapas y figuras

Esquema 1: Tridimensionalidad de aspectos.....	17
Esquema 2: Metodología utilizada.....	28
Esquema 3: Metodología de la fase 1.....	29
Esquema 4: Metodología de la fase 2.....	30
Esquema 5: Metodología de la fase 3.....	31
Tabla 1: Diseños de árboles solares.....	32
Mapa 1: Las 7 regiones del Estado de Guerrero.....	33
Mapa 2: Polígonos de la ciudad de Acapulco.....	34
Mapa 3: Parque Papagayo.....	35
Mapa 4: Irradiación solar en México.....	37
Gráfica 1: Irradiación solar en Acapulco.....	38
Gráfica 2: Tasa anual de crecimiento de proyectos de ER.....	38
Gráfica 3: Actividades económicas de Acapulco.....	39
Gráfica 4: Población de Guerrero.....	41
Gráfica 5: Población de Acapulco.....	41
Mapa 5: Puntos de instalación del árbol solar.....	47
Tabla 1: Propuesta de instalación del árbol solar.....	48
Tabla 2: Costos de materiales.....	50

Tabla 3: Financiamiento del proyecto.....	52
Tabla 4: Análisis FODA del Parque Papagayo.....	60
Tabla 5: Fotografías de actividades.....	61
Tabla: Fotografías de vuelo de Dron en el Parque Papagayo.....	62
Tabla 6: Subestaciones de campo.....	63
Tabla 7: Informe técnico del árbol solar.....	64
Captura de pantalla 1: Aplicación de la encuesta.....	65
Gráfica 6: Intervalo de porcentaje de la encuesta.....	65
Gráfica 7: Resultados de porcentajes pregunta 1.....	68
Gráfica 8: Resultados de porcentajes pregunta 2.....	68
Gráfica 9: Resultados de porcentajes pregunta 3.....	69
Gráfica 10: Resultados de porcentajes pregunta 4.....	69
Gráfica 11: Resultados de porcentajes pregunta 5.....	70
Gráfica 7: Resultados de porcentajes pregunta 6.....	70
Gráfica 8: Resultados de porcentajes pregunta 7.....	71
Gráfica 9: Resultados de porcentajes pregunta 8.....	71
Gráfica 10: Resultados de porcentajes pregunta 9.....	72
Gráfica 11: Resultados de porcentajes pregunta 10.....	72
Tabla 8: Entrevistas realizadas.....	73

Abreviaciones

DS	Desarrollo Sustentable
CC:	Cambio Climático
ER:	Energías Renovables
IPCC:	Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático
GEI	Gases de Efecto Invernadero
CMNUCC	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
RECAI	Índice de Países Atractivos para las Energías Renovables
SMN	Servicio Meteorológico Nacional
ODS	Objetivos del Desarrollo Sostenible
IEA	Agencia Internacional de Energía
MDL	Mecanismos de Desarrollo Limpio
CEPAL	Comisión Económica para América latina y el Caribe
ONU	Organización de las Naciones Unidas
CONAPO	Consejo Nacional de Población
CONEVAL	Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social
SENER:	Secretaría de Energía
ANES:	Asociación Nacional de Energía Solar
PNUD	Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo

INEGI	Instituto Nacional de Estadística y Geografía
CNUMAH	Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente Humano
COP	Conferencia de las Partes
HE	Huella Ecológica
SEMAREN	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
UTM	Sistema de coordenadas Universal Transversal
GPS	Sistema de Posicionamiento Global
DOF	Diario Oficial de la Federación
SIG	Sistema de información geográfica
FIDE	Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica
OMIPE	Obra Eléctrica y Mantenimiento Industrial
CFE	Comisión Electricidad de Electricidad
AC	Corriente Alterna
CD	Corriente Directa
MFV	Modulo Fotovoltaico
LED	Diodo de Emisión de Luz
MV	Mega Volts
KW	Kilo Watts
SFV	Sistema Fotovoltaico

Resumen

El presente trabajo de grado busca impulsar el uso de la energía renovable (ER) mediante una propuesta que tiene como propósito sensibilizar sobre la pertinencia del uso de energía solar para mitigar el Cambio Climático (CC). Esto a través de la elaboración de un Plan de Implementación de Árboles Solares en el Parque Papagayo de Acapulco, articulando tecnología, arquitectura y diseño urbano, rompiendo con el paradigma en la forma tradicional de suministrar energía eléctrica dentro de un espacio público, y visibilizando un servicio eléctrico sustentable alternativo.

Para el desarrollo de esta propuesta, se analizó información disponible y actualizada de diferentes planteamientos de autores teóricos que abordan la evolución del DS, así como también la relación y discusión en torno al marco de la problemática del CC. Finalmente se revisaron las diferentes alternativas sustentables que trabajan con ER y las acciones que se vienen impulsando alrededor del mundo para la reducción y mitigación de esta problemática ambiental.

Para la construcción de la propuesta, desde la Maestría en Gestión para el Desarrollo Sustentable (MGDS) del Centro de Gestión del Desarrollo, se trabajó con la administración del Parque Papagayo, donde se desarrolló un plan de implementación de árboles solares, el cual busca brindar el primer servicio para la sociedad que les permita tener acceso a las energías renovables sustentables, buscando así sensibilizar sobre la importancia de esta alternativa sustentable.

Palabras clave: Desarrollo Sustentable, Cambio Climático, Energía Renovable.

Summary

The present work of degree seeks to promote the use of renewable energy (RE) through a proposal that seeks to raise awareness about the relevance of the use of solar energy to mitigate climate change (CC). This is through the development of a solar tree implementation plan in the Papagayo Park of Acapulco, articulating technology, architecture and urban design, breaking with the paradigm in the traditional way of supplying electric power within a public space, and making visible a alternative sustainable electric service.

For the development of this proposal, available and updated information was analyzed of different approaches of theoretical authors that address the evolution of SD, as well as the relationship and discussion around the framework of the CC problem. Finally, I have reviewed the different sustainable alternatives that work with ER and the actions that are being promoted around the world to reduce and mitigate this environmental problem.

For the construction of this proposal, from the Master in Management for Sustainable Development (MGDS) of the Development Management Center, we worked with the administration of Parque Papagayo, where a solar tree implementation plan was developed, which seeks to provide the first service for society that allows them to have access to sustainable renewable energies, thus seeking to raise awareness of the importance of this sustainable alternative.

Keywords: Sustainable Development, Climate Change, Renewable Energy.

Introducción

El cuarto Informe de Evaluación del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC) considera al Cambio Climático (CC) como uno de los problemas ambientales más importantes que existe actualmente y lo define como todo cambio significativo en el sistema climático causado principalmente por la acción del hombre (IPCC, 2013).

El cambio climático ha sido originado por el aumento del desarrollo industrial de la sociedad, muchos de los cambios que se han observado no han tenido comparación con los últimos milenios. Mediante investigaciones hechas por diversas organizaciones internacionales que estudian los efectos del CC, se sabe que la atmósfera y el océano se han calentado, los volúmenes de nieve y hielo han disminuido, el nivel del mar se ha elevado y las concentraciones de gases de efecto invernadero (GEI) han aumentado, esto según el Banco Mundial (2012).

Por ello se estableció a nivel internacional la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) y el Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático IPCC, y en 2015, 193 países firmaron el Acuerdo de París. En el que se estableció que cada uno de los firmantes tenían que limitar sus emisiones para mantener el aumento de la temperatura media mundial muy por debajo de 2 °C.

Para enfrentar el CC se han desarrollado energías renovables que permiten mitigarlo. Varios países han apostado al desarrollo tecnológico, lo que les ha permitido utilizar diversas fuentes renovables, fundamentalmente para la generación de energía eléctrica. En EE.UU., China e India se impulsan el desarrollo de las energías renovables, así como también en Alemania, Japón, Canadá, Francia, Brasil, Chile y Holanda, según el Índice de Países Atractivos para las Energías Renovables (RECAI, 2015).

México cuenta con un marco normativo muy amplio, siendo en el 2012 el primer país en desarrollo en contar con una Ley General de Cambio Climático, donde se impulsa el uso de la energía renovable (SENER, 2012).

Según datos de la Asociación de la Industria Fotovoltaica Europea (EPIA), México es el país más soleado de todo el continente americano y está entre los tres países más atractivos para invertir en proyectos de energía fotovoltaica. Sin embargo, de acuerdo con la Agencia Internacional de Energía (IEA) existen aún pocos proyectos que apoyen el uso de las ER, por lo cual ha tenido una participación en la producción mundial muy pequeña, a pesar de representar una opción ideal para cubrir la demanda que necesita.

Con base a lo anterior, el proyecto tuvo como propósito de visibilizar y promover el uso de energía solar en México y de manera particular en el Estado de Guerrero.

El objetivo general del proyecto fue desarrollar un Plan de Implementación de Árboles Solares en el Parque Papagayo de Acapulco. Los objetivos específicos del proyecto fueron los siguientes:

- A) Caracterizar el Parque Papagayo (las actividades, funcionamiento, sistema eléctrico, infraestructura y su consumo de energía eléctrica).
- B) Examinar los métodos de implementación de árboles solares instalados en otras ciudades para establecer la opción pertinente y con ello plantear una propuesta considerando las características propias del Parque Papagayo.
- C) Elaborar una propuesta de implementación de árboles solares para el Parque Papagayo.

Para lograr el primer objetivo específico, se realizó trabajo de campo para caracterizar las actividades realizadas por los usuarios y trabajadores dentro de las instalaciones del parque, se identificó el funcionamiento del sistema eléctrico de la infraestructura que tiene y los requerimientos en su consumo de energía eléctrica.

El segundo objetivo específico se logró mediante el mapeo y análisis de los árboles solares instalados en otras ciudades, recopilando la información sobre los tipos de servicios que provee como carga de equipo electrónico o alumbrado, las capacidades energéticas que pueden generar y los tipos de diseño.

Finalmente, para lograr el tercer objetivo específico, se realizó el procesamiento de la información consolidada de los objetivos anteriores. De esta forma el proyecto abordó la importancia de utilizar alternativas tecnológicas para un desarrollo sustentable, buscando así promover el uso de las Energías Renovables (ER) para mitigar los efectos del cambio climático.

La estructura del documento está dividida en tres capítulos. El primer capítulo aborda el marco conceptual, donde se aborda los conceptos de Desarrollo Sustentable (DS), Cambio Climático (CC) y Energías Renovables (ER), analizando las definiciones de cada una de ellas.

En el capítulo dos se representa el proyecto de desarrollo, mientras que en el tercero se hace una reflexión final que afronta la discusión sobre la viabilidad del proyecto como los elementos en contra y a favor que pudiera tener a fin de establecer una posición más real sobre sus resultados.

En esta última parte de la estructura del proyecto se recalca la importancia de la elaboración de la propuesta del Plan de Implementación de Árboles Solares en el Parque Papagayo de Acapulco, la cual buscó no sólo proveer a los ciudadanos de la ciudad de Acapulco el acceso a una energía renovable asequible, segura, sostenible y moderna, sino que también se buscó crear un precedente en la forma de generar energía eléctrica renovable sustentable en los espacios urbanos, con el objetivo de avanzar hacia un parque más sustentable y crear así en los visitantes del espacio una mayor conciencia medioambiental ya que al ver y disfrutar del árbol solar, se aproximen desde la práctica a conceptos como sustentabilidad y energías renovables para combatir los efectos medio ambientales generados por el cambio climático.

De esta forma, el proyecto propone con sus objetivos contribuir a crear conciencia y sensibilizar la importancia de la pertinencia en el uso de las alternativas sustentables tal como se enmarca en los objetivos de la Maestría en Gestión para el Desarrollo Sustentable (MGDS).

1 Capítulo I.- Marco Referencial – Conceptual

1.1 Desarrollo Sustentable (DS)

El concepto de desarrollo se ha interpretado de diferente manera. A finales de los años sesenta, el concepto de desarrollo se empezó a plantear a partir del crecimiento económico.

Según Bermejo (2014) al finalizar la segunda Guerra Mundial se originó un aumento en el crecimiento económico en la historia del capitalismo y se dispersaron dos ideas básicas “Que la paz era la base para lograr un crecimiento económico fuerte y prolongado, y la segunda defiende que los recursos naturales son infinitos en el planeta, generando un crecimiento económico continuo” (Bermejo, 2014, p15).

En ese instante los países se encontraban en la restauración de sus industrias y ciudades, con actividades enfocadas en la paz, con la utilización de los recursos naturales que se encuentran en su territorio, y buscaban que los países subdesarrollados siguieran el mismo camino para convertirse en países del primer mundo, ya que al menos para estas sociedades el modelo de crecimiento y desarrollo les funcionaba.

Sin embargo, en los países subdesarrollados existían otras condiciones y características lo que inicio un quebrantamiento con el círculo negativo de degradación ambiental y pobreza. Surge así la percepción de que algo se encontraba mal con la concepción del progreso que se basaba en la destrucción de la naturaleza. Consecuentemente, en la década de los sesenta se comienza a percibir una consciencia por el incremento de los problemas ambientales que se ocasionan sobre todo en los países del primer mundo debido:

“Al uso excesivo de los recursos naturales se comenzaron a generar afectaciones en el desarrollo económico y social, a nivel local, regional y mundial con repercusiones para todos los pobladores, situación que dio origen que en 1982 se certificará la creación del documento llamado Carta Mundial de la Tierra, donde se establecen principios éticos que son indispensables para la construcción de una sociedad” (Bermejo, 2014, p.15).

Tiempo después en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente Humano (CNUMAH) que se llevó a cabo en Estocolmo en 1972, se propuso la conciencia ambiental, se señalaron que los límites de la racionalidad económica “son los que hacen sonar la alarma ecológica que revela los límites físicos del planeta para proseguir con la marcha acumulativa de la contaminación, de la explotación de los recursos naturales y del crecimiento demográfico” (Leff, 1975, p2).

Esta nueva manera de conciencia ambiental permite que el ambiente se vaya conformando como un potencial para un desarrollo alternativo al crecimiento económico, buscando ser un desarrollo ecológicamente sustentable.

Por lo tanto, es en este contexto en el que se acuña el concepto de desarrollo sustentable. La definición más aceptada es la de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) elaborado en el Informe Brundtland en 1987, el cual la definió al concepto como el satisfacer las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer las posibilidades de las del futuro para atender sus propias necesidades.

Se discutió entonces que “El desarrollo sostenible es el desarrollo que satisface las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades. Esta interpretación es tridimensional, aglutina la dimensión económica y social en el concepto de desarrollo, y la tercera es la sostenibilidad, también, se propuso que sustentabilidad significara resistencia al desarrollo” (Bermejo, 2014, p.15).

Por su parte, Satterthwaite (1998) menciona que las ciudades sustentables son ciudades donde se consideran las metas sociales, económicas y políticas de desarrollo sustentable en un contexto nacional e internacional y que el desarrollo también debe estar enfocado al ser humano, considerando al medio ambiente, y tomando en cuenta a las futuras generaciones. Por lo tanto, lo sustentable del desarrollo es considerar como el hecho de evitar el agotamiento del capital ambiental mientras que el desarrollo se considera como la satisfacción de las necesidades, constituye una condición esencial para promover el desarrollo sustentable en áreas urbanas.

Bajo este enfoque de crecimiento del que habla Satterthwaite, otros elementos han sido asociados al desarrollo como la paz, el ambiente y la democracia, dejando el enfoque cuantitativo y dando origen a un concepto más cualitativo e integrando otros elementos que lo volvieron multidimensional y multidisciplinar, más complejo e intangible.

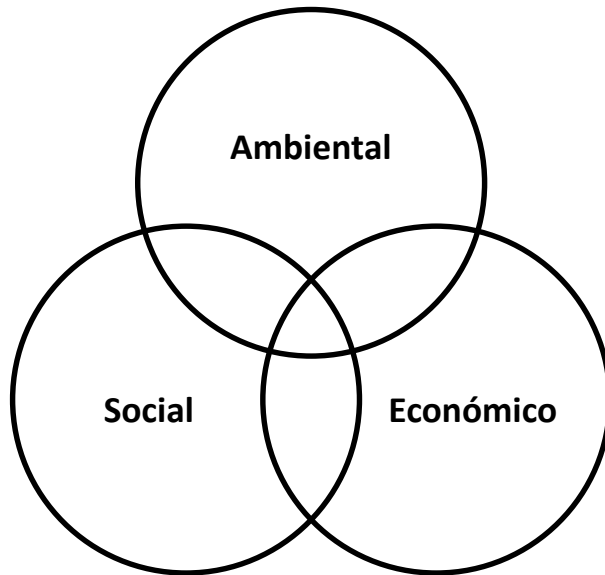
“Aunque el rápido crecimiento urbano suele ser visto como un problema, son generalmente las naciones con el mayor desarrollo económico las que más se han urbanizado en los últimos 50 años” (Satterthwaite, 2008, p.4).

Entonces para que exista un DS se necesita crear un hábitat en un ambiente armónico, para tener un crecimiento racional y equilibrado del ser humano y la ecología.

“El desarrollo sustentable es frecuentemente presentado teniendo tres dimensiones: económica, social y ambiental. La urbanización ofrece oportunidades para lograr progresar a lo largo de estas tres dimensiones, pero las oportunidades necesitan ser aprovechadas” (Mcgranahan & Satterthwaite, 2014, p.27).

Es bajo esta reflexión teórica el enfoque que se le dio a esta investigación, considerando esta tridimensionalidad del desarrollo sustentable en lo urbano y se tomó en cuenta:

- A) Aspectos sociales: Como la cultura de grupos sociales, equidad en el acceso a espacios y participación ciudadana en la gestión y planificación.
- B) Aspectos económicos: Que midan la eficiencia en el uso de materiales y energía, así como indicadores monetarios para análisis costo–beneficio.
- C) Aspectos ambientales: Como los relacionados con la conservación de vida silvestre y provisión de oxígeno en los ecosistemas urbanos.



Esquema 1: Tridimensionalidad de aspectos

Fuente: Elaboración propia basada en los círculos de la sustentabilidad

Este esquema de relación de tridimensionalidad de aspectos entrelaza los elementos pilares del DS, y la sugiere como un medio para crear oportunidades para generar sustentabilidad. Es innegable que el desarrollo va más allá del crecimiento económico, por lo que esta investigación busca retomar elementos cualitativos para la propuesta.

Es así como se buscó trabajar partiendo del concepto de desarrollo y se entrelaza con el enfoque urbano propuesto por Satterthwaite, donde a partir de las tres dimensiones, se pueden generar oportunidades sobre ellas durante el proceso del desarrollo urbano.

Según Pandiella (2016) para lograr un desarrollo sustentable en las ciudades, se depende en gran medida de las acciones y la capacidad de los gobiernos locales. Por este motivo es fundamental reconocer a los gobiernos locales y a la sociedad civil como actores claves para implementar el desarrollo sustentable en una localidad o región del país. “Los gobiernos locales deben estar involucrados en el objetivo de lograr un desarrollo sustentable, y si se va a hacer esto con eficacia, deben comprometerse con la sociedad civil y trabajar junto a ella para hacer frente a los retos urbanos” (Pandiella, 2016, p.61).

Estas reflexiones de Pandiella y Satterthwaite, establecen la importancia de involucrar al gobierno, así como también a las asociaciones civiles en los procesos de desarrollo sustentable de una región o localidad, ya que ellos son los actores claves necesarios para poder gestionar un DS.

Finalmente, como menciona Satterthwaite (1997) las ciudades sustentables son ciudades que consideran a las metas sociales, económicas y políticas de desarrollo sustentable en un contexto nacional e internacional, el desarrollo también debe estar enfocado al ser humano, considerando al medio ambiente tomando en cuenta a las futuras generaciones. Lo sustentable del desarrollo es considerar como el hecho de evitar el agotamiento del capital ambiental mientras que el desarrollo se considera como la satisfacción de las necesidades, constituye una condición esencial para promover el desarrollo sustentable en áreas urbanas.

“El problema no es la urbanización, sino el fracaso de los gobiernos y de los organismos internacionales en realizar los cambios necesarios en la gestión urbana. La urgencia para abordar este fracaso aumenta aún más con los probables impactos del cambio climático, la capacidad de las ciudades para adaptarse y contribuir con la reducción de las emisiones de los gases del efecto invernadero (GEI) depende en gran medida de la competencia y la capacidad de sus gobiernos” (Satterthwaite, 2008, p. 29).

Bajo este enfoque se trabajó en el proyecto, estableciendo la relación directa con la administración del Parque Papagayo la cual es una institución dependiente del gobierno del Estado y la cual está interesada en contribuir con la reducción de las emisiones de los gases del efecto invernadero (GEI), partiendo desde el enfoque del DS para atender la problemática ambiental generada por el CC, mediante una alternativa que trabajan con ER mediante métodos de apropiación sustentables.

Queda claro que la intervención del gobierno es la influencia determinante través de sus políticas públicas, las cuales define el rumbo de la aplicación de los recursos necesarios para la gestión del desarrollo sustentable y a la creación de ciudades inteligentes y sustentables.

1.2 Cambio Climático (CC)

La Organización de Naciones Unidas (ONU) ha establecido una estructura de negociación, como el Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC) y el Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC). En 2015, fueron 193 países quienes firmaron el conocido como Acuerdo de París, y donde se estableció que cada uno de los firmantes debía limitar sus emisiones para mantener el aumento de la temperatura media mundial muy por debajo de 2 °C.

El Cuarto Informe de Evaluación del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC) dice que el CC es uno de los problemas ambientales más importantes que existe de nuestro tiempo. Lo define como todo cambio significativo en el sistema climático y es causado principalmente por la acción industrial y el desarrollo urbano de la sociedad (IPCC, 2013).

Por otro lado, la Agencia Internacional de la Energía (IEA) dice que el cambio climático se ha originado desde 1950 por el aumento del desarrollo industrial, muchos de los cambios que se han observado no han tenido comparación con las últimas décadas.

Investigaciones realizadas por organizaciones internacionales que estudian los efectos del CC, se tiene la información de que la atmósfera y los mares se han calentado, han disminuido los volúmenes de nieve y hielo, se ha elevado el nivel del mar y las concentraciones de gases de efecto invernadero (GEI) han aumentado (IEA, 2016).

Por este motivo, el CC se ha venido conformando como uno de los principales desafíos para las sociedades, la discusión que se aborda en este concepto es en base a los efectos provocados por la gran cantidad de gases de efecto invernadero GEI que son los asociados al CC.

“El efecto invernadero, es el aumento de la concentración de dióxido de carbono (CO₂), proveniente del uso de combustibles fósiles de depósitos subterráneos como carbón, petróleo y gas natural, el cual ha provocado la intensificación del fenómeno y el consecuente aumento de la temperatura global” (IPCC, 2013).

Según Delgado, Zuria, & Vázquez (2015) la problemática del Cambio Climático viene de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) que provienen por la industrialización de la sociedad.

“El cambio climático está íntimamente vinculado con otros procesos y transformaciones ambientales. De hecho, múltiples acciones de política ambiental tienen impactos en la adaptación y/o mitigación del clima y viceversa. Si los efectos son positivos se reconocen como co-beneficios el fenómeno natural llamado efecto invernadero, es el que mantiene la temperatura de la tierra, al retener parte de la energía proveniente del sol” (Delgado, Zuria, & Vázquez, 2015, p. 91).

En dicho contexto, México, ha avanzado en una serie de arreglos legales e institucionales encargadas en atender esta problemática del cambio climático, entre ellos está la Estrategia Nacional de Cambio Climático, la cual es el instrumento rector de la política nacional en el mediano y largo plazo para enfrentar los efectos del cambio climático y transitar hacia una economía competitiva, sustentable y de bajas emisiones de carbono.

Esta Estrategia Nacional de Cambio Climático, al ser el instrumento rector, describe los ejes estratégicos y líneas de acción a seguir con base en la información disponible del entorno presente y futuro, para así orientar las políticas de los tres órdenes de gobierno, al mismo tiempo que fomenta la corresponsabilidad con los diversos sectores de la sociedad.

Esta estrategia nacional se desarrolló con el objetivo de atender las prioridades nacionales y alcanzar el horizonte deseable para el país en el largo plazo, donde sus pilares que la sostienen son:

- Reducir la vulnerabilidad y aumentar la resiliencia del sector social ante los efectos del cambio climático.
- Reducir la vulnerabilidad y aumentar la resiliencia de la infraestructura estratégica y sistemas productivos ante los efectos del cambio climático.

- Conservar y usar de forma sustentable los ecosistemas y mantener los servicios ambientales que proveen.
- Acelerar la transición energética hacia fuentes de energía limpia y reducir la intensidad energética mediante esquemas de eficiencia y consumo responsable.
- Transitar a modelos de ciudades sustentables con sistemas de movilidad gestión integral de residuos y edificaciones de baja huella de carbono.
- Reducir emisiones de contaminantes climáticos de vida corta y propiciar beneficios de salud y bienestar.

Es sobre estos lineamientos con lo que se enfrentan los efectos del cambio climático, se establece que “los gobiernos locales deben estar involucrados en el objetivo de lograr un desarrollo sostenible, y si se va a hacer esto con eficacia, deben comprometerse con la sociedad civil y trabajar junto a ella para hacer frente a los retos urbanos. Estos retos incluyen, la agenda de desarrollo propia de las ciudades (mejores servicios e infraestructura) la gestión de riesgo de desastres, y la adaptación y mitigación al cambio climático” (Pandiella, 2016, p. 61).

La discusión que se aborda en esta reflexión es en base a que los gobiernos locales son actores claves para lograr un desarrollo sustentable, por tal motivo se deben involucrar en los procesos de desarrollo para lograr mitigar los efectos provocados por la gran cantidad de gases de efecto invernadero GEI que son los asociados a fenómenos de CC.

Los efectos que produce el CC que se pretenden mitigar, se encuentra en el Cuarto Informe de Evaluación del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC) donde se presentan algunas de las consecuencias vinculadas a las subidas de temperaturas y otras modificaciones en el clima de la tierra: mayor frecuencia de fenómenos meteorológicos extremos.

Por tal motivo, se debe de trabajar en diferentes ámbitos y sectores, pero sobre todo en los que requieren de profundas transformaciones para disminuir la aportación de hidrocarburos, donde la rapidez de esta transición dependerá de las acciones que permitan sensibilizar de la importancia del impulsar el uso de ER sustentables en la sociedad.

Los efectos del cambio climático, combinados con el crecimiento poblacional y el aumento de los patrones de consumo de energía, colocan a la ciudad de Acapulco en una clara situación de estrés energético. Este es uno de los motivos por lo cual se planteó desarrollar una propuesta de generación de energía eléctrica que sean sustentables y que no afecten ninguno de los tres pilares de la sustentabilidad los cuales son: lo económico, lo ambiental y lo social.

Delgado, Zuria, & Vázquez (2015) afirman que el cambio climático no es el único reto al que se enfrentan las grandes ciudades, no obstante, sí agrava los riesgos existentes en un contexto de alta complejidad, al tiempo que genera nuevos riesgos al ampliar la exposición a contingencias cada vez más variadas, intensas y frecuentes. El cambio climático es entonces un factor que profundiza y amplifica la pobreza de aquellas poblaciones ya de por sí vulnerables.

Entonces de no hacer nada al respecto para combatir el CC, la temperatura media global podría aumentar en unos 4°C durante el siglo XXI, lo que causaría episodios de calor sin precedentes, graves sequías y grandes inundaciones en muchas regiones, con serias consecuencias para los ecosistemas, esto según el Banco Mundial (2012).

Ante tal panorama, y aun cuando algunos sistemas son más vulnerables que otros, puede decirse que prácticamente todos los sistemas son en alguna medida sensibles a la magnitud y velocidad del cambio climático. Consecuentemente, es urgente realizar mayores esfuerzos para hacer frente al cambio climático creando más ciudades con espacios clave para la mitigación del cambio climático y la transición hacia el uso de las energías renovables que es el punto siguiente a tratar.

1.3 Energía Renovable (ER)

Satterthwaite (2017) señala que la energía es esencial para la productividad económica de las sociedades, y que las ciudades desempeñan un papel importante en la manera en que se proporciona y se consume.

Esto viene a demostrar como la energía es fundamental para las actividades económicas y productivas de cualquier sociedad, por tal motivo son importantes los procesos de producción y consumo de energía eléctrica en los países y principalmente en las ciudades, tal como el caso de la ciudad de Acapulco del Estado de Guerrero, México.

Sin embargo, Delgado, Zuria, & Vázquez (2015) comenta que, para los procesos de producción de energía eléctrica, se emplean grandes cantidades de recursos no renovables y que por tal motivo a principios de los años setenta fue cuando se presentaron cambios en el mercado del petróleo a nivel global, en los países subió el precio notable de esta fuente de energía considerada como no renovable.

Debido a esto los países se vieron obligados a cambiar sus procesos de producción de energía y buscaron nuevas opciones para reducir su dependencia de fuentes no renovables, donde muchos países, en particular los más desarrollados, establecieron compromisos para limitar y reducir emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) para para mitigar la problemática medio ambiental.

Para lograr el cumplimiento de estos compromisos, que buscan limitar y reducir las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) en los países, sólo se ha conseguido por medio de programas institucionales, los cuales fomentan el uso de estas alternativas energéticas. Canseco (2010) señala que entre los programas institucionales que fomentan el uso de las energías renovables se encuentra el establecido por la Organización de las Naciones Unidas (ONU) en el marco del Convenio Marco sobre Cambio Climático, el cual busca ayudar a reducir los niveles de emisión de gases contaminantes a los países más industrializados.

Dichos programas han tenido una gran planificación con casos de éxito en la reducción de Gases de Efecto Invernadero (GEI) en países como China y en Alemania, según datos de la Agencia Internacional de Energía (AIE, 2013).

Para lograr esto México firmó los compromisos junto a 195 países, en la pasada Cumbre Climática (COP) 21 desarrollada en París en diciembre de 2015, donde se adquirió el compromiso de colaborar con el control de emisión de gases de efecto invernadero, para lograr una meta a nivel mundial, como es, no superar el calentamiento global por encima de 2°C a finales de siglo XXI.

Gracias a estos compromisos se sabe por medio de datos recientes de la Agencia Internacional de Energía (IEA, 2017) que las energías renovables en México han visto un incremento en el desarrollo de proyectos que trabajan con este tipo de alternativas energéticas.

Sin embargo, la diferencia de porcentajes entre las actividades de producción de energía convencional y energía renovable aún es muy grande, por lo cual se necesita de más proyectos que impulsen estas alternativas energéticas sustentables para lograr los compromisos adquiridos por México.

Contreras (2014) señala que es de vital importancia impulsar el uso de las energías renovables tales como la energía solar, debido a que es la principal fuente de energía, donde la emisión de energía proviene desde la superficie del sol y se denomina radiación solar, a esta energía emitida se le denomina energía radiante.

Según datos de la Secretaria de Energía (SENER) las principales actividades de producción de energía en México son la petrolera y la de gas licuado o LP, estos hidrocarburos tienen una aportación de 90.5%. Esto es debido a que son las alternativas energéticas más accesibles en comparación con las energías renovables para la sociedad mexicana. Para esto el sector de la energía renovable de México ocupa un 7% y está dominado por sólo dos formas de energías renovables las cuales son la hidroeléctrica y los biocombustibles (SENER, 2015).

Existen otras formas producir energía de forma renovable y sustentable, la cual no producen ningún tipo de afectación en lo económico, social y ambiental, pero sólo han llegado a representar una fracción insignificante de la producción total de energía de sólo un 1.4% en México. La tasa de crecimiento de las energías renovables en México ha ido al alza, las cuales están clasificadas en la energía solar, eólica, hidráulica, geotérmica, biomasa y biocombustibles, teniendo una tasa anual de crecimiento durante las últimas dos décadas (EIA, 2016). Sin embargo, Honty (2014) argumenta que todas las fuentes renovables como la energía solar pueden generar energía eléctrica considerada como no sustentables, debido a que en ocasiones no cumplen con los requisitos para clasificarlas como sustentables.

“Es una condición dependiente de su forma de apropiación. No todas las fuentes renovables son sustentables pues la renovabilidad depende de la manera en que estas son apropiadas por el ser humano. Algunos ejemplos: Los cultivos energéticos (para leña, biocombustibles, biogás, etc.) serán sustentables dependiendo de las condiciones de cultivo, la materia prima utilizada, la intensidad y extensión de los cultivos, etc. La hidráulica será sustentable dependiendo de las condiciones tecnológicas de su apropiación, la dimensión de una represa, la interferencia con el ciclo hídrico, etc.” (Honty, 2014, p.11).

Este autor se refiere claramente a que los procesos de transformación de la energía suelen tener impactos ambientales asociados, tal como explica en el segundo ejemplo, donde las represas que deben construirse para la obtención de la electricidad mediante los recursos hídricos, terminan dando más afectaciones que beneficios para la sociedad donde se implementan, como la pérdida de tierras por la inundación, hasta las sequías en distintos puntos de las regiones donde se realizan este tipo de proyectos al desviar los cauces naturales de agua.

Honty (2014) además comenta que existe una relación negativa entre la de energía y pobreza, donde argumenta que los más pobres terminan siendo los que pagan más por las energías sustentables y son los que tienen menos acceso a estas alternativas energéticas, por los altos costos que éstas implican en contraste con los más adinerados.

Este argumento de la relación entre energía y pobreza es considerado un factor clave a tomar para el desarrollo de este proyecto de investigación. Para esto según datos del Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL) dice que, en México la mayor parte de la población tiene un alto grado de marginación y pobreza.

Finalmente, para impulsar el uso de las energías renovables, es necesario tomar en cuenta en esta investigación el marco de referencia de las metas del desarrollo sostenible el cual dice:

“La energía es central para casi todos los grandes desafíos y oportunidades a los que hace frente el mundo actualmente. Ya sea para los empleos, la seguridad, el cambio climático, la producción de alimentos o para aumentar los ingresos, el acceso a la energía para todos es esencial. La energía sostenible es una oportunidad que transforma vidas, economías y el planeta” (Naciones Unidas/CEPAL, 2016, p 21).

Debido a esta centralidad que tiene la energía para afrontar los retos existentes para lograr un desarrollo sustentable, se buscó desarrollar en el Plan de Implementación de Árboles Solares en el Parque Papagayo de Acapulco, bajo una propuesta de apropiación sustentable de la energía.

Esta propuesta se desarrolló bajo los planteamientos de la cumbre del milenio, los cuales se establecieron y se publicaron en el año 2015, con los objetivos del desarrollo sostenible (ODS) mediante el cual este trabajo de intervención se ajusta al objetivo 7 de la Agenda 2030 donde se plantea el garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna para todos, tal como se enmarcan en las metas 7.1, 7.2, 7.3, 7.a, 7.b (Naciones Unidas/CEPAL, 2016, p 21).

Si bien todos los conceptos abordados anteriormente como Desarrollo Sustentable (DS), Cambio Climático (CC) y Energías Renovables (ER) fueron indispensables para efectos de este trabajo de investigación que buscó no sólo proveer a los ciudadanos de la ciudad de Acapulco el acceso a una energía renovable sustentable, sino que también se buscó establecer una forma de generar energía eléctrica renovable sustentable en los espacios urbanos como lo es el Parque Papagayo de Acapulco.

2 Capítulo II.- Proyecto de desarrollo

2.1 Plan para la Implementación de Árboles Solares en el Parque Papagayo de Acapulco, Guerrero

Para el desarrollo del proyecto primero se realizó la delimitación del área de estudio, la cual se lleva a cabo en la ciudad de Acapulco, después se trabajaron los datos a partir de tres dimensiones:

- Ambiental
- Económico
- Social

Esto permitió identificar y aprovechar las oportunidades de esta tridimensionalidad para generar en el proyecto un desarrollo sustentable en el parque urbano denominado Parque Ignacio Manuel Altamirano, más comúnmente conocido como Parque Papagayo.

Posteriormente se presenta la propuesta de instalación de árboles solares para este parque estatal, la cual se desarrolló a través de cinco etapas las cuales son:

Etapas 1: Selección de sistema interconectado a la red eléctrica

Etapas 2: Mapeo de los puntos de instalación

Etapas 3: Selección de diseño del árbol solar

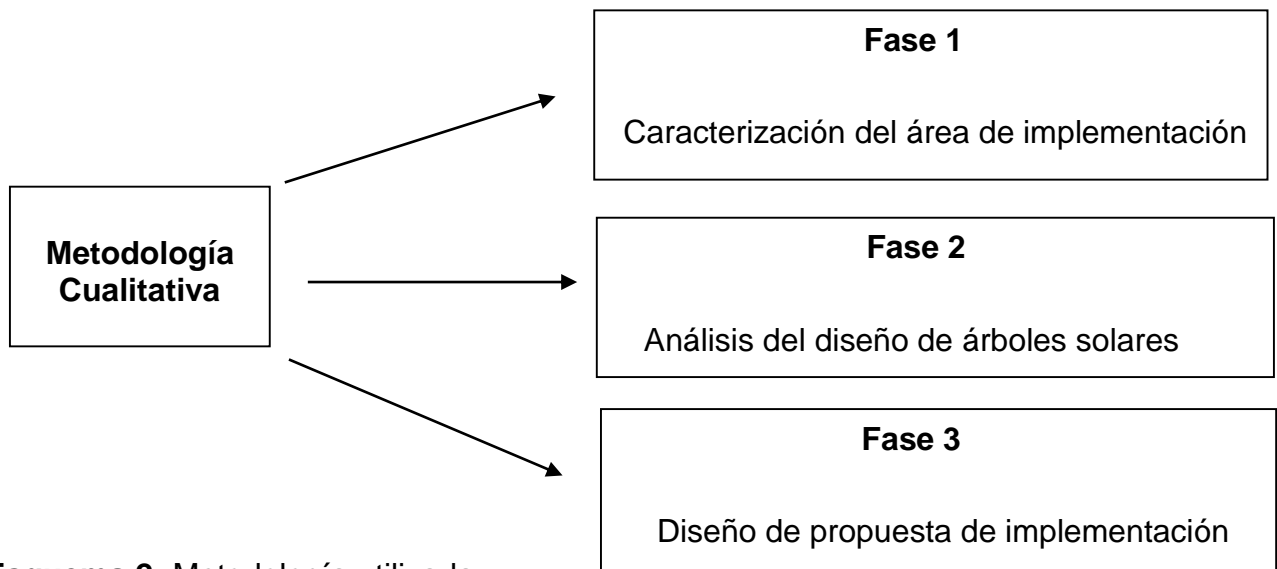
Etapas 4: Lista de costos de materiales para el diseño

Etapas 5: Financiamiento

Finalmente, se encuentran las indicaciones de mantenimiento para la estructura del árbol solar, las cuales podrán ser realizadas por el personal del área operativa del Parque Papagayo.

2.2 Detalles de las fases del Marco Metodológico

Esta propuesta se logró desarrollar mediante el marco metodológico que se utilizó (los detalles de este marco y sus resultados se encuentran en el apartado de los anexos). La actividad de la metodología se realizó y se distribuyó en tres fases, cada una de estas fases fueron desarrolladas para obtener la información necesaria para la aplicación del plan de implementación.



Esquema 2: Metodología utilizada

Fuente: Diseño propio

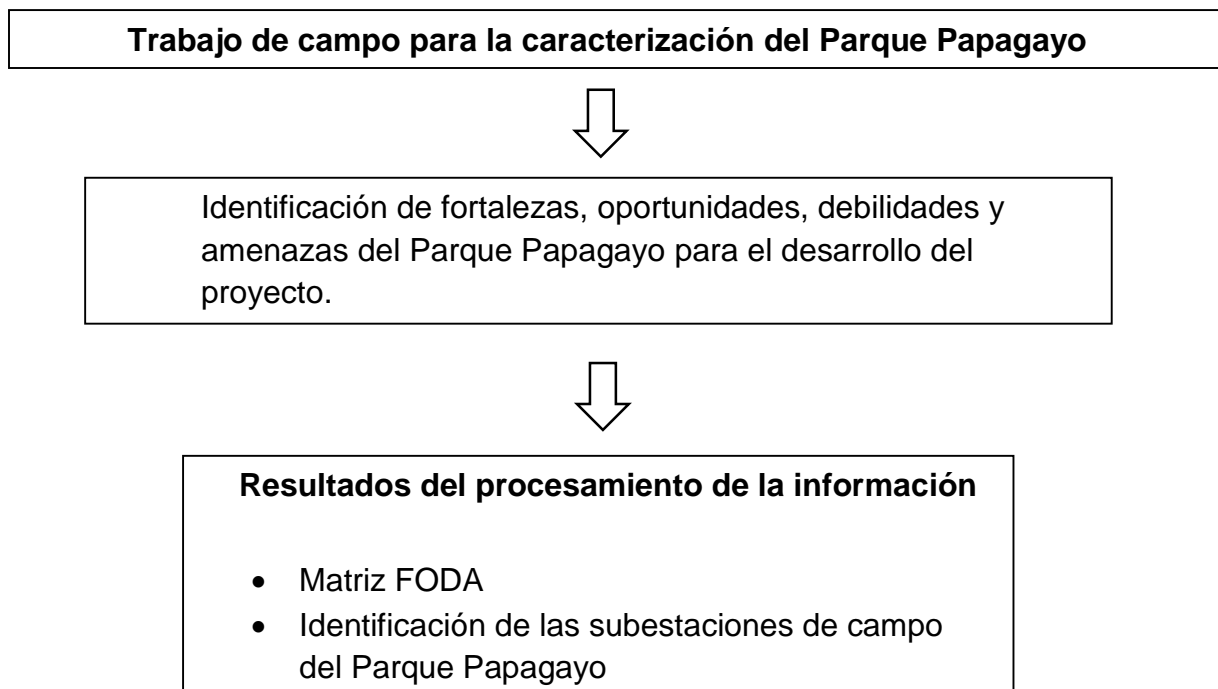
Esta metodología utilizada para el desarrollo del proyecto, pretende ser un marco de referencia hacia la creación de una guía que ayude a implementar proyectos de innovación tecnológica bajo los criterios locales de sustentabilidad, en este caso se hizo en el Parque Papagayo, considerándola como una micro región la cual se encuentra en Acapulco, Guerrero, México.

Se utilizó una metodología cualitativa, donde a partir de la fase uno se logró el reconocimiento de la caracterización y diagnóstico del Parque Papagayo, en la fase dos se analizaron los árboles solares existentes en otras ciudades y en la fase tres se desarrolló la propuesta donde se determinó la selección del lugar de instalación y el tipo de diseño de árbol solar a utilizar.

Fase 1.- Caracterización del área de implementación

Esta primera fase se realizó para la identificación y obtención de los datos necesarios, para determinar el área de implementación en el Parque Papagayo donde participaron los directores generales de las diferentes áreas directivas del parque, y se realizó trabajo de campo mediante recorridos de identificación del entorno natural y físico de las instalaciones.

La forma en que participaron los directores del parque fue mediante la aplicación de entrevistas de forma individual, dentro de esta organización, donde su participación resultó muy productiva, ya que pusieron a disposición la información necesaria para poder desarrollar el proyecto del plan de implementación.



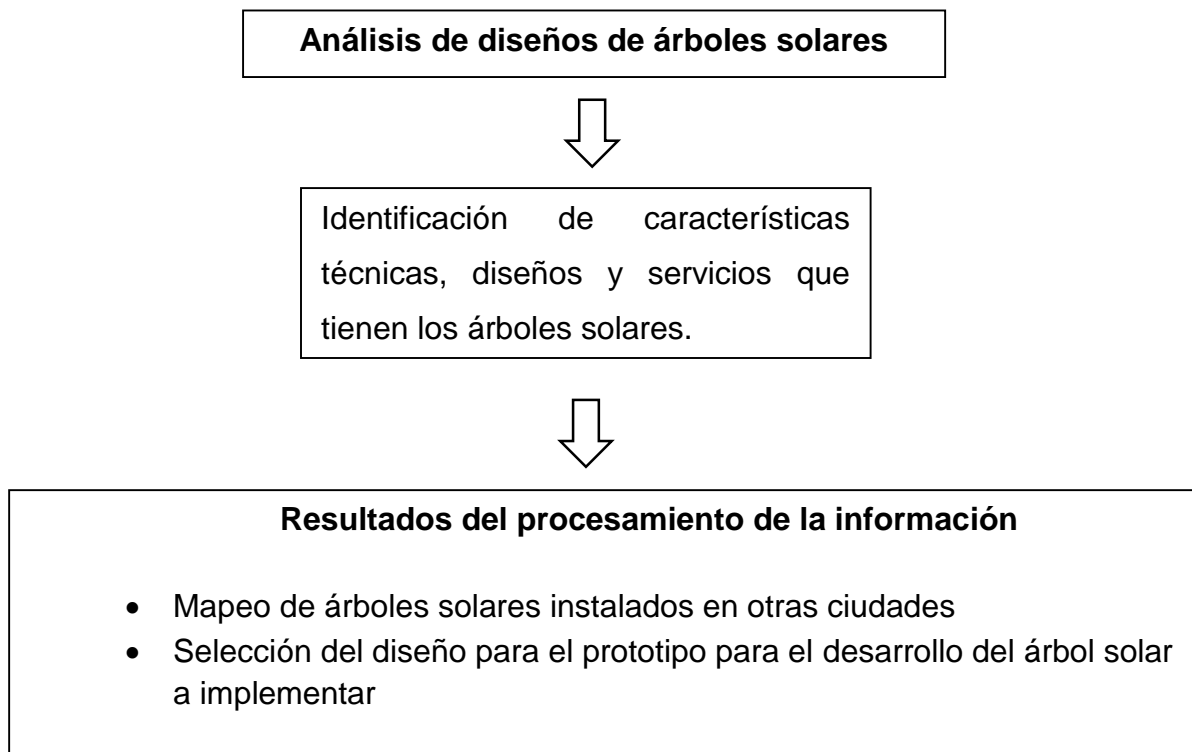
Esquema 3: Metodología de la fase 1

Fuente: Diseño propio

Fase 2.- Análisis de diseño de árboles solares en otras ciudades

En esta segunda fase se investigó los arboles solares existentes y se identificó qué tipo de características sería la más conveniente para las necesidades que el parque requiere, además se buscó tener el bosquejo del diseño y saber los costos que tendría, además de que se buscaría el financiamiento mediante el programa de apoyos del FIDE.

En el análisis de los árboles solares, que es el producto a implementar, la cual es una estructura urbana en forma de árbol capaz de generar electricidad sustentable, gracias a sus paneles solares y al tipo de diseño que tiene la facilidad de colocarlo en cualquier área urbana como ya se ha mencionado antes, para esto existe gran variedad de árboles solares en diferentes lugares del mundo los cuales se investigaron y analizaron en base a las características propias de cada árbol, la información procesada se realizó a partir del siguiente esquema:

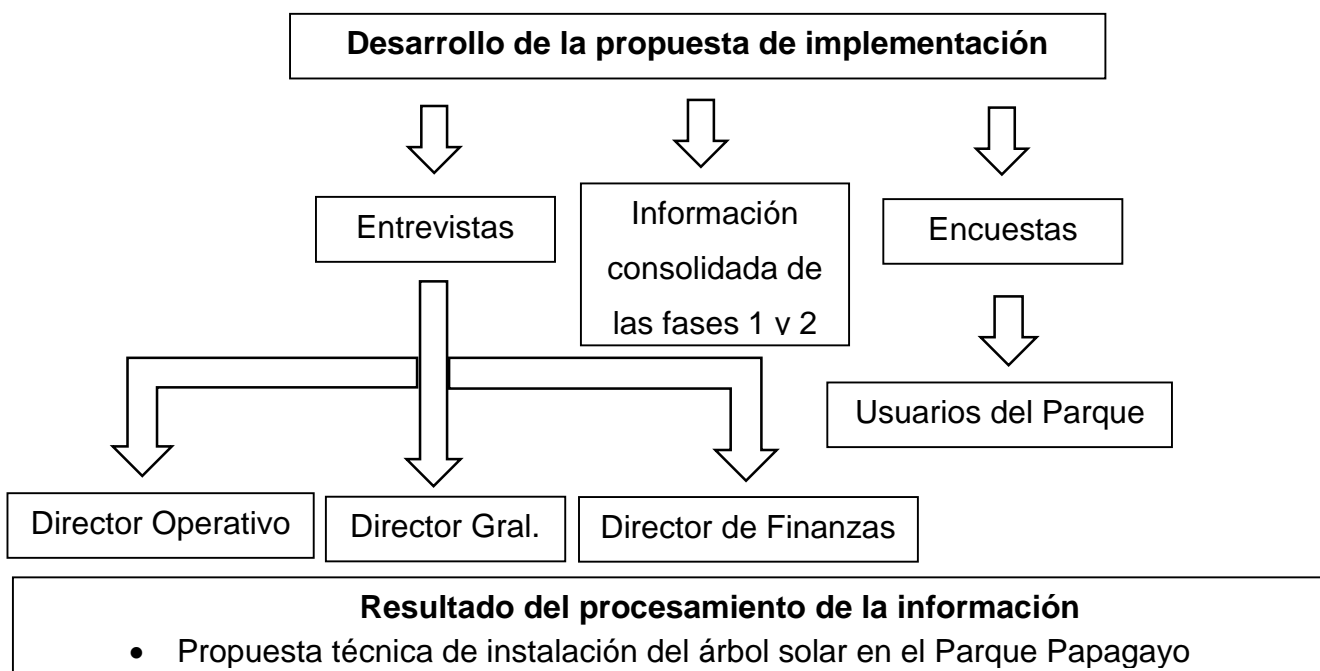


Esquema 4: Metodología de la fase 2

Fuente: Diseño propio

Fase 3.- Desarrollo de propuesta de implementación

En esta última fase se desarrolló la propuesta de implementación, donde se buscó consolidar la información necesaria para poder ser procesada de tal forma que permita generar la propuesta ideal para que el proyecto tenga el mayor impacto social. Para esto se trabajó de forma conjunta con la administración del Parque Papagayo, y se consultó las necesidades de la sociedad civil que visitan el parque y se realizó trabajo de campo.



Esquema 5: Metodología de la fase 3

Fuente: Diseño propio

Los datos consolidados de las actividades que se realizaron para la recopilación de información para el proyecto se encuentran en el apartado de los anexos, los cuales son las entrevistas a los directivos del parque y la consulta a los usuarios del Parque Papagayo de Acapulco, la cual es un mecanismo de participación ciudadana en la gestión sobre planes de implementación y los resultados del trabajo de campo.

Mapeo de árboles solares instalados en otras ciudades

Diseño	País/Ciudad	Servicios	Imagen
Innovador	Austria (Viena)	Almacenar energía eléctrica para luminarias que tiene instaladas en su estructura.	
Rustico	España (Valencia)	Carga eléctricamente luminarias y aparatos electrónicos mediante puertos USB.	
Contemporáneo	Francia (Nevers)	Funciona como unidad de carga a equipos móviles, proveedor de wifi gratuito y alumbrado.	
Industrial	Canadá (Ontario)	Es capaz de generar 10.000 kWh de electricidad renovable y puede alimentar hasta 7 casas.	
Extravagante	República de Singapur (Singapur)	Proporcionan sombra durante el día y en la noche iluminan más de 101 hectáreas.	

Tabla 1: Diseños de árboles solares

Fuente: <http://www.arbolsolar.es/modelos-arbol-solar.php>

2.3 Ubicación geográfica del área de estudio

El municipio de Acapulco de Juárez se encuentra al sur de la República Mexicana en el Estado de Guerrero, donde este estado ocupa el 3.2% del territorio nacional, con 63,597 km² de extensión el cual se encuentra frente a la costa del Océano Pacífico según información del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2015). Es considerada una de las siete regiones en las que se divide el Estado de Guerrero y es la ciudad más importante donde se concentra la mayor parte de la población.

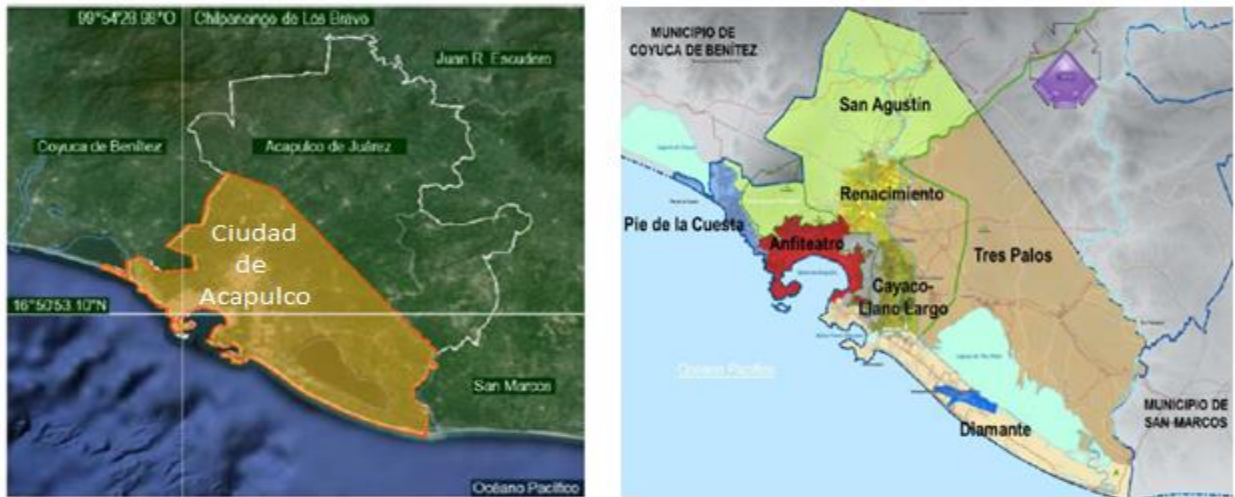
“En el siglo XX, Acapulco pasó de ser un puerto comercial y pesquero a convertirse en un centro turístico, lo cual modificó el paisaje urbano, aceleró el crecimiento de población, inició el deterioro ambiental e incrementó las desigualdades sociales. El turismo en Acapulco ha tenido un impacto espacial de relevancia al ser la actividad dominante y de articulación de la economía del puerto, situación perceptible en la conformación urbano-territorial de la ciudad y en la constante expansión y transformación del espacio turístico” (Valdivieso, 2009, p.1).



Mapa 1: Las 7 regiones del Estado de Guerrero

Fuente: Mapa basado en la información del INEGI 2015

El desarrollo urbano que ha tenido la ciudad de Acapulco en los últimos ochenta años, es debido a partir del crecimiento turístico que fue impulsado por la construcción de la carretera federal que conecta al puerto de Acapulco con la Ciudad de México, la expansión de la ciudad se ha realizado de forma horizontal a lo largo de la franja costera tal como se puede observar en el siguiente mapa de polígonos que la integran.



Mapas 2: Polígonos de la ciudad de Acapulco

Fuente: Mapa basado en la Información cartográfica del INEGI 2015

Ubicación del proyecto a partir del Sistema de coordenadas Universal Transversal de Mercator (UTM)

Clave: E14-11

Longitud: (Máxima: -100.0 y mínima: -98.0)

Latitud: (Máxima 16.86 y mínima: 1:250 000)

La ciudad de Acapulco está dividida en siete sectores, los cuales clasificados en urbanos y rurales, los cuales son los siguientes:

Sectores urbanos: Pie de la Cuesta, Anfiteatro, Renacimiento, Cayaco y Diamante.

Sectores rurales: Tres Palos y San Agustín.

El giro del Parque Papagayo es recreativo y entre las actividades que más destacan son los eventos cívicos que se realizan en el área de la piñata en los meses patrios y en otras fechas ferias como lo es el encendido del árbol de navidad en la entrada principal del parque donde se concentran gran cantidad de personas para ver este tipo de actividades.

Su inversión inicial en su inauguración en 1981 fue de mil doscientos millones de pesos, por lo cual fue considerado uno de los parques más importantes de México y de América Latina. Dentro del parque Papagayo se encuentran diferentes dependencias de los 3 niveles del gobierno las cuales son:

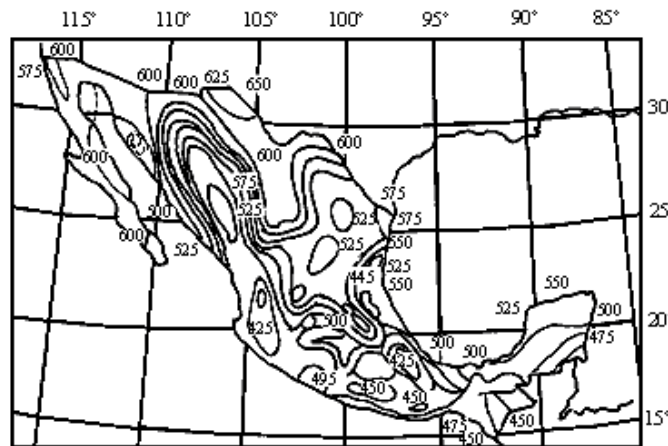
- Oficinas de IGATIPAM (Instituto Guerrerense para la Atención Integral de las Personas Adultas Mayores).
- Oficinas de INAPAM Federal (Instituto Nacional para la Atención Integral de las Personas Adultas Mayores).
- Oficinas de 65 y más Federal (Programa de Pensión para Adultos Mayores).
- Biblioteca pública.
- Casa de la tierra “SEMAREN” (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales).

El Parque Papagayo de Acapulco está interesado en una propuesta que le permita proporcionar el servicio de energías renovables sustentables a los usuarios y visitantes del parque, con el fin de estar al corriente con las nuevas políticas públicas con respecto al uso de fuentes de energías renovables.

La administración del Parque Papagayo dirigida por el C. Mario Hernández Zamora, desea contribuir con el compromiso de colaborar con el control de emisión de gases de efecto invernadero, con el objetivo de avanzar hacia un parque más sustentable, por lo cual se va a analizar los aspectos que intervienen en el proceso de desarrollo de la propuesta.

2.3.1 Análisis ambiental

Gracias a la ubicación geográfica que tiene México, existe una temperatura ambiental media anual de 19.6°C, donde las horas de insolación alcanzan un promedio de 233 horas al mes, durante el año, más de la mitad del año se da la mayor cantidad de horas de insolación con más de 240 horas al mes, en los meses con mayor incidencia son en abril, mayo, junio, julio, y agosto teniendo una irradiación solar de 5.6 kWh/m² por arriba de la media nacional (5.5 kWh/m²) estos datos fueron obtenidos el Servicio Meteorológico Nacional (SMN, 2013).



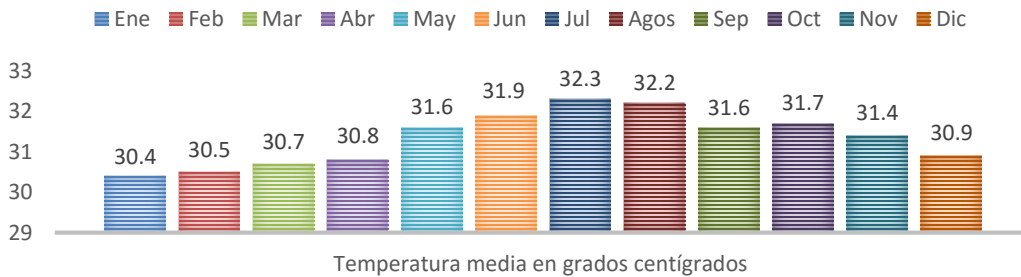
Mapa 4: Irradiación solar en México

Fuente: Datos del índice de irradiación solar SMN 2017

México es uno de los 5 países en el mundo con mayor atractivo para invertir en energía solar y es el que país tiene un tremendo potencial, prácticamente todo su territorio nacional en especial en el Estado de Guerrero y específicamente en la ciudad de Acapulco el cual es el lugar donde se encuentra el Parque Papagayo, los datos del clima se obtuvieron mediante la información consultada por medio de la Secretaria de Energía (SENER, 2015).

De acuerdo a un estudio elaborado por la Agencia Internacional de Energía (IEA), los recursos solares de nuestro país se encuentran entre los mejores del mundo, con una irradiación solar diaria anual entre 4.4 y 6.3 KW/h por metro cuadrado.

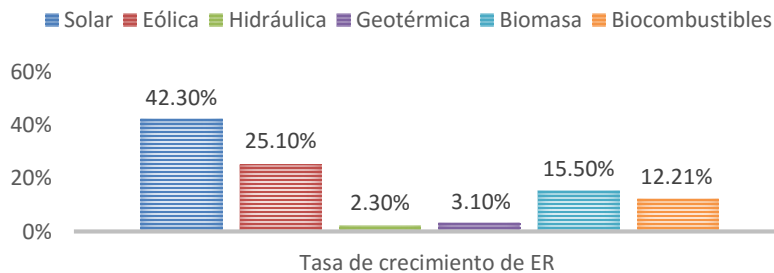
Se determinó que el potencial de radiación solar para producir energía renovable a base de energía solar es muy alto, ya que Acapulco goza de una ubicación geográfica privilegiada que le permite la generación de energía eléctrica durante todos los meses del año. La información de la temperatura y clima en Acapulco fue obtenida sobre la base de la información del Servicio Meteorológico Nacional (SMN, 2017).



Gráfica 1: Irradiación solar en Acapulco por mes

Fuente: Datos de información climática SMN 2017

Acapulco es ideal para realizar proyectos de energía solar sustentable ya que se recibe una temperatura ambiente media mensual de 28.7 °C y una máxima absoluta media mensual de 37.5°C y 39.5°C máxima absoluta media anual. El mes más caluroso es abril con 37°C máxima absoluta media mensual y el mes más frío es mayo con 16°C de temperatura mínima absoluta por tal motivo existe un incremento en los proyectos de energía solar (SMN, 2017).



Gráfica 2: Tasa anual de crecimiento de proyectos de ER

Fuente: Índice de crecimiento de energías renovables EIA 2016

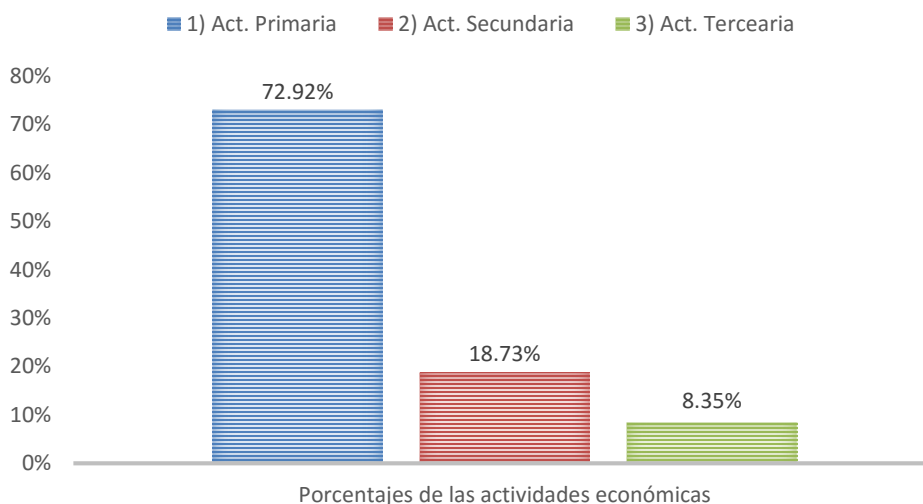
2.3.2 Análisis económico

La base económica de Acapulco se divide en tres tipos de actividades según el Consejo Nacional de Población (CONAPO, 2010) las cuales son:

1) Actividad primaria: Donde es el turismo la principal actividad económica abarcando un 72.9% y es donde se ha concentrado gran parte de los desarrollos urbanos del estado de Guerrero, la zona metropolitana de Acapulco, constituye el asentamiento de mayor dimensión en el Estado de Guerrero, con base en la delimitación de las Zonas Metropolitanas de México al 2010.

2) Actividad secundaria: En esta actividad se realiza la venta de productos y servicios al por menor o menudeo como farmacias, tiendas de ropa, zapaterías, etc. Dando una captación laboral de 18.73% del sector laboral.

3) Actividad terciaria: Tiene solo un 8.3% donde se realizan actividades de agricultura y la pesca, donde incluso los pobladores se cosechan y pescan sus propios alimentos, ya que estos productos que consumen son los de mayor popularidad en la ciudad de Acapulco.



Gráfica 3: Actividades económicas de Acapulco

Fuente: Datos de información económica CONAPO 2010

La actividad primaria económica de Acapulco se divide en tres zonas turísticas, es donde existen una mayor concentración de las instalaciones de la ciudad como restaurantes, torres de hoteles, condominios, centros comerciales, etc., dando una mayor calidad de vida para las personas que viven en esta parte de la ciudad.

A) La zona Tradicional: Es donde se ubica el viejo Acapulco, esta abarca desde un extremo de la bahía de Santa Lucia, comenzando desde las playas de Caleta hasta el Parque Papagayo, que es el punto medio de la bahía.

B) La zona Dorada: Esta zona comprende de la parte media de la bahía de Santa Lucia, a partir del Parque Papagayo, hasta llegar a la base naval, es la zona turística donde se concentran los centros comerciales, discotecas y hoteles.

C) La zona Diamante: Es la zona nueva de Acapulco la cual comienza desde puerto Márquez hasta llegar al aeropuerto y es donde se encuentran los desarrollos de gran turismo, donde la actividad turística y comercial es de mayor nivel económico.

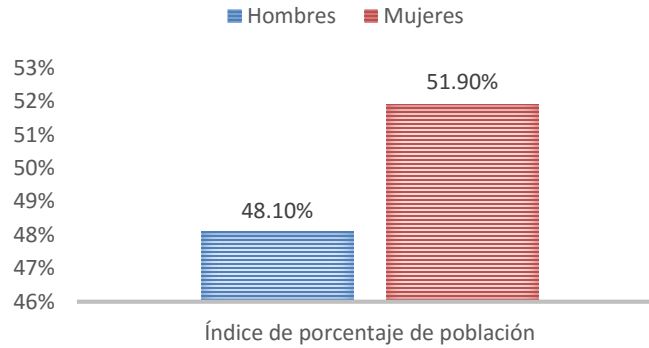
Los turistas que visitan la ciudad de Acapulco son de talla nacional e internacional, los cuales llegan mediante las diferentes opciones que tienes para vacacionar en el puerto, ya sea en carretera, avión e incluso por barco, los cuales visitan los principales atractivos del lugar, y dependiendo sus horas de estancia llegan a recorrer gran parte de la ciudad de Acapulco incluyendo a el Parque Papagayo.

Existen otras alternativas de zonas turísticas en la ciudad de Acapulco, una se encuentra ubicada en las playas de pie de la cuesta y la otra zona turística se encuentra al otro extremo de la ciudad la cual es la playa de revolcadero, así como también una parte de la actividad turística está en puerto Márquez.

Sin embargo, sector del anfiteatro es el que concentra las tres zonas turísticas más visitadas, las cuales son la zona Tradicional, la zona Dorada y la zona Diamante ya mencionadas anteriormente, por tal motivo es donde se ubica la mayor parte de la actividad económica-turística hotelera y servicios de la ciudad de Acapulco, donde se concentra el mayor número de empleos de la ciudad.

2.3.3 Análisis social

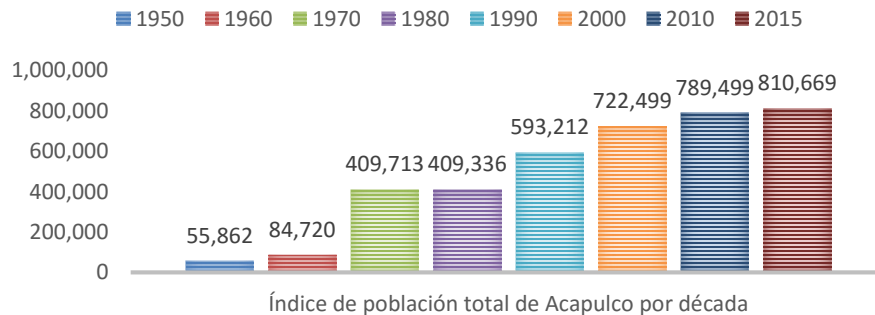
Los datos obtenidos por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2015) se tiene que en Estado de Guerrero se tiene un número de 3,533,221 habitantes contabilizados, entre los cuales está dividido en 1,834,192 mujeres con un 51.9% y 1,699,056 hombres 48.1% del total de población (INEGI, 2015).



Gráfica 4: Población de Guerrero

Fuente: Información de la encuesta estatal INEGI, 2015

En el caso de la ciudad de Acapulco tiene un número de 810,669 de habitantes contabilizados según los criterios estadísticos del 2015, geográficos, de planeación y política urbana, distribuidos por edad y género tal como se muestra en la siguiente gráfica (INEGI, 2015).



Gráfica 5: Población de Acapulco

Fuente: Información de la encuesta municipal INEGI, 2015

Según los datos del Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL), el 65 por ciento de los habitantes del puerto turístico de Acapulco viven en pobreza extrema en las zonas peri-urbanas y rurales donde la población habita en colonias de pobreza y marginación social, donde 140 colonias no tienen servicios públicos básicos, y es considerada la décimo sexta zona metropolitana más grande de México, con más de 900 mil habitantes.

La información utilizada es la proporcionada por el CONEVAL para la medición de la pobreza en México, donde el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), genera estos datos con una periodicidad mínima de dos años para información estatal y de cinco años para la desagregación municipal. Los lineamientos y los criterios generales para la definición, la identificación y la medición de la pobreza en México es mediante el CONEVAL quien define a la pobreza cuando una persona tiene al menos una carencia social entre los seis indicadores que son: rezago educativo, acceso a servicios de salud, de seguridad, social, calidad y espacios de la vivienda, así como servicios básicos de la vivienda y acceso a la alimentación, y su ingreso es suficiente para adquirir los bienes y servicios que requieren para satisfacer sus necesidades.

Además, según datos de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) el tipo de marginación de carencias que padece la población de Acapulco en sectores periurbanos es el poco acceso a la educación, vivienda, además de tener ingresos muy bajos lo que provoca una mala calidad de vida. Sin embargo, solo una pequeña proporción de la población vive con todos los servicios básicos requeridos para tener una buena calidad de vida, este contraste que existe en la ciudad de Acapulco es muy evidente, ya que los más adinerados que cuentan con todos los servicios que provee el gobierno son los que viven en las zonas urbanas sobre la franja costera de la ciudad.

Tomando en consideración estos indicadores del Consejo Nacional de Población (CONAPO), determinó a la ciudad de Acapulco unas de las ciudades con el mayor número de habitantes con un alto grado de marginación.

2.4 Propuesta técnica de instalación de árboles solares

El objetivo fundamental de esta propuesta es impulsar el uso de energías renovables sustentables mediante la concientización sobre la importancia de usar estas energías alternativas y dejar de utilizar energía no renovable a través de una estructura urbana denominada árbol solar.

Se tiene según datos de la Secretaria de Energía (SENER, 2015) que la energía eléctrica abastece a la ciudad de la ciudad de Acapulco, es mediante la central termoeléctrica de Petacalco, más formalmente conocida como la Central termoeléctrica Presidente Plutarco Elías Calles, ubicada en el municipio de La Unión de Isidoro Montes de Oca, Guerrero.

La distribución de esta energía se lleva a cabo por medio de tres subestaciones de transmisión las cuales son:

- La Parota
- Los Amates
- El Quemado.

Esta termoeléctrica de Petacalco es una central dual ya que opera con carbón y petróleo, además cuenta con siete generadores capaces de generar 2,778 mega watts de energía eléctrica, y por su capacidad es considerada como una de las mayores centrales termoeléctricas en México.

La potencia que generan las subestaciones de transmisión es de 625 megavolts-ampere. Adicionalmente a las subestaciones de transmisión, el Municipio de Acapulco cuenta con 15 Subestaciones de distribución, la potencia de las subestaciones de distribución es de 650 megavolts-ampere. Para la distribución de la energía se tienen instalados 5,961 transformadores, la potencia de los transformadores de distribución es de 221 (Megavolts-ampere).

Finalmente, los 5 transformadores del Parque Papagayo se encuentran interconectados a la red eléctrica de la Comisión Federal de Electricidad (CFE). Para esto, el Parque Papagayo termina abasteciéndose de la energía suministrada de la central termoeléctrica de Petacalco catalogada como no sustentable, según datos de la Comisión Federal de Electricidad (CFE).

El Parque Papagayo provee electricidad a las diferentes dependencias que se encuentran dentro de las instalaciones del parque, así como también a los 84 locales comerciales de la unión de concesionarios y arrendatarios del Parque Papagayo A. C. y finalmente a todas las luminarias que se encuentran distribuidas dentro del parque. Estas necesidades eléctricas que existen en el Parque Papagayo, representa un gasto promedio mensual de \$140,000.00 pesos, esto según datos recabados durante la entrevista realizada a la administración del parque. Sin embargo, además de las necesidades eléctricas de proveer el servicio eléctrico a las diferentes instancias, locatarios y luminarias que existen en el Parque Papagayo, se necesita urgentemente cambiar las cinco subestaciones eléctricas detectadas en el parque, ya que estas cuentan con más de 35 años de antigüedad.

Estas subestaciones eléctricas identificadas ya superaron el tiempo de vida útil, por lo que representan un alto riesgo por falla o mal funcionamiento, donde se puede provocar un incendio en la red del sistema eléctrico, poniendo en peligro a las personas que laboran dentro del parque y las que lo visitan.

La información del deterioro de los registros eléctricos fue detectada durante los trabajos de campo realizados, además se detectó que el parque no cuenta con puntos de contacto eléctricos distribuidos en el parque para los usuarios que lo visitan. Algunos visitantes necesitan cargar equipos electrónicos como laptops o celulares para la realización de las diferentes actividades que realizan como los círculos de estudios que organizan estudiantes en las áreas verdes del parque o actividades físicas y deportivas realizadas en las explanadas. Atendiendo a esta información y a la buena captación de irradiación solar que existe en Acapulco, se planteó las siguientes etapas para el desarrollo de la propuesta de instalación de árboles solares en el Parque Papagayo de Acapulco.

2.4.1 Etapa 1: Selección del sistema interconectado a la red eléctrica

Para la propuesta de instalación del proyecto de implementación de árboles solares en el Parque Papagayo, se consideró los términos que establece la Comisión Federal de Electricidad (CFE), donde para los proyectos de innovación en México que trabajen con paneles solares se tiene que elegir entre una de estas dos opciones las cuales son el sistema aislado de la red eléctrica o el sistema interconectado a la red eléctrica.

Para el caso de esta propuesta se trabajará mediante el sistema interconectado, ya que no requieren de baterías acumuladoras las cuales se consideran muy contaminantes al término de su vida útil. Esta opción solo requiere de los siguientes componentes:

- Módulos Fotovoltaicos (MFV)
- Regulador de carga
- Inversor (De Corriente Directa (DC) a Corriente Alterna (AC))
- Líneas de interconexión al suministro eléctrico de la CFE

Ventajas de los sistemas de interconexión con CFE:

- 1.- Los modelos de sistemas de interconexión con CFE son de fácil instalación.
- 2.- No requieren un gran mantenimiento, al no tener partes móviles para su funcionamiento por lo tanto los costos en mantenimiento son mínimos.
- 3.- El sistema de interconexión a CFE no produce residuos ni sustancias contaminantes.
- 4.- También estos sistemas son deducibles al 100% de la inversión en la compra de los equipos, basado en el artículo 34 fracción XIII de la Ley del ISR aquí en México.

2.4.2 Etapa 2: Mapeo de los puntos de instalación

Durante los trabajos de campo en las instalaciones del Parque Papagayo, se determinó los posibles puntos de implementación de los árboles solares, donde se identificaron cinco puntos factibles de instalación, esto es debido a que en esos puntos se encuentran los registros eléctricos que interconectan a las diferentes áreas dentro del parque, y lo más importante es que esos registros permiten realizar la interconexión a la red eléctrica de la Comisión Federal de Electricidad (CFE).

Para definir el área de instalación del árbol solar prototipo, se realizó una encuesta donde la sociedad civil participo en la decisión de punto de instalación del árbol solar. La encuesta mostro el mapa de los cinco posibles puntos identificados para llevar acabo la instalación, y mediante un formulario que permite seleccionar la opción deseada por los usuarios, pudieron escoger la que más se les hizo conveniente para realizar dicha instalación, la pregunta de la encuesta para determinar el lugar de implementación fue la numero 10, cabe destacar que la encuesta la realizaron en el interior del parque mediante el uso de una tableta electrónica y por vía web.

El lugar de implementación del árbol solar prototipo, fue ubicado a partir del procesamiento de la información que se tuvo a través de los resultados de la encuesta digital que se realizó a los visitantes del Parque Papagayo.

El punto conocido como área de la piñata, fue la opción que selecciono la mayor parte de las personas encuestadas, este lugar se encuentra en uno de los accesos principales al Parque Papagayo, ubicado sobre la avenida Cuauhtémoc.

El árbol estará instalado entre la escultura de la piñata y la cabaña de la asociación ambientalista Guerreros Verdes, la cual está a cargo del secretario de la asociación el C. Roberto Flores Sánchez, quienes podrán estar interconectados a la red eléctrica del árbol solar aprovechando la energía excedente generada por la estructura del prototipo del proyecto y de esta forma la cabaña de esta asociación civil estaría trabajando mediante la energía renovable sustentable que podrá aprovechar para sus actividades diarias dentro de sus instalaciones.

2.4.3 Etapa 3: Selección de diseño del árbol solar

El árbol solar es una estructura urbana sustentable que además de ser capaz de generar energía eléctrica renovable sustentable, cuenta con la capacidad de crear interés por este tipo de tecnología, ya que, hay mucha gente que desconoce las utilidades de la energía solar, y en los tiempos que vivimos, es necesario concienciar de la utilización de energías responsables con el medio ambiente.

En el análisis de los árboles solares existentes e instalados en otras

ciudades, se encontró que hay gran variedad de estas estructuras urbanas tecnológicas sustentable con diferentes tipos de propósitos o servicios en cada una de ellas.

La opción del diseño del árbol solar a utilizar fue el presentado en la cumbre del clima de París COP21, en diciembre de 2015, esta decisión fue tomada a partir de los resultados de las encuestas realizadas a los visitantes del Parque Papagayo, donde este diseño fue el que tuvo el mayor porcentaje de aceptación resultado de 57,78% obtenido de la encuesta aplicada a la sociedad civil.

	<p>Este diseño urbano de árbol solar, está desarrollado para la iluminación de alumbrado y carga de equipos móviles mediante sus módulos fotovoltaicos, los cuales generan electricidad renovable sustentable para carga de equipos electrónicos y luminarias, con la ventaja de adaptarse a espacios públicos como lo es el área de la piñata del Parque Papagayo.</p>
---	---

Tabla 1: Propuesta de instalación del árbol solar

Fuente: Autoría propia

2.4.4 Etapa 4: Lista de costos de materiales para el diseño

Lista de materiales a utilizar para la propuesta de instalación de árboles solares en el Parque Papagayo.

Concreto: La base del árbol, será construido en concreto de 10 cm, para proteger la herrería del agua y de la humedad del suelo, además, el poste principal del árbol estará enterrado para dar más firmeza a la estructura.

Herrería: La estructura del árbol solar será de herrería con un tamaño de 5 metros de altura, el material a utilizar será acero galvanizado, siguiendo las normas eléctricas, para evitar la corrosión y hacer más seguro el sistema contra descargas eléctricas y tendrá 6 ramificaciones para los paneles solares.

Regulador: los reguladores de cargas son necesarios para regular la energía necesaria para las luminarias y para la carga de equipos electrónicos, también son necesarias en los casos en que falle la red eléctrica de la CFE por alguna descarga eléctrica.

Inversor: El inversor tendrá una capacidad de 500W, el cual convertirá la corriente directa CD producida y acumuladas en las baterías por la conversión de radiación solar a energía eléctrica, transformándola finalmente a corriente alterna CA para alimentar a las luminarias y equipos electrónicos que se conecten al árbol solar.

Módulos Solares: Los módulos solares fotovoltaicos serán de una capacidad de 100W por unidad, los cuales tendrán una media de 1.20 metros cuadrados cada uno y se instalarán al final de cada ramificación del árbol solar, estos tendrán una vida útil cercana a los 25 años.

Lámparas LED 10W: Se utilizará lámparas con la iluminación de Diodo de emisión de Luz (LED) ya que se puede ahorrar hasta el 90% de energía y es mucho más económico que un foco ahorrador.

Cableado eléctrico: Se utilizará cableado calibre 12 para la interconexión del árbol solar con el sistema eléctrico de la CFE y de las cajas de contactos de luz y puertos USB.

Conceptos Materiales	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL
Base concreto	1	\$2,300.00	\$2,300.00
Herrería estructura	1	\$2,700.00	\$2,700.00
Baterías 220Ah	2	\$9,148.95	\$18,297.90
Inversor 500W	1	\$5,586.00	\$5,586.00
Módulos Solares100W	5	\$5,852.94	\$29,264.70
Regulador de carga	1	\$880.00	\$880.00
Lámparas LED 10W	2	\$523.99	\$1,047.98
Conector puertos USB	3	\$500.00	\$1,500.00
Conector a 110V	1	\$1,500.00	\$1,500.00
Cableado eléctrico	100 m ²	\$14.00 x m ²	\$1,400.00
Obra civil	1	\$10,000.00	\$10,000.00
		Total	\$74,476.58

Tabla 2: Costos de materiales

Fuente: Diseño propio

Todos los materiales como la estructura metálica, los paneles, las luminarias, el cableado y todos los elementos que incorporan el diseño del árbol solar, están escogidos por su calidad y soporte ante los factores del lugar donde será instalado el árbol solar, ya que al estar cerca de una zona costera deben de considerarse con cuidado ya que la salinidad del aire podría deteriorar más rápidamente los componentes del árbol solar, de no tomar en cuenta estas medidas se podría afectar su vida útil.

Para los trabajos de mano de obra civil, se tiene contemplado al contratista en obra eléctrica denominada Obra eléctrica y mantenimiento industrial (OMIPE), dedicada al servicio de mantenimiento de módulos foto voltaicos, la cual ofrece la cobertura más amplia, en servicio eléctrico, mecánico y de controles de energía, además esta empresa trabaja con ingeniería eléctrica y mecánica, especializada en instalaciones eléctricas en alta, media y baja tensión, así como también se ha especializado en el mantenimiento preventivo y correctivo de equipos eléctricos, venta y renta de los mismos, elaboración de proyectos de instalaciones y su supervisión en la industria de la construcción.

2.4.5 Etapa 5: Financiamiento mediante la FIDE

La Comisión Federal de Electricidad (CFE) tiene un programa de apoyos a las energías renovables (ER) por medio del Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica (FIDE), el cual tiene como objetivo el de propiciar el uso eficiente de la energía eléctrica para contribuir al desarrollo económico, social y a la preservación del medio ambiente.

El FIDE trabaja plenamente comprometido en alcanzar metas que contribuyan al desarrollo sustentable del país y a consolidar la estrategia nacional de transición energética y aprovechamiento sustentable de la energía, siempre con una actitud vinculante con todos los sectores de la sociedad.

Para ello, el FIDE ha ampliado sus programas, proyectos, productos y servicios, hoy dirigidos a los sectores domiciliario, industrial, comercial y de servicios, al campo, a los municipios, mediante los cuales ofrece opciones de asistencia técnica, diagnósticos energéticos, apoyo en la realización de proyectos que permitan el ahorro de la energía eléctrica, así como financiamiento con condiciones preferenciales para la adquisición o generación de productos que permitan el ahorro de energía eléctrica y coadyuven a mantener procesos eficientes en el uso de electricidad.

Todo ello orientado a fomentar un cambio cultural, dirigido a participar activamente en todos los esfuerzos públicos y privados en la lucha contra el cambio climático.

Con el propósito de difundir esta diversidad de programas, proyectos, productos y servicios que ofrece el FIDE, se presenta este catálogo a todos los sectores de la población, en el cual, de manera sencilla se describen las características de cada uno de ellos, sus objetivos, la población o sector objetivo, los requisitos, ventajas, beneficios y ahorros económicos y de sustentabilidad, lo cual permitirá que cualquier persona pueda tener acceso a las iniciativas que promueve el FIDE en beneficio de los programas de ahorro, eficiencia de energía eléctrica y protección del medio ambiente.

El FIDE tiene una estrategia que busca eliminar las barreras que impiden la vinculación entre el poder contar con nuevos equipos y sistemas de alta eficiencia mediante la innovación tecnológica y las condiciones para su comercialización mediante la transformación del mercado, a fin de crear un mercado natural de equipos que No son contaminantes, no contribuyen al efecto invernadero y son consistentes con las políticas de protección al ambiente. Se busca que el FIDE apoye a realizar este proyecto, para generar energía eléctrica limpia y renovable, otorgando financiamiento del 10% del monto total y el resto aportado por subsidio que entrega el estado de Guerrero a la administración del Parque Papagayo para el proyecto, para lo cual es necesario entregar al FIDE lo siguiente:

- Equipo propuesto: árbol solar.
- Beneficios: Carga de equipos móviles y luminarias
- Balance de energía: Generación de 100W por panel
- Ahorros: Subsidio por 10%
- Periodo recuperación: 5 años

Concepto	Cantidad
Costo total del proyecto árbol solar	\$74,476.58
Apoyo FIDE 10%	\$7,447.65
Subtotal	\$67,028.93
Pago mensual a FIDE durante 5 años	\$1,117.14

Tabla 3: Financiamiento del proyecto

Fuente: Diseño propio

Para el seguimiento a este financiamiento mediante el FIDE, se debe realizar el trámite con el responsable de la oficina de la ciudad de Acapulco con el Ing. Delfino Serna Bautista, quien es el jefe de zona. La ubicación de su oficina se encuentra en la Av. Cuauhtémoc No. 500, Local 10, dentro Comercial Acapulco, Frac. Marroquín, sus teléfonos son 01 744 486 3582 y 01 744 486 3583.

Indicaciones de mantenimiento

Las siguientes indicaciones son para el mantenimiento de la propuesta del prototipo de árbol solar, las cuales pueden ser realizadas por el personal del área operativa del Parque Papagayo.

Para el mantenimiento del sistema de generación, se debe retirar, una vez al mes, cualquier tipo de objeto, suciedad, etc. que pueda afectar a la correcta producción de los paneles solares, es decir, excrementos de aves o nieve serían un ejemplo. El polvo acumulado o los restos de contaminación también deben ser eliminados en la medida de lo posible, ya que disminuirá la corriente eléctrica generada.

En cualquiera de las operaciones descritas, no se emplearán métodos que puedan rayar o estropear las placas solares, por lo que se desaconseja el uso de estropajos o productos abrasivos y es recomendable el uso de agua y un trapo, sin más complicaciones.

En el caso del mantenimiento del sistema de acumulación se debe limpiar al menos en una ocasión cada cuatro semanas la parte superior con una mezcla de bicarbonato sódico y agua (unos 100gr de bicarbonato por cada litro de agua). Una vez limpio, se lava bien con agua y se debe secar con un trapo seco.

Durante el proceso de la limpieza, es importante estén bien cerradas para evitar que entre bicarbonato dentro de ellas. Las terminales de conexión es recomendable limpiarlos dos o tres veces al año siguiendo el mismo procedimiento, y también, si es posible, aplicando vaselina para cubrir las conexiones.

También se debe vigilar nivel de electrolito de vez en cuando. En caso de ser necesario, rellenar de electrolito hasta el nivel recomendado mediante agua destilada o de bajo contenido mineral. También, si disponemos de un densímetro, es recomendable comprobar una vez al mes el estado de carga de la batería y su capacidad mediante la medición de la densidad de electrolito.

Si cuando están a plena carga existen diferencias en la densidad específica de algún elemento, será necesario efectuar una igualación de carga, o de ecualización.

El proceso de ecualización consiste, básicamente, en una sobrecarga, es decir, en aumentar el voltaje de cada elemento, para limpiar la disolución interna y recuperar así la capacidad de la misma.

Sin embargo, cuando están a plena carga la densidad de algún elemento por debajo de la máxima, entonces es recomendable reemplazar, pues podría estar defectuosa o demasiado envejecida.

Se deberá verificar que el estado de carga de la batería se corresponde con las indicaciones del regulador de carga. En el caso de que este no disponga de carga de ecualización automática, se realizará de forma manual.

Se debe hacer una inspección visual de posibles degradaciones en los paneles fotovoltaicos donde se controlará que ninguna célula se encuentre en mal estado (cristal de protección roto, normalmente debido a acciones externas). Se comprobará que el marco del módulo se encuentra en correctas condiciones (ausencia de deformaciones o roturas). Es recomendable realizar la inspección cada 2 meses.

Para la revisión de la estructura que da soporte a los paneles, la cual esta estará fabricada íntegramente de acero inoxidable, por lo que no requieren mantenimiento anticorrosivo. Sin embargo, el mantenimiento de la misma se aconseja realizarla cada seis-doce meses y consistirá en:

- Comprobación de posibles degradaciones (deformaciones, grietas, etc.)
- Comprobación del estado de fijación de la estructura a cubierta. Se controlará que la tornillería se encuentra correctamente apretada, controlando el par de apriete si es necesario. Si algún elemento de fijación presenta síntomas de defectos, se sustituirá por otro nuevo.

- Comprobación de la estanqueidad de la cubierta. Consiste básicamente en cerciorarse de que todas las juntas se encuentran correctamente selladas, reparándolas en caso necesario.
- Comprobación del estado de fijación de módulos a la estructura. Operación análoga a la fijación de la estructura soporte a la cubierta.
- Comprobar la toma a tierra y la resistencia de paso al potencial de tierra.

Para la revisión del buen funcionamiento de los inversores solares, los cuales son uno de los equipos más delicados de la planta fotovoltaica, por lo que requieren un mantenimiento fotovoltaico más exhaustivo. Las pautas de mantenimiento que a continuación se enumeran son válidas para el emplazamiento en el interior de un inmueble sometido a rangos de temperatura normales. Los trabajos de mantenimiento para los inversores solares son los siguientes a realizar al menos una vez al mes:

- Lectura de los datos archivados y de la memoria de fallos.

A realizar al menos una vez cada seis meses:

- Limpieza o recambio de las esteras de los filtros de entrada de aire.
- Limpieza del disipador de calor del componente de potencia.
- Limpieza de las rejillas protectoras en las entradas y salidas de aire.

A realizar al menos una vez al año:

- Comprobar cubiertas y funcionamiento de bloqueos.
- Inspección de polvo, suciedad, humedad y filtraciones de agua en el interior del armario de distribución y del resistor EVR.
- Si es necesario, limpiar el inversor y tomar las medidas pertinentes.

- Revisar la firmeza de todas las conexiones del cableado eléctrico y, dado el caso, apretarlas.
- Comprobar si el aislamiento o los bornes presentan descoloración o alteraciones de otro tipo. En caso necesario cambiar las conexiones deterioradas o los elementos de conexión oxidados.
- Comprobar la temperatura de conexiones mediante termografía infrarroja. En caso de que alguna conexión aparentemente correcta alcance una temperatura por encima de 60 grados centígrados, se medirá la tensión e intensidad de la misma, controlando que está dentro de los valores normales. Si es necesario, sustituir dicha conexión
- Inspeccionar y, dado el caso, reponer las etiquetas de indicación de advertencia.
- Comprobar el funcionamiento de los ventiladores y atender a ruidos. Los ventiladores pueden ser encendidos si se ajustan los termostatos o durante el funcionamiento.
- Intervalos de sustitución preventiva de componentes (ventiladores, calefacción).
- Verificar el envejecimiento de los descargadores de sobretensión y, dado el caso, cambiarlos.
- Revisión de funcionamiento de la monitorización de aislamiento y comprobar el funcionamiento y la señalización.
- Inspección visual de los fusibles y seccionadores existentes y, dado el caso, engrase de los contactos.
- Revisión de funcionamiento de los dispositivos de protección como los interruptores de protección de la corriente de defecto y los interruptores automáticos, así como también los interruptores de potencia y finalmente los interruptores de protección de motores por accionamiento manual o mediante la tecla de control.
- Revisión de las tensiones de mando y auxiliares.

3 Conclusiones

La discusión que existe sobre la viabilidad del proyecto es debido a la importancia y necesidad que existe de utilizar alternativas tecnológicas sustentables dentro de los entornos urbanos de la sociedad, para ayudar a reducir y mitigar los efectos medioambientales causadas por el cambio climático. Los elementos a favor son las propuestas establecidas por el desarrollo sustentable, los cuales, mediante los procesos de participación y organización por parte de la sociedad civil, el estado y la academia busca desarrollar alternativas de solución de problemáticas que afecten a la sociedad y al medio ambiente.

La propuesta del proyecto buscó impulsar el uso de energía renovable mediante una forma de apropiación sustentable tal como lo hacen los árboles solares, debido a que estos son utilizados para dar un uso más eficiente y sustentable de la energía eléctrica renovable a partir de las ventajas que ofrece la estructura en forma de árbol, los cuales procuran generar las oportunidades al aprovechar los espacios urbanos como los del Parque Papagayo de la ciudad de Acapulco.

En la elaboración de la propuesta se buscó con este proyecto del Plan de Implementación de Árboles Solares en el Parque Papagayo de Acapulco, no sólo proveer a los ciudadanos de la ciudad de Acapulco el acceso a una energía renovable asequible, segura, sostenible y moderna, sino que también se busca crear precedente en la forma de generar energía eléctrica renovable sustentable en los espacios urbanos, con el objetivo de avanzar hacia un parque más sustentable y crear en los visitantes del parque una mayor conciencia medioambiental que, al ver y disfrutar del árbol solar, se aproximen desde la práctica a conceptos como sustentabilidad y energías renovables para combatir los efectos medio ambientales generados por el cambio climático.

Por tal motivo la propuesta del plan de implementación de árboles solares en el Parque Papagayo de Acapulco, se realizó a partir de una visión de sustentabilidad, atendiendo las necesidades de la sociedad y de los aspectos medioambientales con lo cual el proyecto se convirtió en un proceso de desarrollo sustentable.

Bibliografía

- Delgado, G., Zuria, A., & Vázquez, V. (2015). *Adaptación y mitigación urbana del cambio climático en México. The effects of brief mindfulness intervention on acute pain experience: An examination of individual difference* (Vol. 1). Recuperado en <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Leff, P. E. (1975). Educación ambiental y desarrollo sustentable. Recuperado en <http://www.ambiente.gov.ar/infoteca/aea/descargas/leff08.pdf>
- Mcgranahan, G. & Satterthwaite, D. (2014). Conceptos y tendencias de la urbanización. Urbanisation concepts and trends. Recuperado en <https://www.ingentaconnect.com/content/iieal/meda/2015/00000082/00000001/art0>
- Gerardo Honty (2014). Energía en las transiciones. Recuperado en <http://www.redge.org.pe/sites/default/files/EnergiaTransiciones%20G%20Honty.pdf>
- Pandiella, G. (2016). Ciudades inclusivas , resilientes y sustentables : desafíos de la agenda, Inclusive, resilient and sustainable cities 55–70. Recuperado en <http://docserver.ingentaconnect.com/deliver/connect/iieal/03267857/v84n1/s3.pdf>
- Satterthwaite, D. (1998). ¿Ciudades sustentables o ciudades que contribuyen al desarrollo sustentable?. Estudios demográficos y urbanos, Demographic and Urban Studies. 5–47. Recuperado en <https://doi.org/10.2307/40314969>
- Satterthwaite, D. (2008). La transición a un mundo predominantemente urbano. Tendencias y fundamentos. 68, 3–32. Recuperado en <http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:La+transicin+a+un+mundo+predominantemente+urbano.+Tendencias+y+fundamentos#0>
- INEGI. (2015). Resultados de la Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo. *Instituto Nacional de Estadística y Geografía*, 18. Recuperado en http://www.inegi.org.mx/saladeprensa/boletines/2015/enoe_ie/enoe_ie2015_05.pdf

Brundtland, G. H. (1987). Informe de la Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y el Desarrollo: Nuestro futuro común. 416. Recuperado en <https://doi.org/10.3917/ridp.723.0975>

Secretaría de Energía. (2015). Prospectiva de Energías Renovables 2016-2030. *Diario Oficial de La Federación*, 1, 156. Recuperado en <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>

Comisión Nacional del Agua. (2012). *Servicio Meteorológico Nacional: 135 años de historia en México*. Recuperado en http://www.senado.gob.mx/comisiones/recursos_hidraulicos/docs/doc22.pdf

Agencia Internacional de Energía. (2016). Indicadores de Eficiencia Energética: Fundamentos Estadísticos, 1–211. Recuperado en www.iea.org/books%0Ahttps://www.iea.org/publications/freepublications/publication/IndicadoresdeEficienciaEnergética_FundamentosEstadísticos.pdf

Dinámica demográfica (2010). Proyecciones de población México 2010-2050. Recuperado en <https://www.gob.mx/conapo/acciones-y-programas/proyecciones-de-la-poblacion-2010-2050>

Bermejo Gomez De Segura, R. (2014). Del desarrollo sostenible según Brundtland a lasostenibilidad como biomimesis. Recuperado en <https://doi.org/10.1007/s12129-009-9151-5>

Naciones Unidas/CEPAL. (2016). Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: una oportunidad para América Latina y el Caribe. *Publicación de Las Naciones Unidas, Mayo*, 50. Recuperado en <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>

Becerra Lois, F. A., & Pino Alonso, J. R. (2005). Evolución del concepto de desarrollo e implicaciones en el ámbito territorial : experiencia desde Cuba. *Economía, Sociedad y Territorio*, V, 85–119. Recuperado en <http://www.redalyc.org/html/111/11101705/>

4 Anexos

FORTALEZAS	DEBILIDADES
<ul style="list-style-type: none"> • Su ubicación tiene una alta incidencia solar • Estructura y logística operacional • Extensa cantidad de áreas de implementación 	<ul style="list-style-type: none"> • Sistemas eléctricos antiguos • Falta de recursos financieros y apoyos por parte del gobierno • Gran demanda de consumo de energía eléctrica
OPORTUNIDADES	AMENAZAS
<ul style="list-style-type: none"> • Disponibilidad de reasignación de espacios • Extensa cantidad de hectáreas de áreas verdes • Rehabilitación de instalaciones 	<ul style="list-style-type: none"> • Corrosión de estructuras por salinidad en el aire • Áreas públicas inseguras por falta de luminarias • Riesgo de incendio por fallas en las subestaciones de campo

Tabla 4: Análisis FODA del Parque Papagayo

Fuente: Diseño propio

A partir de los datos anteriores se ha encontrado las siguientes características particulares en la administración del parque:

Debilidades: Falta de una dirección especializada en el área de sistemas.

Fortalezas: Disposición de la administración para la aplicación de proyectos.

Amenazas: Permisos legales en proyectos de innovación y financiamiento.

Oportunidades: Áreas disponibles dentro del parque para la implementación.

Objetivos	Actividad	Soporte	Fotografía
<p>Vinculación con la administración del parque para el desarrollo del plan de implementación de árboles solares.</p>	<p>Facilitación y acceso de planos e información requerida del Parque Papagayo</p>	<p>Colaboración de la dirección general, de finanzas y operativa</p>	
<p>Verificar las zonas apropiadas para la implementación del árbol solar.</p>	<p>Identificación de zonas vulnerables para la realización del proyecto.</p>	<p>Se contó con el apoyo del DR. Ramón Rivera Espinosa de la Universidad de Chapingo Puebla.</p>	
<p>Acuerdos con la asociación ambientalista Guerreros Verdes A. C.</p>	<p>Reuniones con la asociación para establecer acuerdos de seguimientos de la propuesta</p>	<p>Secretario de la asociación Roberto Flores Sánchez.</p>	
<p>Establecer el punto de instalación de los árboles solares.</p>	<p>Localización de los puntos de instalación de árboles solares en el Parque Papagayo.</p>	<p>Utilizando los equipos de GPS y aplicando los sistemas de Información Geográfica (SIG).</p>	

Tabla 5: Fotografías de actividades

Fuente: Diseño propio



Tabla 6: Fotografías de vuelo de Dron en el Parque Papagayo

Mapeo de las áreas de instalación mediante el vuelo del Dron DJI Phantom 2. Se utilizó el software PIX4D como herramientas de digitalización de capas vectoriales para el mapeo geográfico de polígonos.

Área de ubicación	Punto geográfico	Servicio requerido	Imagen
Transformador Árbol de la paz	405734.14 m E	Pruebas de aislamiento	
Transformador Restaurante del Lago	405230.72 m E	Prueba de humedad del aceite (acidez)	
Transformador fuentes danzarinas	1864626.45 m N	Prueba de rigidez dieléctrica del aceite	
Transformador área de la piñata	1864069.50 m N	Limpieza y ajuste de conexiones	
Transformador área centro social	405510.09 m O	Limpieza y ajuste de conexiones	

Tabla 7: Subestaciones de campo

Fuente: Diseño propio

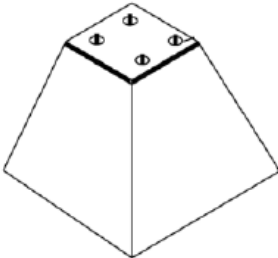
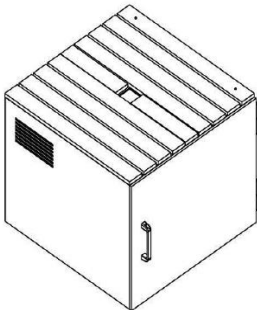
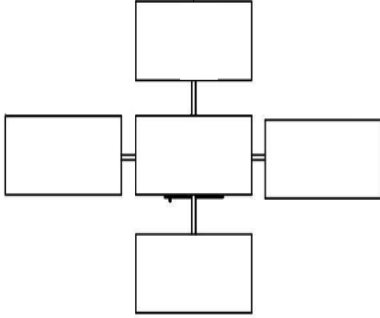
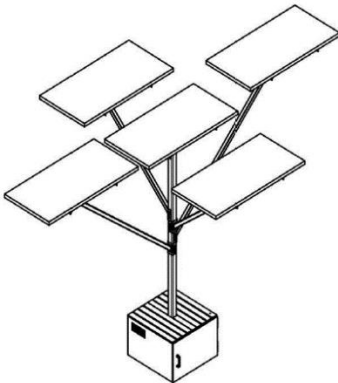
Pieza	Dimensiones	Componentes	Estructura
Base	Altura de 30 cm con una base de 1 m ² . cuadrado.	Base de concreto con soporte de herrería y tornillería de cabeza hexagonal.	
Cajón	Altura de 50 cm de altura con una base 1 m ² cuadrado.	Cajón de madera con compuerta de acceso a componentes electrónicos y salida de conexión.	
Paneles.	Largo por panel de 1.20 m ² . de largo x 50 cm de ancho.	Celdas fotovoltaicas semiconductoras de silicio con capacidad de 100W cada una.	
Estructura.	Altura de 5 m ² . de altura con una inclinación de 90 grados.	Estructura de herrería de acero galvanizado anclada a base de concreto recubierta por caja de madera.	

Tabla 8: Informe técnico del árbol solar

Fuente: Diseño propio

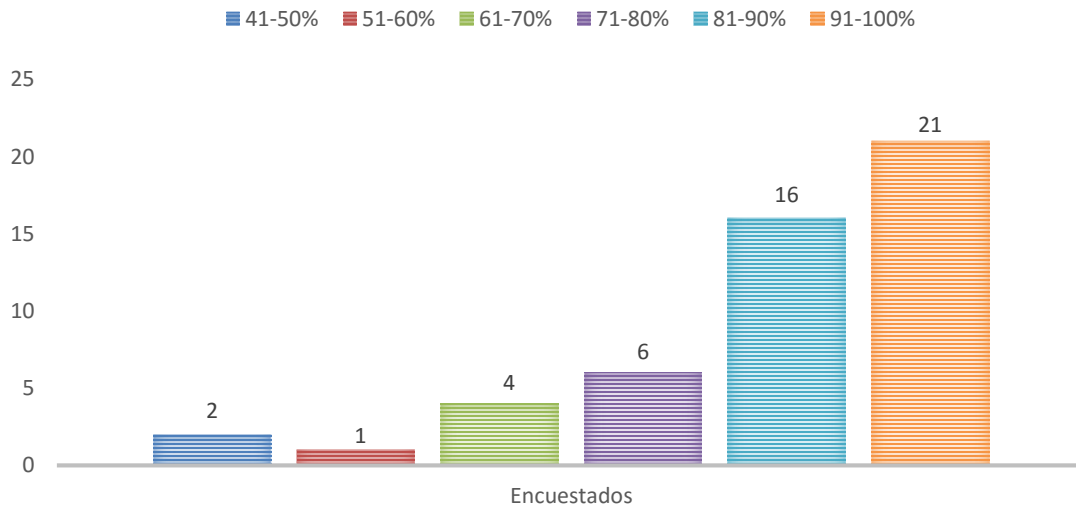
4.1 Resultados de la encuesta

Encuesta digital del proyecto



Captura de pantalla 1: Aplicación de la encuesta

Fuente: Encuesta del proyecto árbol solar



Gráfica 7: Intervalo de porcentaje de la encuesta

Fuente: Encuesta del proyecto árbol solar

Resultados de porcentajes de las preguntas de la encuesta

Datos de la encuesta:

Numero de preguntas: 10

Número de personas encuestadas: 50

Lugar de la encuesta: Parque Papagayo

Tipo de encuesta: Digital

Escala de puntuación: de 0% a 100%

Promedio general: 90%

Preguntas realizadas:

Pregunta 1

¿Con que frecuencia visita el Parque Papagayo?

Puntuación promedio = 82%

Pregunta 2

¿Qué tan frecuentemente utilizas algún equipo electrónico como celular o computadora durante tu visita en el Parque Papagayo?

Puntuación promedio = 86%

Pregunta 3

¿Qué lugares visita en el Parque Papagayo?

Puntuación promedio = 68%

Pregunta 4

¿Qué tan dispuesto/a está usted a cambiar su estilo de vida para reducir el daño que le está causando al medio ambiente?

Puntuación promedio = 83%

Pregunta 5

¿Usted estaría dispuesto a realizar acciones para combatir el cambio climático?

Puntuación promedio = 93%

Pregunta 6

¿Considera necesario tener un espacio de recreación para la sociedad y al mismo tiempo poder usarlo como lugar de captación de energía solar para la generación de energía eléctrica sustentable para combatir los efectos del cambio climático?

Puntuación promedio = 93%

Pregunta 7

¿Ha necesitado cargar algún equipo o dispositivo electrónico como celulares o tabletas cuando está de visita en el Parque Papagayo?

Puntuación promedio = 88%

Pregunta 8

¿Le gustaría que existiera un punto de acceso de carga de energía eléctrica renovable para sus dispositivos electrónicos en el Parque Papagayo?

Puntuación promedio = 88%

Pregunta 9

¿En qué lugar de las cinco posibles áreas detectadas como factibles para instalar árboles solares le gustaría que se colocaran para funcionar como puntos de accesos a energías renovables en el Parque Papagayo?

Puntuación promedio = 97%

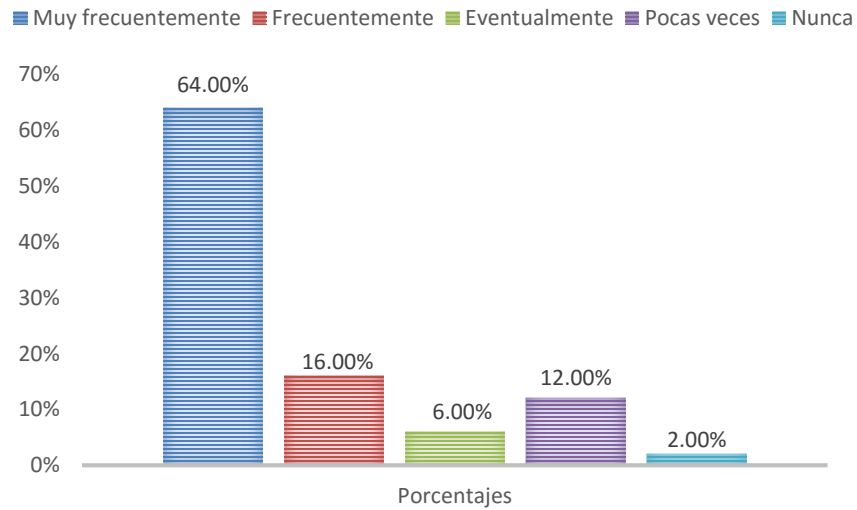
Pregunta 10

¿Qué tipo de diseño le gustaría que tuviera el prototipo del árbol solar?

Puntuación promedio = 86%

Pregunta 1:

¿Con que frecuencia visita el Parque Papagayo?

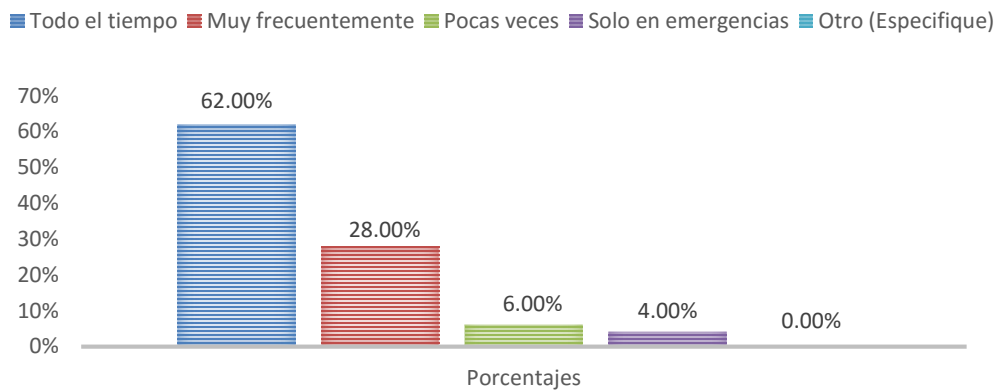


Gráfica 7: Resultados de porcentajes pregunta 1

Fuente: Encuesta del proyecto árbol solar

Pregunta 2:

¿Qué tan frecuentemente utilizas algún equipo electrónico como celular o computadora durante tu visita en el Parque Papagayo?

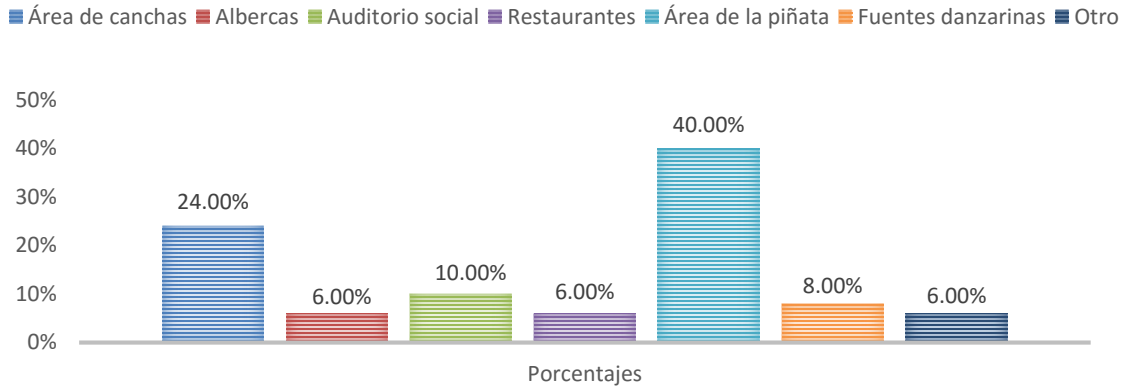


Gráfica 8: Resultados de porcentajes pregunta 2

Fuente: Encuesta del proyecto árbol solar

Pregunta 3:

¿Qué lugares visita en el Parque Papagayo?

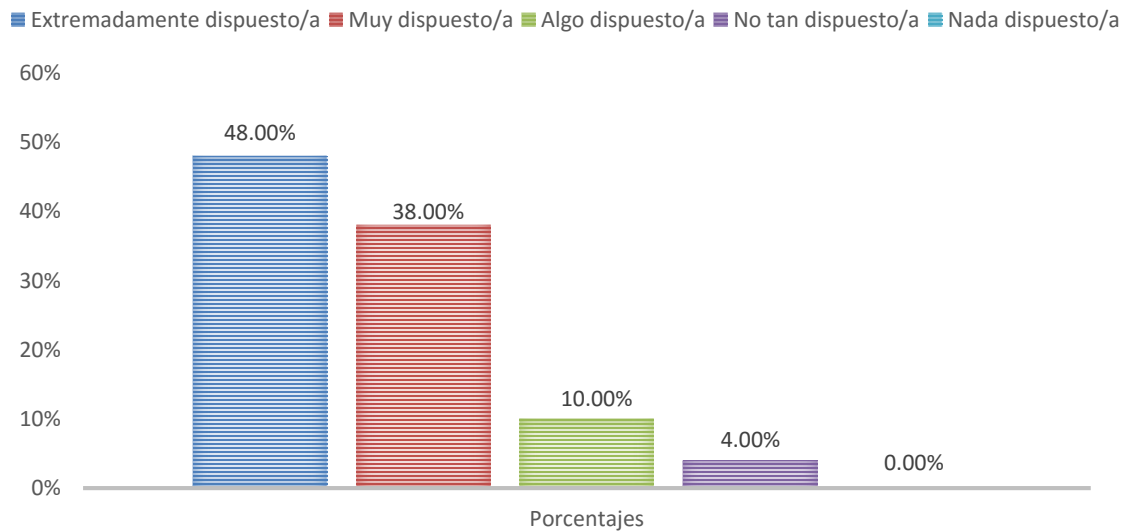


Gráfica 9: Resultados de porcentajes pregunta 3

Fuente: Encuesta del proyecto árbol solar

Pregunta 4:

¿Qué tan dispuesto/a está usted a cambiar su estilo de vida para reducir el daño que le está causando al medio ambiente?

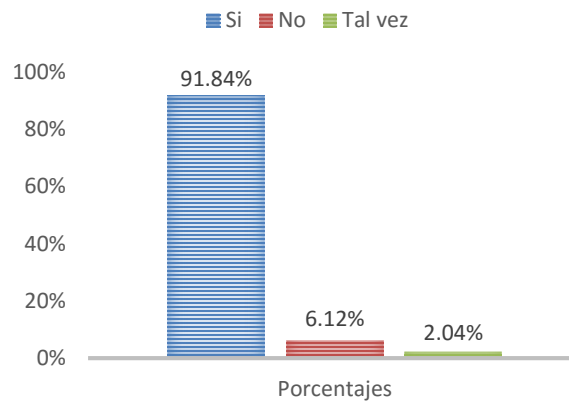


Gráfica 10: Resultados de porcentajes Pregunta 4

Fuente: Encuesta del proyecto árbol solar

Pregunta 5:

¿Usted estaría dispuesto a realizar acciones para combatir el cambio climático?

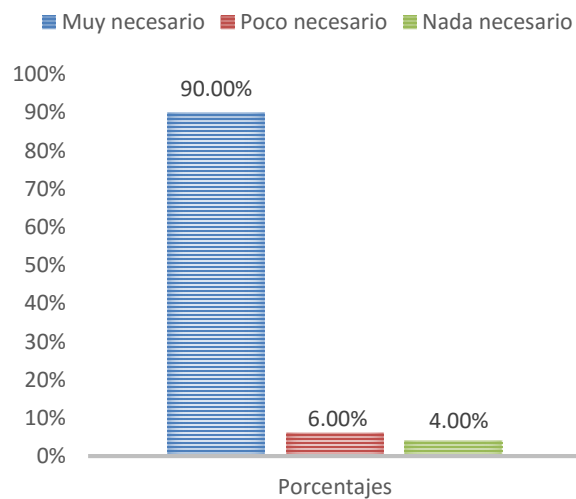


Gráfica 11: Resultados de porcentajes pregunta 5

Fuente: Encuesta del proyecto árbol solar

Pregunta 6:

¿Considera necesario tener un espacio de recreación para la sociedad y al mismo tiempo poder usarlo como lugar de captación de energía solar para la generación de energía eléctrica sustentable para combatir los efectos del cambio climático?

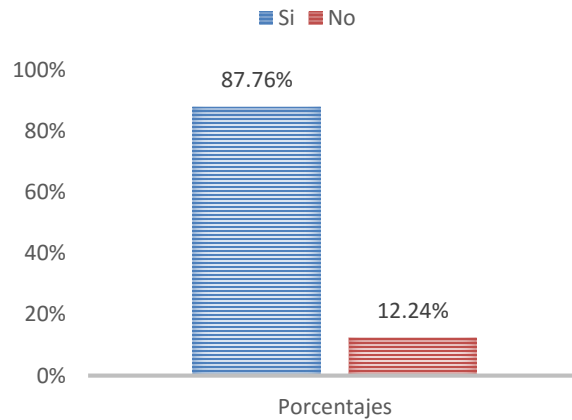


Gráfica 12: Resultados de porcentajes pregunta 6

Fuente: Encuesta del proyecto árbol solar

Pregunta 7:

¿Ha necesitado cargar algún equipo o dispositivo electrónico como celulares o tabletas cuando está de visita en el Parque Papagayo?

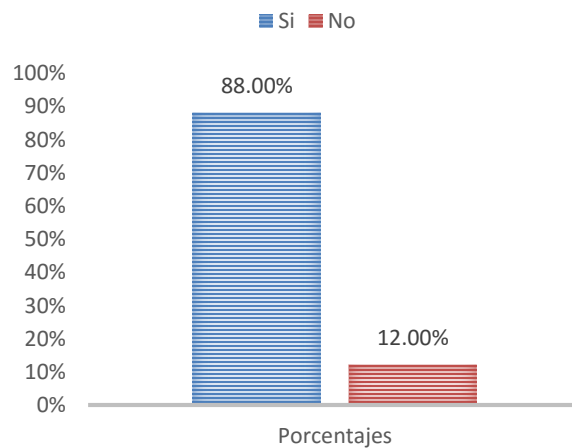


Gráfica 13: Resultados de porcentajes pregunta 7

Fuente: Encuesta del proyecto árbol solar

Pregunta 8:

¿Le gustaría que existiera un punto de acceso de carga de energía eléctrica renovable para sus dispositivos electrónicos en el Parque Papagayo?

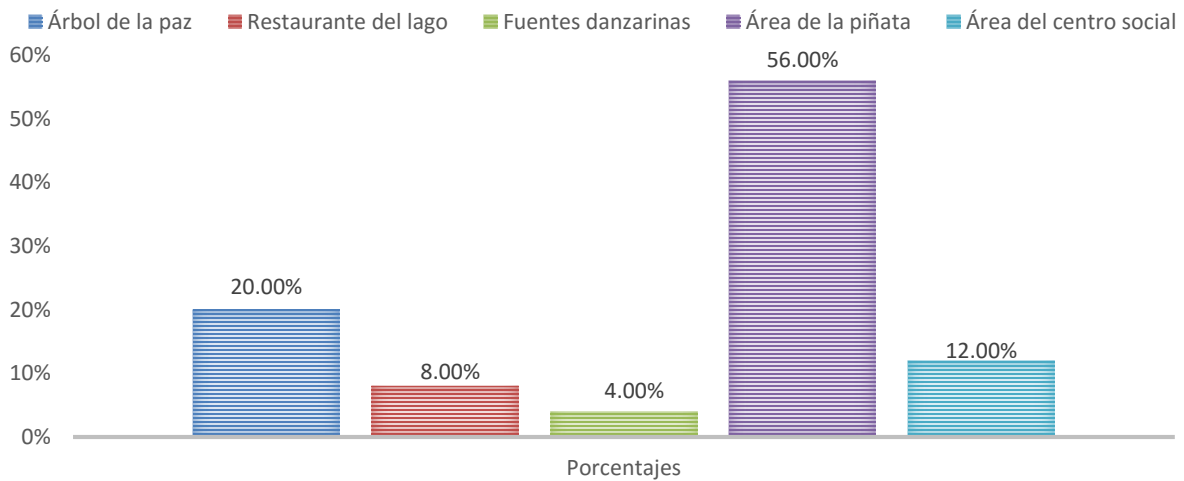


Gráfica 14: Resultados de porcentajes pregunta 8

Fuente: Encuesta del proyecto árbol solar

Pregunta 9:

¿En qué lugar de las cinco posibles áreas detectadas como factibles para instalar árboles solares le gustaría que se colocaran para funcionar como puntos de accesos a energías renovables en el Parque Papagayo?

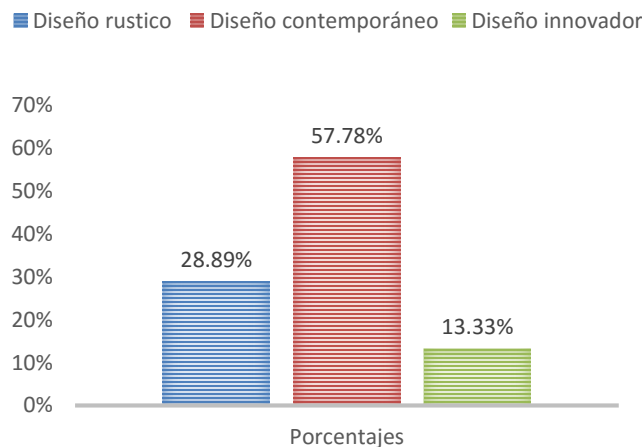


Gráfica 15: Resultados de porcentajes Pregunta 9

Fuente: Encuesta del proyecto árbol solar

Pregunta 10:

¿Qué tipo de diseño le gustaría que tuviera el prototipo del árbol solar?



Gráfica 16: Resultados de porcentajes pregunta 10

Fuente: Encuesta del proyecto árbol solar

4.2 Entrevistas

Nombre	Cargo	Fecha
C. Mario Hernández Zamora.	Director General del Parque Papagayo de Acapulco.	Entrevista personal realizada el 22 de enero del 2018.
C.P. Arturo Vergara Barba.	Director de finanzas del Parque Papagayo de Acapulco.	Entrevista personal realizada el 25 de enero del 2018.
Ing. Lorenzo Victoriano Aguirre.	Director Operativo del Parque Papagayo de Acapulco.	Entrevista personal realizada el 28 de enero del 2018.

Tabla 8: Entrevistas realizadas

Fuente: Diseño propio