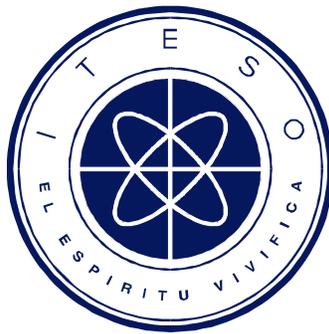


INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE OCCIDENTE

Reconocimiento de validez oficial de estudios de nivel superior según acuerdo secretarial 15018, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 29 de noviembre de 1976.

Departamento del Hábitat y Desarrollo Urbano
MAESTRÍA EN PROYECTOS Y EDIFICACIÓN SUSTENTABLE



Viabilidad de producción de energía eléctrica en la vivienda a partir de sistemas de paneles solares en fraccionamientos estudiados de Culiacán-Área Metropolitana de Guadalajara.

Trabajo recepcional para obtener el grado de
MAESTRA EN PROYECTOS Y EDIFICACIÓN SUSTENTABLE

Presenta: Arq. Itzel Yazmin Payan Quiñonez

Asesor: Dr. David Vargas del Río

San Pedro Tlaquepaque, Jalisco, agosto de 2016

AGRADECIMIENTOS

Si “la administración del gran sistema del universo, el cuidado de la felicidad universal de todos los seres racionales y sensibles, es labor de Dios, no del hombre”, como lo menciona Adam Smith (1759) en su documento *La teoría de los sentimientos morales*. La mayor institución de este ser Omnipresente y Omnipotente en la tierra es sin duda *La Familia*, pues es en este nicho donde se forma un ser humano; en sus tristezas y alegrías se forma su carácter, y es aquí donde comienza a esbozarse su rol en la sociedad y donde empiezan a bosquejarse los matices de ésta. Reitero un profundo agradecimiento a mi familia, la cual desde cada miembro ha sido parte de mi formación y mis ansias de crecimiento integral. El amor y apoyo incondicional de mi madre, la confianza de mi padre, y el respaldo y compañía de mi hermana, han sido siempre el soporte de mi persona y de mis acciones; así como una boya y faro en las derrotas y la principal compañía en momentos de presenciar las metas cumplidas.

Se agradece la guía y el apoyo del Dr. David Vargas por su confianza e insistencia en la confianza propia y del camino a seguir durante el proyecto de investigación.

Agradecimiento también para los amigos y compañeros que alivian la presión académica. Y agradecer de la misma forma a todas las personas, familia, amigos y conocidos que acompañaron mi camino en esta etapa.

Al mismo tiempo se agradece de sobremanera al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) y al ITESO por el apoyo y confianza otorgados al iniciar este trayecto de mi carrera profesional.

Itzel Payan

RESUMEN

La capacidad de recuperación del planeta se ha visto disminuida como consecuencia de las inmensurables acciones progresistas y los patrones de consumo de recursos, mientras que la emisión de gases de efecto invernadero (GEI), resultado del consumo de hidrocarburos, ha logrado impactar el clima global. Por ello la búsqueda de fuentes alternativas de producción energética resulta una acción importante en la reducción de la contaminación ambiental; sin embargo, su utilización se reduce a los estratos más afluentes de la sociedad.

El presente proyecto pretende evaluar cuán viable es económicamente el uso de paneles solares en la vivienda mexicana no perteneciente a estratos socioeconómicamente altos, comprender la relación entre los habitantes y el consumo de electricidad, así como su punto de vista respecto a la autoproducción con otras fuentes de energías renovables, en particular los paneles solares. Para ello se realizó un estudio comparativo en tres áreas de distinto nivel socioeconómico del Área Metropolitana de Guadalajara y de la ciudad de Culiacán, haciendo uso de métodos cualitativos y cuantitativos: análisis de datos secundarios, observación directa, entrevistas semiestructuradas, encuestas a nivel de los hogares y generación de escenarios económicos.

Los resultados señalan que aun cuando en el corto plazo hay condiciones poco favorables para una transición hacia las energías renovables en estratos sociales con menores recursos—particularmente por los subsidios económicos—, a mediano y largo plazo parece haber mejores condiciones para su uso debido a la caída progresiva en los costos de los paneles solares y los avances tecnológicos, y las modificaciones a las políticas energéticas a nivel nacional. En espera de aportar un mayor bienestar a las familias mexicanas y lograr un consumo eficiente de energía, se proponen algunos lineamientos normativos y estrategias de difusión que podrían ampliar el uso de esta tecnología y transitar hacia una sociedad energéticamente más sustentable, y orientar al país en el marco de cumplimiento de los compromisos adquiridos en los tratados internacionales.

PALABRAS CLAVE: Energías renovables, Energía Solar, Eficiencia energética, Panel Solar, Vivienda social, Guadalajara (México), Culiacán (México).

Contenido

AGRADECIMIENTOS	i
RESUMEN	i
ABREVIATURAS	0
I. INTRODUCCIÓN.....	1
<i>CONCEPTUALIZACIÓN DE LA PROBLEMÁTICA DE ESTUDIO.....</i>	4
<i>Sustentabilidad energética y los sistemas de paneles solares.....</i>	4
<i>Contexto energético mexicano y condiciones para una transición sustentable</i>	9
<i>Sustentabilidad energética desde la vivienda social.....</i>	15
II. ESTADO DEL ARTE DE LA INVESTIGACIÓN EN GENERACIÓN DE ELECTRICIDAD CON PANELES SOLARES A NIVEL VIVIENDA	20
<i>Energía solar fotovoltaica.....</i>	21
<i>Contexto legal y normativo de la generación de energía solar fotovoltaica a nivel vivienda</i>	30
III. DISEÑO METODOLÓGICO	39
<i>Elección metodológica.....</i>	41
Encuesta	42
Entrevistas	53
<i>Observación directa.....</i>	53
Modelo económico de los costos del consumo de electricidad y la producción de energía renovable en la vivienda	54
Recopilación, categorización y análisis de resultados.....	58
IV. CONSTRUCCIÓN CONTEXTUAL DE LAS ZONAS DE ESTUDIO	59
<i>Descripción de los casos estudiados en el Área Metropolitana de Guadalajara, Jalisco</i>	59
Fraccionamiento Misión de Viñedos.....	60
Fraccionamiento Los Arrayanes.....	68
Fraccionamiento Parques del Bosque	71
<i>Descripción de los casos estudiados en la ciudad de Culiacán, Sinaloa</i>	74
Fraccionamiento Alturas del Sur	75
Fraccionamiento Prados del Sur	78
La cúspide	81
V. PRESENTACIÓN DE HALLAZGOS.....	85
<i>Aspecto socioeconómico</i>	85

<i>Análisis financiero</i>	88
<i>Análisis de encuestas y discusión de resultados</i>	90
<i>Equipamiento de electrodomésticos en la vivienda y su agrupación por nivel socioeconómico</i> ..	97
<i>Percepción social de la energía y las fuentes alternativas de energías renovables</i>	104
<i>Escenarios para el futuro de los paneles solares</i>	113
VI. CONCLUSIONES	116
<i>Reflexión final</i>	120
VII. BIBLIOGRAFÍA.....	122
VIII. ANEXOS.....	128
<i>Anexo 1. Diseño de la encuesta</i>	128
<i>Anexo 2. Compilación de encuestas de cada fraccionamiento</i>	131
<i>Anexo 3. Diseño de la entrevista</i>	133
<i>Anexo 4. Tabla de conversión de consumo energético a CO2</i>	134

Contenido de tablas

Tabla 1. Clasificación para el consumo doméstico de la Comisión Federal de Electricidad	11
Tabla 2. Proyección de capacidad adicional instalada del 2018-2028 (MW)	38
Tabla 3. Radiación estacional en territorio mexicano.....	49
Tabla 4. Características de las viviendas seleccionadas en ambas zonas de estudio.....	49
Tabla 5. Modelo económico de los costos del consumo de electricidad y la producción de energía renovable en la vivienda	56
Tabla 6. Comparativo de características socioeconómicas y demográficas relacionadas con el consumo eléctrico de los casos de estudio.....	85
Tabla 7. Tabla de frecuencias y gráfica de media de encuestas aplicadas en las zonas de estudio.....	90
Tabla 8. Tabla de análisis de correlaciones bivariadas entre las variables obtenidas.....	91
Tabla 9. Anova de Gasto aproximado en la cuenta de CFE/ zona.....	92
Tabla 10. Gasto aproximado en la cuenta de CFE según la zona	93
Tabla 11. Tabla de medias del gasto aproximado en la cuenta de CFE	93
Tabla 12. Anova de influencia del ingreso mensual sobre el gasto aproximado en la cuenta de CFE.....	94
Tabla 13. Anova de la influencia del tipo de ocupación sobre el gasto aproximado de la cuenta de CFE.....	94

Tabla 14. Distribución de electrodomésticos según el nivel socioeconómico de los fraccionamientos.....	97
Tabla 15. ANOVA de influencia del uso de los electrodomésticos en el gasto aproximado de la cuenta de CFE	98
Tabla 16. ANOVA de influencia del uso de los electrodomésticos en el gasto aproximado de la cuenta de CFE	99
Tabla 17. Consumo eléctrico de electrodomésticos (FIDE).....	100
Tabla 18. Tabla de frecuencia de usos por fraccionamiento	101
Tabla 19. Conocimiento del origen de la energía eléctrica que se usa en la vivienda.....	104
Tabla 20. Tabla de percepción de la importancia al consumo de energía para el desarrollo social.....	105
Tabla 21. Tabla de percepción de relación entre un alto consumo energético y una mejor calidad de vida.....	105
Tabla 22. Tabla de percepción del consumo eléctrico en un futuro.....	106
Tabla 23. Tabla de percepción sobre la posibilidad de generar electricidad en la vivienda... ..	108
Tabla 24. Tabla de percepción de la calidad de energía que se consume en la vivienda.....	108
Tabla 25. Tabla de contingencia entre los fraccionamientos estudiados y las medidas de ahorro que se presentan	109

Contenido de ilustraciones

Ilustración 1. Tarifa en clasificación doméstico de alto consumo (DAC).....	12
Ilustración 2. Esquema de una célula solar	24
Ilustración 3. (A) Separación de portadores por el campo de unión p-n, (B) Intensidad de corriente exterior de la célula solar.	25
Ilustración 4. Esquema general de un sistema fotovoltaico.	27
Ilustración 5. Disposición de las filas de paneles solares.....	27
Ilustración 6. Calculadora de paneles solares.	29
<i>Ilustración 7. Línea de tiempo marco jurídico principal de regulación de la energía.....</i>	<i>32</i>
Ilustración 8. Estrategias de regulación jurídica para impulsar la tecnología de paneles solares en la vivienda.....	38
Ilustración 9. Proceso general de la metodología.	42
Ilustración 10. Área Metropolitana de Guadalajara.....	43
Ilustración 11. Ciudad de Culiacán, Sinaloa.	44
Ilustración 12. Radiación estacional de primavera en territorio mexicano.	45
Ilustración 13. Ubicación de zonas de estudio en el mapa de radiación solar en territorio mexicano (primavera).....	45

Ilustración 14. Radiación estacional de verano en territorio mexicano.....	46
Ilustración 15. Ubicación de las zonas de estudio en el mapa de radiación solar en territorio mexicano (verano).	46
Ilustración 16. Radiación estacional de otoño en territorio mexicano	47
Ilustración 17. Ubicación de zonas de estudio en mapa de radiación solar en territorio mexicano (otoño).	47
Ilustración 18. Radiación estacional de invierno en territorio mexicano.	48
Ilustración 19. Ubicación de zonas de estudio en mapa de radiación solar en territorio mexicano (invierno).....	48
Ilustración 20. Clasificación de la vivienda	50
Ilustración 21. Datos para cálculo de los sistemas de paneles solares.....	56
Ilustración 22. Plan financiero a 5 años.....	57
Ilustración 23. Plan financiero con módulos de 4 y 6 paneles a 15 años	57
Ilustración 24. Modelo de presentación del contexto de investigación	58
Ilustración 25. Zonas a estudiar en la AMG.....	59
Ilustración 26. Fraccionamiento Misión de los Viñedos.	60
Ilustración 27. Acceso a Misión de los Viñedos.....	61
Ilustración 28. Fachada publicada en Web para venta de fraccionamiento (izq.). Planta tipo de vivienda en fraccionamiento Misión de los Viñedos (cent. Y der.)	61
Ilustración 29. Fachadas de viviendas y vialidades de fraccionamiento Misión de los viñedos.	62
Ilustración 30. Vivienda unifamiliar en Misión de los Viñedos.....	63
Ilustración 31. Vivienda multifamiliar en Misión de los Viñedos.	63
Ilustración 32. Áreas verdes y de recreación con las que cuentan los residentes en el fraccionamiento.....	64
Ilustración 33. Colindancia Misión de los Viñedos.....	64
Ilustración 34. Vialidades de fraccionamiento Misión de los viñedos.....	64
Ilustración 35. Vialidades de fraccionamiento Misión de los Viñedos	65
Ilustración 36. Fraccionamiento Los Arrayanes.	68
Ilustración 37. Fachadas y vialidades de Los Arrayanes.....	69
Ilustración 38. Fraccionamiento Parques del Bosque.....	71
Ilustración 39. Fraccionamiento Parques del Bosque, fachadas y vialidades.	72
Ilustración 40. Vialidad de fraccionamiento Parques del Bosque	72
Ilustración 41. Zonas a estudiar en la ciudad de Culiacán, Sinaloa.....	74
Ilustración 42. Fraccionamiento Alturas del Sur.	75

Ilustración 43. Vialidades en fraccionamiento Alturas del Sur.....	76
Ilustración 44. Fraccionamiento Prados del Sur.....	78
Ilustración 45. Fachadas y vialidades de Prados del Sur.	79
Ilustración 46. Fraccionamiento La Cúspide.....	81
Ilustración 47. Fachadas y vialidades de La Cúspide.....	82
Ilustración 48. Viviendas y vialidades del fraccionamiento La Cúspide.....	83
Ilustración 49. Encuesta aplicada parte 1.....	128
Ilustración 50. Encuesta aplicada parte 2.....	129
Ilustración 51. Encuesta aplicada parte 3.....	130

ABREVIATURAS

AMAI	Asociación Mexicana de Agencias de Inteligencia de Mercado y Opinión
AMG	Área Metropolitana de Guadalajara
CFE	Comisión Federal de Electricidad
CLN	Culiacán
DAC	Doméstico de Alto Consumo
ER	Energía(s) Renovable(s)
GEI	Gases de Efecto Invernadero
INFONAVIT	Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores
NAMA	Acciones Nacionales Apropriadas de Mitigación
NSE	Nivel Socio Económico
MDP	Millones de pesos
MEM	Master Environmental Management
SEDESOL	Secretaría de desarrollo social

I. INTRODUCCIÓN

La necesidad de sostener las actividades de la sociedad actual ha dado como resultado una gran cantidad de tecnologías orientadas a la producción de energía. Un grupo de estas tecnologías, denominadas como energías renovables, prometen reducir la producción de gases de efecto invernadero y el agotamiento de los combustibles fósiles. Estas tecnologías, llamadas también como energías limpias, aprovechan recursos naturales renovables como la luz solar, el viento, las mareas de los océanos. Sin embargo, actualmente su uso está limitado a los estratos sociales más afluentes.

El supuesto inicial que se ha planteado para esta investigación fue que los paneles solares podrían ser una tecnología que podría contribuir a la sustentabilidad y, al mismo tiempo, ofrecer posibilidades económicas a las clases más bajas en las viviendas de interés social. Sin embargo, al iniciar el proyecto de investigación y durante la evolución del mismo hubo una constante observación: los paneles solares no son económicamente viables para la vivienda social a causa de los subsidios. La posición ante esta dificultad migró a la de investigar hasta qué punto es o no factible la producción de energía en la vivienda mediante sistemas de paneles solares, y cuál es la percepción de los consumidores de energía eléctrica respecto a la autoproducción de energía solar. La percepción generalizada carecía de fundamentos y respondía a prejuicios que invalidarían de facto el proyecto de investigación. Si bien, es sabido que esta alternativa es factible para los hogares que presentan consumos eléctricos elevados y en niveles socioeconómicos favorecidos; no es claro cuándo comienza a ser factible para las clases medias. Por otra parte, no es sólo cuestión económica, la viabilidad incluye al menos una dimensión social como percepciones, clichés, deseos, etc., también se encuentra involucrada una dimensión legal y política que están en constante cambio, además del factor ambiental.

Los altos costos de inversión en los sistemas de paneles solares, las incertidumbres existentes entre los potenciales usuarios, las limitantes en las existentes regulaciones a la producción de energía en la vivienda y la falta de contacto con las personas son algunas de las barreras a las que se enfrenta esta tecnología para lograr alcanzar su uso extendido. Es debido a esto que el buscar una alternativa incluyente de los distintos estratos sociales para la generación de energía a partir de fuentes ajenas a los hidrocarburos, fue la motivación para continuar con el estudio.

En el presente trabajo de investigación se aborda un análisis comparativo de dos zonas de la república mexicana, la ciudad de Culiacán en Sinaloa y el área metropolitana de Guadalajara en Jalisco. Dicho análisis pretende establecer la viabilidad socioeconómica de la aplicación de paneles solares en la vivienda para generar energía eléctrica para el consumo de sus habitantes. Se estudiaron seis zonas con tres niveles socioeconómicos diferentes: bajo, medio y medio alto. Con el objetivo de evaluar cómo es la relación entre los habitantes de dichos fraccionamientos y la electricidad, su percepción ante la generación de energía eléctrica a partir de paneles solares y las condiciones socioeconómicas existentes para la probable implementación de dicha tecnología.

En virtud del desarrollo del presente proyecto de investigación se llevó a cabo una metodología mixta mediante el desarrollo de un proceso que involucró una metodología cuantitativa y cualitativa, la cual consistió de la aplicación de una encuesta en las diferentes zonas de estudio de ambas localidades, el desarrollo de un modelo económico y financiero, así como la realización de entrevistas semi-estructuradas a actores vinculados al suministro de sistemas de paneles solares. Además se investigó sobre la situación legal y política sobre la autogeneración energética en la vivienda.

A partir de este documento se espera contribuir a la expansión del uso de esta tecnología así como los beneficios que ésta representa tanto a los usuarios como al medio ambiente y las condiciones de vida de la sociedad mexicana.

Concluyendo en la pertinencia y viabilidad del uso de los sistemas de paneles solares bajo un modelo de financiamiento a largo plazo y con una tasa de interés de un 15 % o menor. Se proponen algunos lineamientos que pueden ser referencia en la búsqueda por alternativas de difusión y normatividad para hacer posible la el uso extendido de esta tecnología.

CONCEPTUALIZACIÓN DE LA PROBLEMÁTICA DE ESTUDIO

Sustentabilidad energética y los sistemas de paneles solares.

La sustentabilidad, punto clave en el tema que concierne a este trabajo de investigación, es y ha sido desde su origen un término controversial, variable y digno de análisis y discusión (Calvente, 2007). Una de las razones de su aparición fue la preocupación de profesionales conocedores de los efectos producidos como consecuencia de las actividades económicas globales. Por citar un ejemplo, en la década de 1960, la bióloga Rachel Carlson mencionó su preocupación por el uso del pesticida diclorodofeniltricloroetano (DDT) y sus numerosos efectos sobre la biota. Su libro, *Primavera silenciosa*, sumado a la primera fotografía de nuestro planeta generó la percepción de la tierra como un espacio limitado. Se la concebía hasta entonces a la tierra como eterna e ilimitada. Luego, a partir de este y otros estudios, comenzó una carrera contra el tiempo sobre el control y manejo de los recursos naturales (Dryzek, 2013). Es de esta forma que se comienza a crear una conciencia ambiental, que ha ido evolucionado y transformándose, y adquiriendo mayor fuerza, a medida que la sociedad mundial queda expuesta a las consecuencias y riesgos que representa el nivel de daño ocasionado a los ecosistemas. Se puede caer en un equivocado juicio de observarlo como un tema “de moda. La sustentabilidad en cambio, es un tema que aparece como un constante denominador en la percepción de la sobrevivencia de nuestra especie y su ritmo de vida. Sin duda es el mayor reto de este siglo. Y, a medida que la preocupación aumenta, también aumenta el interés de diversos actores por orientarla a su propia visión. Así puede entenderse también gran parte de la controversia que el término despierta.

La acción internacional marcó pauta en el avance sobre el compromiso del cuidado del medio ambiente, los ecosistemas y sus servicios. A través de conferencias, declaraciones y compromisos, diversos países se fueron sumando a este objetivo (Pérez, 2007). Tetreault (2004) en su documento “Una Taxonomía de modelos de desarrollo sustentable” expone que la Comisión Mundial de Medio Ambiente y Desarrollo, misma que desarrollaría el informe de Bruntland, detallaría

el entonces nuevo concepto de desarrollo sustentable, que sigue vigente como el punto de referencia más importante. Dicho informe sirvió como base para elaborar el plan de acción Agenda 21, con lo que se llegó al modelo de sustentabilidad dominante:

“El desarrollo sustentable es un desarrollo que satisface las necesidades del presente sin disminuir las habilidades de las generaciones futuras de satisfacer las suyas...”

Por su parte, para Enrique Leff (2002), en el libro *Saber Ambiental: sustentabilidad, racionalidad, complejidad, poder*, expone la sustentabilidad de la siguiente manera:

“la sustentabilidad es el tiempo de la hibridación del mundo- la tecnologización de la vida y la economización de la naturaleza-, de mestizaje de culturas, de diálogo de saberes, de dispersión de subjetividades, donde se está des construyendo y reconstruyendo el mundo, donde se están re significando identidades y sentidos existenciales a contracorriente con el proyecto unitario y homogeneizante de la modernidad. Son tiempos donde emergen nuevos valores y racionalidades que reconducen la construcción del mundo.”

Considerando otro punto de vista de la sustentabilidad, Laura Pérez Bustamante (2007) ha descrito el consumo sustentable, en su documento “Los derechos de la sustentabilidad. Desarrollo, consumo y ambiente”; como:

“el uso de bienes y servicios que responda a las necesidades básicas y traiga una mejor calidad de vida, al tiempo que minimiza el uso de recursos naturales, de materiales tóxicos y las emisiones de desperdicios y contaminantes durante todo el ciclo de vida del servicio o producto, de manera de no poner en peligro las necesidades de las generaciones futuras.”

Para Max-Neef (1998), es claro que debe hacerse un planteamiento de crecimiento, evolución y de utilización de recursos en la búsqueda de un cuidado ambiental que nos permita crecer sin devastar el planeta. Sin embargo, el autor plantea varias interrogantes, entre las que se destacan las siguientes: ¿Qué es lo

prioritario, el desarrollo económico o la sustentabilidad ambiental?, ¿Cuáles son nuestras necesidades?, ¿Cuáles serán las necesidades de las futuras generaciones? Si bien este pensamiento se dio hace 17 años, se hace esta mención en consideración a que es hoy por hoy cuando los cuestionamientos hechos por Max-Neef sobre cuáles serán las necesidades de las generaciones futuras, tienen aún mayor peso de importancia. A la par de que nuevas generaciones han crecido y exacerbado, presentando cada una características distintas, evolutivas en pensamiento, costumbres, actividades, etc.

Como consecuencia de que no se han cumplido de manera favorable las recomendaciones para el cuidado del medio ambiente ante el cambio climático que fueron formuladas en instancias internacionales, surgen cuestionamientos como los siguientes: ¿De qué manera hay que continuar actuando respecto al medio ambiente? ¿Hasta qué punto el sistema natural de nuestro planeta podrá soportar el cambio y afecciones que producimos como especie dominante? Así, se puede considerar preciso un replanteamiento de paradigmas y valores ante esta problemática.

Max-Neef planteó la energía como una medida de la sustentabilidad, es decir, cuánta energía requieren cada una de nuestras actividades y si ésta es en su medida una variable que sea sustentable y ecológicamente sana, o bien, una muestra del despilfarro energético que se presenta de manera colectiva. Ello obligó a una reflexión acerca del consumo energético de nuestra sociedad y su dependencia de los combustibles fósiles, así como a la búsqueda de fuentes alternativas de energía. La agudeza de este análisis como medida de sustentabilidad, sumado a los considerables impactos que acarrea la generación energética con las técnicas tradicionales, convirtió a la búsqueda de fuentes renovables de generación energética un tema destacado dentro de una agenda internacional; preocupada por el equilibrio ambiental y la lucha contra el cambio climático en las últimas décadas. De ahí que se invierta una cantidad cada vez de recursos en el diseño de fuentes alternativas de energía. Entre ellos, destaca la inversión en el diseño de paneles solares cada vez más eficientes, y la generación

de estrategias para incorporarlas en edificaciones y viviendas del medio rural y urbano.

Ciertamente, los paneles solares son una de las fuentes de generación energética que debe ser destacada. Ovalle (2014) señala que la cantidad de unidades de paneles fotovoltaicos instalados en todo el mundo cubren un área cercana a los 600,000 kilómetros cuadrados. Esto representa una superficie superior al territorio de 150 naciones independientes, de un total de 197 países asociados a la Organización de las Naciones Unidas. A su vez, la EPIA (European PV Industry Association) afirma que en 2012 se superó la barrera de los 100 GW de energía solar fotovoltaica instalada en el mundo, incrementándose en 37GW para el 2013. En este sentido, destacan China, Australia, India e Israel por el incremento del desarrollo de su mercado fotovoltaico. Otros países como México, Sudáfrica y Chile también se están sumando a esta carrera. Por su parte, países como Alemania, Japón, Países Bajos, Noruega y Suecia, se han comprometido con el cuidado del medio ambiente, creando procesos y políticas avanzadas; logrando con esto una alta eficiencia energética, bajas emisiones contaminantes per cápita y baja generación de basura doméstica (Cohen, 2005). Mediante dichas acciones éstos países se ajustan a los propósitos visualizados por el acuerdo de Kyoto, tratado llevado a cabo en 1997, con el que se pretende que los países firmantes reduzcan sus emisiones contaminantes en un 5.2% de acuerdo a las mediciones de 1990 (Lagos, G. Vélez, C., 2010). El avance de la energía solar fotovoltaica producida en el mundo evita la emisión de 53 millones de toneladas de CO₂ cada año, las que de otro modo se hubiesen producido en centrales generadoras a carbón, funcionando las 24 horas del día (Ovalle, 2014).

Las políticas públicas son un elemento central en la extensión de las tecnologías basadas en energías renovables. El Consejo Mundial de Energía alinea a 129 países con base en tres criterios: la seguridad energética (gestión efectiva y fiable de los recursos energéticos autóctonos), la equidad energética (accesible y asequible para toda la población) y la sostenibilidad ambiental (desarrollo de fuentes de energías renovables y de baja emisión de carbono)

(Tyler, 2013). No obstante, solo algunos de los países firmantes de dicho tratado son actores importantes en la fabricación y uso de tecnologías renovables. Es mediante sus aportaciones tecnológicas que contribuyen en asegurar un mejor consumo energético y la producción de energía limpia, en la búsqueda por contrarrestar los efectos de las emisiones de gases de efecto (GEI) invernadero y a su vez teniendo como finalidad mejorar el panorama climático mundial. Un caso destacado es el de Alemania, país que se ha convertido en ejemplo de reestructuración en sus políticas públicas. Esto ha traído consigo beneficios económicos: debido a que a partir de incentivos comerciales han logrado una recuperación de inversión de 21.6 billones de euros y 200,000 empleos en sistemas de energía renovable, dentro de un período de 10 años. Otros países que han logrado aumentar el número de empleos obtenidos gracias a los sistemas de energías renovables son: Dinamarca, con 20,000 empleos generados gracias a la energía eólica, o Estados Unidos, con 450,000 empleos en 2006 (Lund, P. 2008). Otros ejemplos destacados que pueden asociarse a políticas públicas adecuadas son China o Japón, países productores de sistemas de energías renovables, donde casi el total de su producción (80% de colectores solares) es destinado al mercado doméstico o local (Lund, P. 2008).

Los expertos mundiales fijan en tres los factores que permitirán la expansión definitiva de las instalaciones fotovoltaicas en otros países del mundo: 1) La capacidad de atracción de capitales debido a la adopción de políticas económicas permanentes con respaldo estatal, 2) Leyes regulatorias de explotación y expansión del sistema eléctrico existente, que le permitan competir sanamente a los nuevos inversionistas de generadores fotovoltaicos y 3) El atractivo y la plena aceptación ciudadana que supone la utilización de la energía fotovoltaica asociándola a un noble valor, acuñado a fuerza en estos últimos treinta años (Protocolo de Kioto de por medio, 1997).

Contexto energético mexicano y condiciones para una transición sustentable

La historia de la industria eléctrica de México surge como respuesta a la necesidad de satisfacer las necesidades de la industria textil de León Guanajuato, lugar donde se instaló la primera termoeléctrica en 1879. Posteriormente se instaló en la Cd. De México con el fin de abastecerla de alumbrado público, y con la instalación de una planta hidroeléctrica en Batopilas, Chihuahua, que abastecería las necesidades de la minería (Reséndiz- Nuñez, 1994).

Fue de esta manera como se comienza el desarrollo de la industria de energía eléctrica a nivel nacional. En un principio los excedentes de la energía producida se destinaban a los consumidores comerciales y a particulares. Posteriormente se crearon empresas destinadas a la producción de electricidad, capitalizando las fuentes de energía y sus concesiones, a un bajo costo. Como punto de partida existió gran actividad de capital nacional en el desarrollo de dicha industria; sin embargo, consecutivamente se establecieron empresas con capital extranjero, mismas que consideraron la electrificación rural como un negocio no redituable. Ello dio lugar a una polarización de los beneficios de la industria eléctrica hacia la población. Como consecuencia, ante la falta de una adecuada legislación en materia de la industria eléctrica, las compañías existentes se beneficiaron de una gran cantidad de exenciones y privilegios dentro de las actividades de suministro eléctrico que realizaban. Por lo que se vio necesaria la intervención del gobierno con la creación de medidas regulatorias y se pudo observar que ésta industria ejerce una influencia de capital importancia en los aspectos social, económico y político de una comunidad (Reséndiz- Nuñez, 1994). Por esta razón, en 1937 se creó la Comisión Federal de Electricidad (CFE), con el propósito de nacionalizar la generación y el suministro de energía eléctrica en el país. Por lo que se compraron las acciones de las diferentes compañías operantes de la industria eléctrica en el país y fue en 1962 que se publicó la primera tarifa nacional que eliminaría las diversas tarifas existentes aplicadas por regiones del territorio de la República (Reséndiz- Nuñez, 1994). Se registró en 2004 que la CFE se haría cargo de la distribución eléctrica en todo el país (CFE, 2015). Durante

poco más de los últimos treinta años la política nacional estuvo orientada por cinco ejes políticos que han debilitado al sector energético, así como los indicadores de sustentabilidad y seguridad energética del Estado.

El primer eje político se refiere a la forma de organización institucional y el reparto de recursos, el cual de ser un modelo de control central se convierte en mercado abierto, liberando la inversión y el comercio, pudiendo ser éste interno o externo. El segundo eje insta a la promoción del gas natural como sustituto de otras fuentes energéticas. El tercero fue la concentración de recursos públicos en la extracción de petróleo crudo. La forma de utilizar a las paraestatales Petróleos Mexicanos (Pemex) y CFE como instrumentos para lograr estabilidad macroeconómica, se expresa como el cuarto eje. Y finalmente, el quinto eje se enfoca en la búsqueda de seguridad energética en un marco regional, pactando con otros países como Canadá y Estados Unidos (Sheinbaum, C. et al., 2009).

Esta es la historia que da lugar a una estructura monopólica de generación eléctrica, que da lugar a un panorama económico y financiero poco alentador para la aplicación de nuevas fuentes de producción de energía renovable: apuestas estatales y formas de generación que ponen en segundo plano el impacto ambiental por la generación, mientras dificultan la innovación tecnológica. Un tema delicado es el de los subsidios a la energía eléctrica y la especulación en torno a éstos. Hacia el año 2015, la CFE presenta 7 clasificaciones de consumo (tabla 1). Cada clasificación tiene un determinado rango de consumo y costos por estación del año. Una vez sobrepasado el consumo máximo, se tiene un consumo doméstico de alto consumo (DAC), esta clasificación se puede observar más adelante en la tabla 1(CFE).

Viabilidad de producción de energía eléctrica en la vivienda a partir de sistemas de paneles solares en fraccionamientos estudiados de Culiacán-Área Metropolitana de Guadalajara.

Tabla 1. Clasificación para el consumo doméstico de la Comisión Federal de Electricidad

TARIFA	LIMITE		COSTO /kWh (2015)		
			Ver	F ver	
1	250 kWh/mes	Básico 1-75	0.793		
		Intermedio 76-140	0.956		
		Excedente	2.802		
1 ^a	300 kWh/mes	Básico 1-100	0.697	Básico 1-75	0.793
		Intermedio 101-150	0.822	Intermedio 76-150	0.956
		Excedente	2.808	Excedente	2.802
1B	400 kWh/mes	Básico 1-125	0.697	Básico 1-75	0.793
		Intermedio 126-225	0.802	Intermedio 76-150	0.956
		Excedente	2.802	Excedente	2.802
1C	850 kWh/mAes	Básico 1-150	0.697	Básico 1-75	0.793
		Intermedio bajo 151-300	0.822	Intermedio 76-175	0.956
		Intermedio alto 301-450	1.050		
		Excedente	2.802	Excedente	2.802
1D	1,000 kWh/mes	Básico 1-175	0.697	Básico 1-75	0.793
		Intermedio bajo 176-400	0.822	Intermedio 76-2000	0.956
		Intermedio alto 401-600	1.050		
		Excedente	2.802	Excedente	2.802
1E	2,000 kWh/mes	Básico 1-300	0.583	Básico 1-75	0.793
		Intermedio bajo 301-750	0.726	Intermedio 76-2000	0.976
		Intermedio alto 751-900	0.948		
		Excedente	2.802	Excedente	2.802
1F	2,500 kWh/mes	Básico 1-300	0.583	Básico 1-75	0.793
		Intermedio bajo 301-1200	0.726	Intermedio 76-2000	0.956
		Intermedio alto 1201-2500	1.768		
		Excedente	2.802	Excedente	2.802

Fuente: Elaboración propia a partir de:

www.cfe.gob.mx/Aplicaciones/CCFE/Tarifas/Tarifas/Tarifas_casa.asp?Tarifa=DACAnual2003&anio=2015

Ilustración 1. Tarifa en clasificación doméstico de alto consumo (DAC).

Tarifa DAC

Tarifa Doméstica de Alto Consumo

Esta tarifa se aplica cuando el consumo bimestral promedio registrado en los últimos 12 meses es superior de acuerdo a la siguiente tabla:

Tarifa	Límite para ingresar a tarifa de alto consumo
1	500 kWh/ bimestre
1A	600 kWh/ bimestre
1B	800 kWh/ bimestre
1C	1,700 kWh/ bimestre
1D	2,000 kWh/ bimestre
1E	4,000 kWh/ bimestre
1F	5,000 kWh/ bimestre

Fuente: CFE (2012) Tarifa DAC, disponible en:

http://www.cfe.gob.mx/casa/4_Informacionalcliente/Paginas/Tarifa-DAC.aspx

Como se desprende de esta política estatal, las viviendas clasificadas con la tarifa doméstica de alto consumo (DAC) presentan una alta viabilidad económica y son el mayor nicho de mercado para la inversión en la tecnología de generación de electricidad mediante sistema de paneles solares. Esto debido principalmente a los altos costos asociados al precio tarifario en el que se encuentran categorizadas. Ciertamente, el costo de los sistemas de paneles solares juega un papel central, y ellos dependen en gran parte del tipo de cambio o valor de la moneda nacional que ha venido sufriendo impactos debido a sucesos externos que golpean la economía del país. Por esta razón, resulta lógico pensar que el (considerado) elevado costo de la tecnología de paneles solares, aunado a un gasto de consumo eléctrico subsidiado en las viviendas de menor nivel social lo vuelven poco viable.

Sin embargo, México parece estar alineando con las directrices globales en materia de generación eléctrica sustentable (ver anexo 2). Las nuevas reformas a la ley permiten la generación por cogeneración, o generación distribuida, lo que consiente generar electricidad para autoconsumo a cualquier persona física o moral, sin sobrepasar límites establecidos y con convenio de venta de excedentes a la CFE (LAERFTE). Con dichas reformas aprobadas el año 2014 por el gobierno mexicano, la decreciente cifra de reservas petroleras, el precio decreciente en paneles solares y otras fuentes alternativas de generación eléctrica alternativa, sugieren que esta situación tiende a modificarse. Además, las políticas mexicanas parecen señalar un cambio que permitiría la generación de electricidad en pequeña escala. En el Diario Oficial de la Federación pueden leerse algunas líneas de acción del Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018 para asegurar el abastecimiento de la energía eléctrica en el país (DOF, 2013):

- Impulsar la reducción de costos de generación de energía eléctrica para hacer posible la reducción de las tarifas
- Homologar las condiciones de suministro de energía eléctrica en el país
- Diversificar la composición del parque de generación eléctrica
- Promover el uso eficiente de la energía, así como el aprovechamiento de fuentes renovables, mediante la adopción de nuevas tecnologías y la implementación de mejores prácticas.

Al mismo tiempo, la Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética (LAERFTE) señala que el sector eléctrico se deberá enfocar en incorporar energías no fósiles en su cartera de fuentes primarias de energía, teniendo como meta un 35% de la generación con este tipo de fuentes para 2024, dándose dicha transición bajo la incertidumbre sobre el costo y el origen del gas natural, del cual se espera un incremento en su uso (SENER, 2015).

Más aún, ante un inestable comportamiento del petróleo en los mercados internacionales, en México se han fijado planteamientos y directrices que buscan lograr los objetivos contraídos con el compromiso del Protocolo de Kyoto,

aplicando acciones que buscan reducir el impacto al medio ambiente y el cambio climático a través un programa de acciones mitigantes denominado Acciones Nacionales Apropriadas de Mitigación (NAMA). Es así, como se ha invertido en proyectos de producción de energías renovables mediante parques eólicos, centrales geotérmicas, hidroeléctricas y el uso de biomasa. Además se han creado proyectos pilotos para la reducción de consumo y aprovechamiento sustentable de la energía en los hogares.

Es necesario indicar que este cambio o transición energética hacia fuentes renovables que provean de energía más limpia no se puede concebir sin hablar de la eficiencia energética, la cual se tendría que alcanzar por parte de los usuarios de la energía eléctrica. Moreno (2012) interpreta la eficiencia energética como la reducción del consumo de energía, sin menoscabo de nuestra calidad de vida, afectando lo menos posible el ambiente y fomentando un comportamiento sustentable en su uso. Además, considera que es el camino más indicado para reducir las emisiones contaminantes de dióxido de carbono (CO₂) a la atmósfera y, por tanto, contribuir a detener el calentamiento global del planeta y el cambio climático. Incluso, a partir de la eficiencia energética en las viviendas sería posible un mejor aprovechamiento de la energía solar generada mediante fuentes de energía renovables.

Estos signos permiten inferir que es posible alcanzar una cultura energética eficiente y sustentable que permita disminuir el impacto actualmente ocasionado y sus consecuencias. Así como ganar terreno en la búsqueda de una autonomía energética eléctrica como algunos países desarrollados han ido obteniendo a través de la evolución de sus políticas y regulaciones; pero sobre todo debido a su enfoque o visión de país que pretenden llegar a ser mediante de un crecimiento sustentable. Así mismo progresar en la producción de la vivienda con calidad en el país, ya que según Haramoto (1995), una vivienda es más que tener un tejado bajo el que cobijarse.

Sustentabilidad energética desde la vivienda social

De acuerdo a la Asociación Mexicana de Agencias de Inteligencia de Mercado y Opinión (AMAI, 2016), la vivienda mexicana puede clasificarse en 7 categorías, basándose en un modelo estadístico que permite una clasificación objetiva y cuantificable de acuerdo a su nivel socioeconómico (NSE), una vez que se satisfacen sus necesidades de espacio, salud e higiene, comodidad y practicidad, conectividad, entretenimiento dentro del hogar, planeación y futuro. La clasificación de la AMAI se basa en la “Regla AMAI 8x7”, desarrollada por el comité de Niveles Socio Económicos y considera siete características o posesiones del hogar además de la escolaridad de la persona que más aporta al gasto: 1) escolaridad del jefe del hogar, 2) número de habitaciones, 3) número de baños completos, 4) número de focos, 5) número de autos, 6) posesión de regadera, 7) posesión de estufa y 8) tipo de piso.

Las clasificaciones de NSE que presenta la AMAI son las siguientes:

- **A/B**, Segmento con el más alto nivel de vida del país, se tiene cubiertas todas las necesidades de bienestar y es el único que cuenta con recursos para invertir y planear para el futuro. Actualmente representa el 3.9 % de los hogares del país.
- **C+**, segundo nivel con el más alto nivel de vida en el país. Igual que el segmento A/B, se tienen cubiertas todas las necesidades de calidad de vida, sin embargo tiene ciertas limitantes para invertir y ahorrar para el futuro, representan actualmente el 9.39 % de los hogares del país.
- **C**, este segmento está caracterizado por haber alcanzado un nivel de vida práctica y con ciertas comodidades, cuenta con infraestructura básica en entretenimiento y tecnología. Actualmente este grupo representa el 10.7 % de los hogares del país.
- **C-**, estos hogares son caracterizados por tener cubiertas las necesidades de espacio y sanidad, cuentan con los enseres y equipos que aseguran el mínimo de practicidad y comodidad en el hogar, representan el 12.8 % del total de hogares del país.

- **D+**, en este segmento se tiene cubierta la mínima infraestructura sanitaria de su hogar, representan el 19.0 % de los hogares del país.
- **D**, el segundo segmento con menor calidad de vida, caracterizado por haber alcanzado una propiedad, pero carece de diversos servicios y satisfactores, es el grupo más numeroso representando el 31.8 % de los hogares del país.
- **E**, este segmento cuenta con menos calidad de vida o bienestar que los anteriores, carece de todos los servicios y bienes satisfactores. Actualmente representa el 12.5 % de los hogares del país.

El término vivienda se refiere no solo a un lugar donde habitar, sino que incluye una gama de facilidades que junto con una casa son necesarios para un entorno de vida sano. Estas incluyen el abastecimiento de agua y de energía, el saneamiento, el drenaje, y el acceso a las redes de transporte (Haramoto, 1995).

Haramoto (1995) se refiere a la vivienda social como una vivienda evolutiva y expone que según los hechos, toda vivienda es evolutiva y dinámica, porque es una entidad ecológica cuyo habitante está en proceso de desarrollo; la familia y los grupos humanos van modificándose con el transcurrir del tiempo y sus requerimientos en cuanto a calidad de vida cambian. Ello hace necesario adecuar el hábitat que lo cobija en mayor o menor grado, según sea su capacidad de adaptación.

Una vez hecha la observación anterior es que la generación de energía eléctrica en la vivienda de niveles sociales medios o bajos, puede dejar de ser una idea distante para convertirse en una realidad próxima. Por un lado, debido a la tendencia política descrita, que tiende a favorecer el avance de las fuentes de energía renovables; como respuesta oportuna tanto para la búsqueda de una diversidad energética como para la mejora de las condiciones de vivienda en el país. Por otro lado, debido a la posibilidad de recuperar la economía de los propietarios de las viviendas que ofrece el avance de tecnologías, como los

paneles solares, que son cada vez más accesibles. Ello podría impulsar una sociedad autosuficiente y soberana en la producción, el uso y consumo de la energía, como un factor de empoderamiento ante un panorama de desigualdad socio-económica que tiende a profundizar y perpetuar la exclusión de las minorías (Wolff, 2008).

En el país existe un rezago habitacional de 9,045, 934 viviendas (CONAVI, 2014) de las cuales casi 4 millones corresponden a áreas urbanas (CONOREVI, 2011). Ante dicha cantidad de viviendas, y tomando en cuenta un consumo aproximado promedio de 2.057 kWh per cápita, según datos obtenidos en datos del Banco Mundial (2013), el sector de viviendas de niveles sociales más bajos representa un nicho de mercado importante para la auto-generación de energía eléctrica y por ende a la industria pertinente de energías renovables. Las dimensiones de este sector permiten pensar en la posible creación de una red de generación eléctrica, actualmente es conocida como generación distribuida, que representaría una forma de generación descentralizada a partir de pequeñas fuentes de energía (Inga, 2013). Ellas podrían estar instaladas cerca del punto donde se presenta el consumo final con potencias instaladas que varían de 3 a 10 kW (Inga, 2013).

Un claro ejemplo de la aplicación de sistemas de paneles solares en viviendas de escasos recursos es el estado de California en E.E.U.U., donde mediante a un nuevo programa público las empresas que más contaminan deben pagar por tonelada de CO₂ emitido. Se planea utilizar el capital recaudado en la compra de paneles solares para entregarlos a los hogares más pobres. Mediante el proyecto SB535, se pretende asegurar un trato justo para toda la gente de todas las razas, culturas o nivel de ingresos. Se instó también a implementar la Ley de California de Soluciones al Calentamiento Global del 2006, para lo que se identificaron las comunidades en desventaja utilizando criterios específicos geográficos, socioeconómicos, de salud pública y ambiental. Por lo que se desarrolló el Instrumento de Evaluación de la Salud Ambiental de las Comunidades de California (CalEnviroScreen), que mediante datos ambientales, de salud, y socioeconómicos para evaluar la medida en que las comunidades a través de todo

el Estado se encuentran agobiadas y vulnerables a la contaminación. Algunos otros objetivos que se buscan con dicho proyecto de ley, son ahorros en energía, trabajos de calidad y beneficios ambientales donde más se los necesitan, según palabras del legislador Kevin de León, quien presentó esta propuesta de Ley (Eastern Daylight Time, 2015).

Otro ejemplo de la aplicación de sistemas de paneles solares fotovoltaicos, es el barrio de Schlierberg, un barrio de Freiburg, Alemania. Un pequeño barrio de 59 viviendas, en donde se produce 4 veces más energía de la que el barrio consume. Todas las viviendas cuentan con paneles fotovoltaicos para recibir energía solar aprovechada de 1800 horas de sol que tienen al año. Con lo que se evitan aproximadamente 500 toneladas de CO₂ de emisión a la atmósfera (Ramírez, 2015).

Aldossary (2014), enfatiza que es evidente que se tienen que tomar importantes pasos para minimizar el consumo de energía en las viviendas existentes y en las futuras, donde éstas, al estar en la fase de diseño, tienden a lograr bajos niveles de consumo de energía y emisiones de carbono, así como de ser más capaces de adaptarse a los diversos climas. Por su parte, Canseco, Molina y Melgar Palacios (2014) en su discurso de la energía renovable en México, al igual que Torres, proponen que se deben de tomar medidas necesarias para avanzar en este tema en el país y en América Latina.

Molina (2014) en su presentación de “Energías renovables o combustibles fósiles: Reto ambiental”, propuso una serie de medidas paulatinas para resolver el problema de cambio climático, dentro de una estrategia llamada triángulos de estabilización. Algunas acciones necesarias para enfrentar al cambio climático serían:

- Establecer precio a las emisiones de GEI a través de un nuevo acuerdo internacional
- Incrementar la inversión en investigación, desarrollo y demostración de tecnologías en energía
- Expandir la cooperación internacional para la implementación de tecnologías de energía limpia en países en desarrollo

Con dichas propuestas se abre la posibilidad de aportar un abanico de alternativas o soluciones a los inconvenientes económicos que se presentan para la introducción y uso de eco-tecnologías, por ende implica la posibilidad de producir energía limpia en la vivienda a partir de fuentes renovables.

II. ESTADO DEL ARTE DE LA INVESTIGACIÓN EN GENERACIÓN DE ELECTRICIDAD CON PANELES SOLARES A NIVEL VIVIENDA

La pertinencia de una generación de electricidad con paneles solares a nivel de la vivienda puede inferirse por la abundancia del tema en la literatura. Por ejemplo: la viabilidad de un sistema de paneles solares en pequeña escala en Bogotá abordado por Ortiz (2013); abundantes manuales sobre el manejo y cuidado adecuado de los paneles solares; el análisis de la viabilidad económica del uso de ésta tecnología en residencias de entornos urbanos y la descripción de los tipos de instalaciones fotovoltaicas (Sánchez Pacheco, 2010); el abordaje de la transición hacia una vivienda de interés social sostenible (Montoya, 2010); estrategias para una transición energética partiendo de un punto de vista envolvente o integral de las edificaciones (Echeverría A., s.f.); el estudio de nuevas tecnologías para introducir energías renovables a las edificaciones en España (Lecuona Neumann, et. al., 2005). La exposición de la necesidad de la expansión del uso de los sistemas de paneles solares en Chile, asumiendo tres factores de factibilidad para la expansión definitiva de esta tecnología (Ovalle, 2014). O el análisis general del campo de las energías renovables en América Latina (Canseco, 2010).

En los próximos dos sub-apartados se presentan los conceptos que dan sentido al objeto de estudio del presente proyecto de investigación; además se exponen las circunstancias normativas a la que se exponen los paneles solares en México.

Energía solar fotovoltaica

Newbold (1983) señala que el estudio antropológico de los procesos energéticos se basa en la primera y segunda Leyes de la Termodinámica. La primera Ley señala que la energía no se puede crear ni destruir, pero puede cambiar de forma. La segunda Ley enuncia que al cambiar de forma la energía se reduce inevitablemente de una entropía superior a una entropía inferior, la entropía se refiere a un estado de dispersión última e irreversible que puede ser considerado como calor desechado. Si entendemos la energía como aquello indispensable para realizar una transformación o cambio; pudiendo obtenerse de transformaciones en sí que representan grandes cambios al entorno. La capacidad del ser humano de generar energía le daría(al ser humano) ventajas sobre otras especies y fue lo que permitió expandirse sobre ellas (Wilbanks, 2009).

De J. Sardón (2003) define la energía como toda causa capaz de producir un trabajo o transformar una forma de energía en otra; se produciría en diferentes fuentes y es almacenada de distintas formas. El mismo autor señala que las fuentes de energía se pueden clasificar en primarias o secundarias, según pueda obtenerse de ellas la energía directamente o sea necesario recurrir a otra fuente. La energía puede presentarse de distintas formas, siendo las más importantes la cinética, mecánica, térmica, luminosa, electromagnética y eléctrica (de J. Sardón, 2003). Es esta última forma de energía, la eléctrica, la que aparece como resultado del movimiento de partículas cargadas eléctricamente dentro de campos eléctricos y magnéticos. Así, los electrones fluyen formando corrientes eléctricas en el interior de los conductores, por acción de los campos eléctricos establecidos dentro de estos (de J. Sardón, 2003). Este flujo de electrones conocidos como corriente eléctrica, se mueve a través de cables conductores (i Domènech, J. S., & Pujol, J. S., 1998). De J. Sardón argumenta que la energía eléctrica puede ser clasificada en renovable y no renovable, según que su energía se siga produciendo en la actualidad y su consumo sea repuesto, o que ya no se produzca y su consumo acabe por agotar la reserva. Las reservas fósiles como el petróleo, carbón y gas natural pertenecen a las fuentes no renovables. En cambio, son

renovables la energía solar, la eólica, la hidráulica, la biomasa y la debida a mareas, olas y gradientes térmicos permanentes.

Las energías renovables (ER) representan una respuesta importante a la demanda generalizada de un modelo sustentable de progreso que no afecte a las generaciones futuras. Su eficaz aprovechamiento contribuirá a la conservación y uso eficiente de los recursos no renovables (Torres, 2006). Twidell y Weir definen como energía renovable “la energía que se obtiene a partir de corrientes de energía continua y recurrente en el mundo natural”. Por su parte, Sorensen la define como “todo flujo energético que se restablece al mismo ritmo que se utiliza” (Velasco, 2009). En este sentido, las energías renovables más importantes son:

- La **biomasa**, refiriéndose a la sustancia constitutiva de los seres vivos, la cual almacena energía que puede ser utilizada de diferentes formas y procesos, principalmente la combustión y la destilación. Pueden ser a través de plantas verdes, alimentos o madera (de J. Sardón, 2003).
- La **energía eólica** por su parte, originada por el Sol que ocasiona los diferentes calentamientos en las distintas zonas de la atmósfera, dando lugar a masas de aire de diferente densidad, lo que hace descender a las más densas y elevarse a las más ligeras. Sobre este movimiento inciden también el eje de rotación de la Tierra y la orografía de la superficie. Esta energía se aprovecha mediante turbinas eólicas (de J. Sardón, 2003).
- La **energía hidráulica**, a partir de la represa del agua se eleva su energía potencial que se usa posteriormente con una salida controlada. Primeramente transformándola en energía cinética para posteriormente convertirla en energía mecánica y eléctrica (de J. Sardón, 2003).
- La **energía solar** es generada a partir de la radiación de Sol que recibe la Tierra diariamente y que es esencial para la vida (de J. Sardón, 2003).

La energía renovable más importante para el contexto mexicano y, por tanto, para esta investigación es la energía solar, la cual toma particular relevancia para efectos de la presente investigación. La producción de electricidad puede realizarse de forma directa mediante paneles solares, o de forma indirecta a través de sistemas térmicos de concentración, que son utilizados para producir vapor que moverá las turbinas generadoras (de J. Sardón, 2003). Una vez que el efecto fotovoltaico fue descubierto por primera vez por el físico francés Edmund Becquerel en 1839, subsiguientemente la primera celda solar, fue inventada por Charles Fritts in 1884 (Terzioglu et al., 2015). Esta tecnología fue posteriormente empleada por la NASA para aplicarla en los satélites espaciales Vanguard y Skylab (Santamarta, 2006).

El efecto fotovoltaico puede ser explicado desde la física clásica. De acuerdo a esta disciplina, la materia está constituida por átomos en los que se puede distinguir entre el núcleo, que tiene fundamentalmente la masa del átomo y que está cargado positivamente, y los electrones, con carga eléctrica negativa y que se sitúan en movimiento alrededor del núcleo en ciertas capas o zonas posibles denominadas bandas de energía (Castro, 2000). En conjunto, el átomo es estable y eléctricamente neutro. Los electrones de la última capa del átomo se denominan electrones de valencia, según la fuerza con que éstos están ligados al núcleo y, por tanto, según la facilidad con la que se puedan desplazar de un átomo al contiguo, los materiales se pueden clasificar en dos clases: conductores y aislantes y que entre estos existe un tercer tipo, intermedio entre ambos, que son los semiconductores.

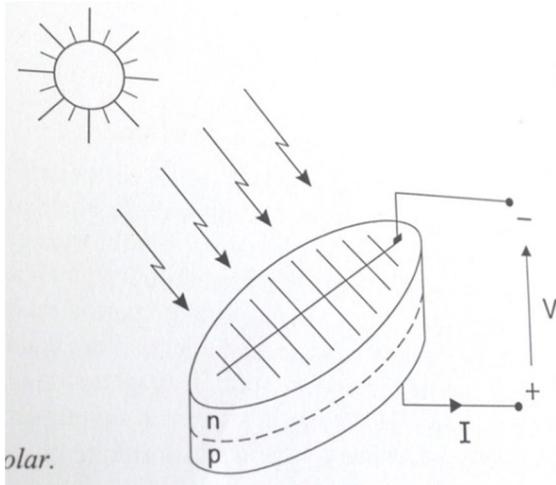


Ilustración 2. Esquema de una célula solar.

Fuente: M. Castro, J. et al. (2000). *Energía Solar Fotovoltaica*. Promotora General de Estudios, S.A. España. Pág. 11.

Las células solares están constituidas por materiales semiconductores, principalmente silicio (Si), elementos que transforman directamente parte de la energía solar que reciben en energía eléctrica (Castro, 2000). Este resultado denominado efecto fotovoltaico ocurre a partir del efecto de flujo de electrones que son liberados cuando el material de las celdas solares (silicio) recibe radiación solar, esto ocasiona una vibración de electrones. Después de esto, una sección de la celda recibe carga negativa y la otra sección carga positiva. Cuando ambos lados están conectados en un circuito se genera el flujo mencionado (Berinstain, 2001).

Para lograr formar este flujo de corriente en las celdas fotovoltaicas, la célula solar está formada por un disco delgado de silicio monocristalino de tipo "p" (dopado con boro) en el que una de sus superficies se ha sobredopado con fósforo hasta hacerla de tipo "n"; la unión "p-n" así formada es paralela a la superficie donde se ha hecho la difusión (Castro, 2000).

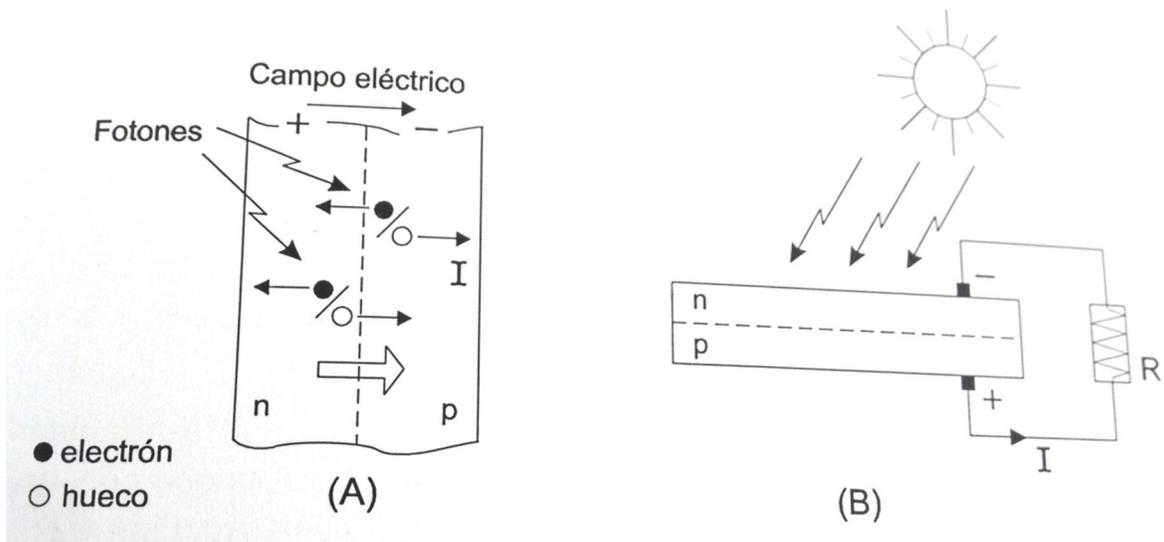


Ilustración 3. (A) Separación de portadores por el campo de unión p-n, (B) Intensidad de corriente exterior de la célula solar.

Fuente: M. Castro, J. et al. (2000). *Energía Solar Fotovoltaica*. Promotora General de Estudios, S.A. España. Pág. 9.

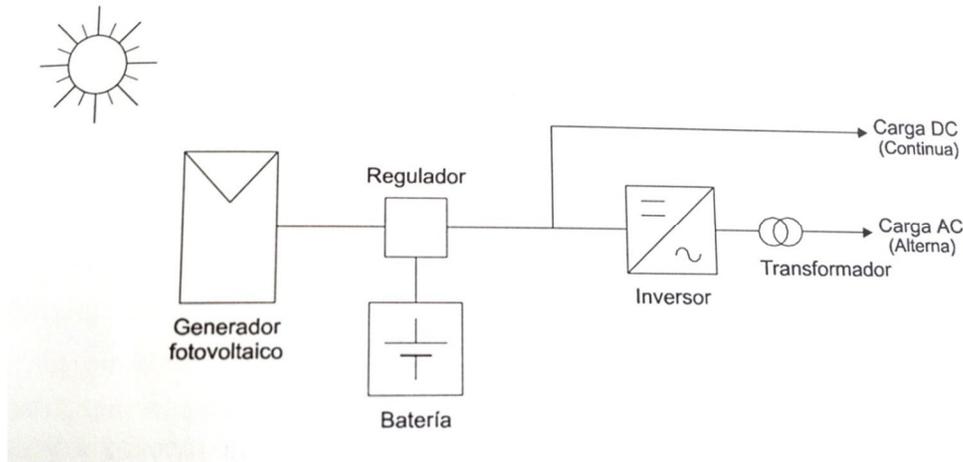
Las diferentes tecnologías en paneles solares son las de silicio cristalino de capa gruesa (al menos 1 mm de espesor) y las de silicio de capa delgada que tienen menor costo pero menos eficiencia y manufactura. Existen además tecnologías de tercera generación que tienen una mayor eficiencia pero un costo muy elevado, además de los concentradores de energía solar (Baker et. Al., 2013). Las de capa gruesa se subdividen en células solares de silicio mono cristalino, a las que se les agrega una superficie denominada texturado y una película anti reflejante. También hay células de silicio poli cristalino, formadas por pequeños cristales elementales y células de silicio semicristalino, granos de varios milímetros de diámetro de silicio amorfo. Por su parte, las células de película delgada, están formadas por una heterounión de dos materiales. Las de tercera generación se relacionan con células de sulfuro de cadmio y sulfuro cuproso. Y también hay células de arseniuro de galio (AsGa), desarrollada gracias a la fabricación de los diodos emisores de luz o LEDs. Estas últimas, inconvenientes por rareza del material y alto precio.

Los sistemas de paneles solares ofrecen ventajas como seguridad, combustible gratis, costo mínimo de mantenimiento, fácil de instalar, sistemas modulares, operación sin ruido y sin desperdicio. Otras ventajas del uso de paneles solares son las mediciones exactas, el uso eficiente de las áreas de azotea, la reducción de la demanda centralizada de energía y perfilar la energía en una red de múltiples recursos (Berinstain, 2001). Lund (2008) menciona el efecto positivo de su uso en las finanzas públicas y las consecuencias positivas en la creación de empleos a partir de los subsidios en los planes de energía renovable, como es el caso de Dinamarca. Las desventajas que presenta son que se requiere de una inversión inicial elevada debido que son productos de tecnología avanzada y con necesidad de gran almacenaje (Terzioglu et al., 2015). La principal preocupación relacionada con los paneles solares es la contaminación producida en la manufactura de los mismos así como en la disposición final, debido a que el polvo de silicio puede ser dañino ante la inhalación; los sistemas policristalinos de película fina por su parte, contienen arsénico y cadmio que son materiales peligrosos, y el principal problema ambiental compete en discernir qué pasa si se depositan en algún sitio o si se queman. Mientras que el cadmio y el seleniuro de hidrógeno, utilizados para elaborar diseleniuro de indio a su vez son tóxicos, al combinarse con otros elementos pierden su toxicidad y forman 1% parte de las células solares, entonces el problema sería la acumulación de paneles por su producción en masa (Berinstein, 2001).

Castro (2000) esquematiza los sistemas fotovoltaicos y los divide en dos partes: primero un generador fotovoltaico, elemento encargado en convertir la radiación solar que recibe en electricidad con unas características de tensión y de corriente que dependen tanto de la cantidad de radiación como de los parámetros constructivos del mismo. Dada la naturaleza y disponibilidad de la radiación solar, es fácil entender que con estos dos elementos por sí solos no es posible garantizar un suministro regular en el tiempo a las cargas consideradas. Por ello, son necesarios otros elementos accesorios que hagan funciones de complemento y almacenamiento de energía y que protejan el conjunto del sistema fotovoltaico (Baterías o acumuladores, regulador de carga, elementos de protección,

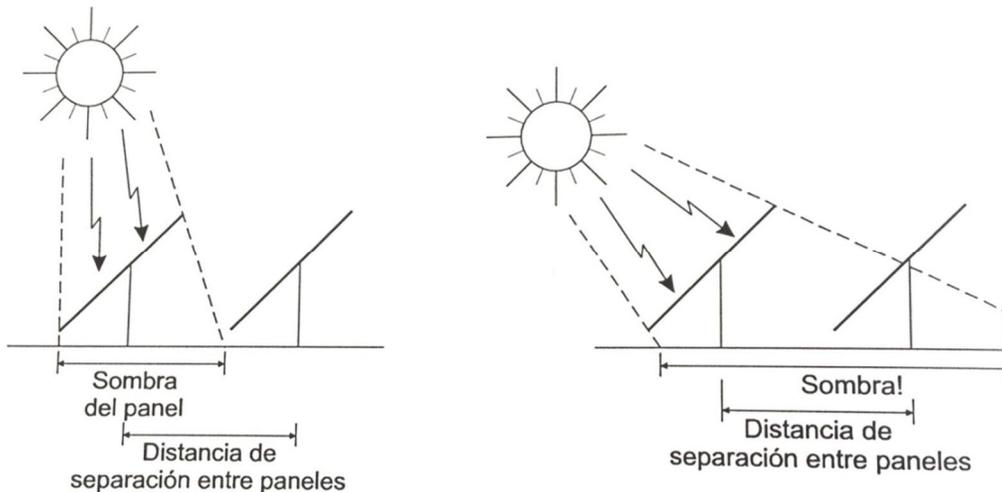
generador auxiliar). En segundo lugar, un inversor o acondicionador de la energía eléctrica, para adaptar la corriente continua producida por el generador fotovoltaico a las características eléctricas necesarias requeridas por las cargas a alimentar.

Ilustración 4. Esquema general de un sistema fotovoltaico.



Fuente: M. Castro, J. et al. (2000). *Energía Solar Fotovoltaica*. Promotora General de Estudios, S.A. España. Pág. 23

Ilustración 5. Disposición de las filas de paneles solares.



Fuente: M. Castro, J. et al. (2000). *Energía Solar Fotovoltaica*. Promotora General de Estudios, S.A. España. Pág. 34.

Domènech et al (1998) mencionan que en las casas conectadas a la red eléctrica hay una limitación de la potencia máxima absorbida en un momento dado

(equivalente a la potencia contratada en kilovatios), pero no hay ninguna limitación en lo referente a la cantidad de electricidad consumida en kilovatios-hora (la única “limitación” es el coste del recibo de la electricidad). Sin embargo, en una casa electrificada con un sistema autónomo fotovoltaico, la limitación es doble: por un lado, la potencia máxima consumida en un momento determinado estará acotada por la potencia máxima que puede proporcionar el ondulator o convertidor (que tiene que estar dimensionado respecto a las necesidades previstas), y por otro lado, el consumo diario de electricidad estará condicionado por la potencia fotovoltaica instalada y las variables climáticas. El número de paneles que conforma un sistema está determinado por la cantidad de energía necesaria para satisfacer el consumo eléctrico de los usuarios. Terzioglu et al. (2015) presentan la siguiente fórmula con la cual se puede calcular el número de paneles que requiere un sistema de paneles fotovoltaicos.

$$P_n = \frac{L_a \cdot I_{dc}}{I_p \cdot t_e}$$

Dónde:

P_n = número de paneles
 L_a = pérdida de actividad (20% en promedio)
 I_{dc} = capacidad diaria
 I_p = corriente del panel
 t_e = tiempo de captación solar efectivo

Otra alternativa para el cálculo de la cantidad de celdas de paneles solares requeridas son las calculadoras solares en la web. Un ejemplo aplicado a la vivienda es el sitio web ecotecnia, donde se venden paneles solares fotovoltaicos, y presentan esta opción de cálculo, en la cual se requiere de introducir información de tu recibo de gasto eléctrico, como se puede ver en la siguiente imagen. El resultado es el número de paneles y los ahorros ambientales que obtendrás, para posteriormente, buscar el kit que se satisfaga las necesidades energéticas presentadas y obtener un costo aproximado de cada opción ofertada.

Ilustración 6. Calculadora de paneles solares.

El cálculo es muy sencillo tan solo necesitas tu recibo de CFE.
Los datos dados son un aproximado.

Ingresa los datos de las casillas marcadas con *

1° Bimestre	<input type="text"/>	kWh *
2° Bimestre	<input type="text"/>	kWh *
3° Bimestre	<input type="text"/>	kWh *
4° Bimestre	<input type="text"/>	kWh *
5° Bimestre	<input type="text"/>	kWh *
6° Bimestre	<input type="text"/>	kWh *

Porcentaje de energía deseada a producir con paneles solares %*
de 1 a 100

Horas de luz solar pico hrs*

¿Cuántas horas de sol hay al día?



Click para ampliar la imagen

Promedio bimestral kWh

Energía a producir con paneles solares en kWh kWh

Requerimiento diario de energía fotovoltaica kWh

Paneles solares necesarios

Espacio para instalación (con pasillos) m²

Árboles necesarios para absorber el CO₂ que generas sin paneles solares

Árboles necesarios por año

El cálculo anterior considera las pérdidas intrínsecas de los inversores, cableados y sistemas de medición.

Fuente: Ecotecnia (2016), disponible en: <http://econotecnia.com/cuantos-paneles-solares-necesito.html>

Contexto legal y normativo de la generación de energía solar fotovoltaica a nivel vivienda

Para considerar el factor legal de la utilización del recurso energético que nos llega a través de la radiación solar, podemos observar que el derecho al sol y las aplicaciones que se hacían de la energía proveniente del astro, fue un tema tomado en consideración desde los comienzos de la civilización. Santamarta (2006) señala en su documento que desde la época de los romanos la garantía de los derechos al sol se incorporó en la ley romana. Ciertamente, el Código de Justiniano señalaba que si un objeto está colocado de manera de ocultar el sol a un heliocaminus, debe afirmarse que tal objeto cae sombra en un lugar donde la luz solar constituye una absoluta necesidad, violando el derecho del heliocaminus al sol.

En la actualidad, el orden estructural de la sociedad se basa en un complejo jerárquico vertical en donde la cúpula es la que maneja las decisiones acerca del flujo de poder de la sociedad. Suponiendo la introducción de tecnologías avanzadas en cualquier nivel de la sociedad y economía, existen mecanismos de control, como lo explica David Elliot (1980) en su documento Diseño y Participación, en el cual menciona instituciones, leyes y reglamentos. Además de exponer a su vez, las nuevas formas de control emergente: Industria y comercio, mecanismos de control social; refiriéndose a la responsabilidad, representatividad, participación, tecnocracia.

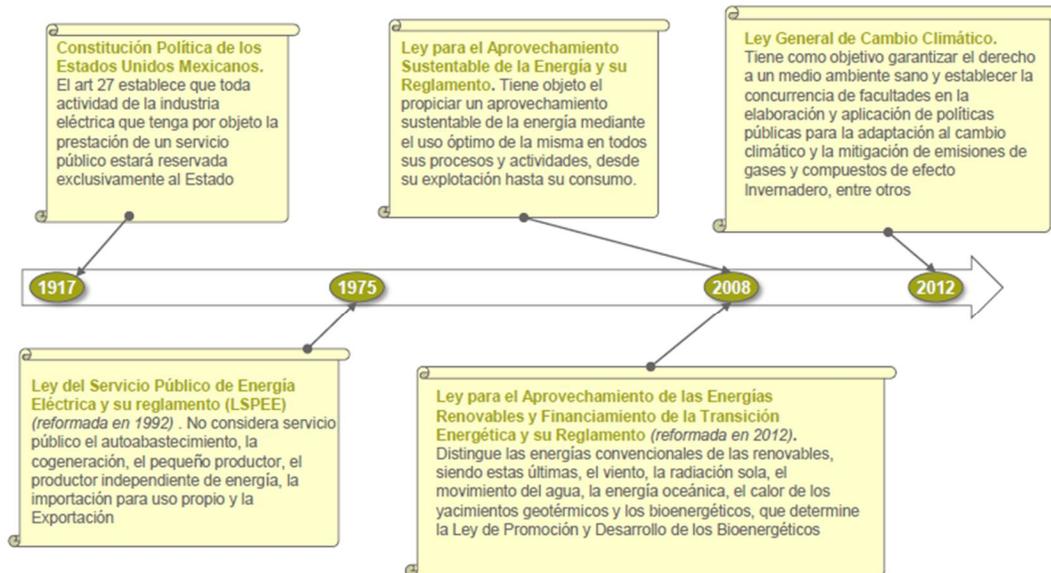
Tanto en América Latina, El Caribe y México, se han adoptado medidas de protección ambiental, presentando avances y retrocesos en la integración de políticas ambientales. Con un incipiente concepto de uso sustentable de recursos se hace mención a los patrones actuales de consumo, destacando que para lograr un desarrollo sostenible será necesario un incremento sustancial en la eficiencia en el uso de los recursos y la energía, una reducción razonable en los niveles de contaminación y otros daños ambientales (Leff, 2002).

Canseco (2010) expone que si bien los recursos son muy favorables, hasta ahora el obstáculo se ha encontrado en la falta de voluntad política para la promoción de planes de inversión o las ayudas para el desarrollo de las instalaciones, aunque las disposiciones actuales son proclives a dar un papel cada vez más importante a las energías renovables, por lo que es ahora cuando deberían analizarse las normas más adecuadas, los sistemas más rentables y el establecimiento de marcos regulatorios más flexibles para la contribución al cumplimiento de objetivos en materia de energía limpia para Latinoamérica.

Aldossary (2014) aborda sobre la promoción de la adopción de las soluciones de energía renovable, como los paneles fotovoltaicos, puntualizando el potencial de ahorro en energía y dinero, manteniendo el confort. Así como la importancia de establecer directrices de gobierno para promover la construcción sustentable así como políticas y regulaciones que asistan la implementación y monitoreo del ahorro de energía y disminución de CO₂.

Para regular la industria eléctrica en el país se cuentan con leyes, normas y reglamentos que se encargan de marcar la pauta del comportamiento de ésta y sus actores. Desde la institución de la Constitución política de los Estados Unidos Mexicanos en 1917, se han establecido medidas que buscan establecer seguridad energética para la nación (SENER, 2015).

Ilustración 7. Línea de tiempo marco jurídico principal de regulación de la energía.



Fuente: WLL

12

Fuente: SENER. (2012). Iniciativa para el desarrollo de las energías renovables. 2015, de SENER Sitio web: <http://www.pwc.com/mx/es/industrias/infraestructura/archivo/2013-06-iniciativa-renovable-sener-solar-fv.pdf>

En México, los mecanismos de control o actores dominantes en materia de energía son los siguientes:

- INSTITUCIONES

- ✓ Secretaría de Energía

- Orientada al diseño y desarrollo de políticas públicas y a la conducción estratégica de las actividades de su sector coordinado, a fin de garantizar el suministro de energéticos de manera eficiente, con calidad, seguro, rentable y respetuoso del medio ambiente, con lo que reafirma su carácter rector sobre el ámbito energético de México (SENER, 2015).

✓ Comisión Reguladora de Energía (CRE)

La CRE en el artículo primero de su Ley, se establece como órgano desconcentrado de la Secretaría de Energía, que gozará de autonomía técnica, operativa, de gestión y de decisión en los términos de su Ley (CRE, 2016).

✓ CONUEE

La Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía es un órgano administrativo desconcentrado de la Secretaría de Energía, que fue creada a través de la Ley para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía fue publicada en el Diario Oficial de la Federación en 2008, tiene como objetivo central promover la eficiencia energética y fungir como órgano técnico en materia de aprovechamiento sustentable de la energía (CONUEE, 2015).

✓ Comisión Federal de Electricidad

Creada en 1937, tendría como objeto organizar y dirigir un sistema nacional de generación, transmisión y distribución de energía eléctrica, basado en principios técnicos y económicos, sin propósitos de lucro y con la finalidad de obtener con un costo mínimo, el mayor rendimiento posible en beneficio de los intereses generales (CFE, 2014).

○ LEYES

✓ Ley del servicio público de energía eléctrica

Publicada en 1975, recibe la última reforma en 1993, considera en su artículo tercero que no se considera servicio público, la generación de energía eléctrica para autoabastecimiento, cogeneración o pequeña producción.

Tiene como objeto:

- Formular y proponer al Ejecutivo Federal los programas de operación, inversión y financiamiento que a corto, mediano o largo plazo requiera la prestación del servicio público de energía eléctrica
 - Promover la investigación científica y tecnológica nacional en materia de electricidad,
 - Promover el desarrollo y fabricación nacional de equipos y materiales utilizables en el servicio público de energía eléctrica.
- ✓ Ley de la comisión reguladora de energía
Esta Ley fue publicada en el Diario Oficial de la Federación en 1995, fue reformada en 2008, dictamina en su artículo segundo que la CRE tendrá como objeto promover el desarrollo eficiente de sus actividades, entre las se encuentra la generación, exportación e importación de energía eléctrica, que realicen los particulares.
- ✓ Ley para el aprovechamiento de energías renovables y el financiamiento de la transición energética
Para efectos de la regulación de las energías renovables, es en 2008 cuando se crea esta ley, con el objetivo de regular la generación y manejo de energías provenientes de fuentes renovables, cuando no tengan como fin el servicio público, en cuales quiera de sus formas (eólica, solar, biomasa, hidráulica, geotérmica) (LAERFTE, 2016).
- ✓ Mapa de inversión en energías renovables
Con este documento se pretende posicionar la cantidad y ubicación, el estatus de obras, proyectos por iniciar y la capacidad de generación de electricidad a partir de fuentes renovables (SE, 2016).

- ✓ Ley para el aprovechamiento sustentable de la energía
Creada con el objeto de propiciar un óptimo uso de la energía en todos sus procesos y actividades, desde su explotación hasta su consumo (LASE, 2016).
- ✓ Ley General de cambio climático
Esta Ley establece las disposiciones a llevar a cabo para enfrentar los efectos adversos del cambio climático. Con el objetivo de reducir la vulnerabilidad de las personas y los ecosistemas de la nación, así como de promover una economía competitiva y de bajas emisiones de carbono (LGCC, 2015)

○ REGLAMENTOS

- ✓ Reglamento de la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica
- ✓ Reglamento de la Ley para el aprovechamiento de energías renovables y el financiamiento de la transición energética
- ✓ Reglamento de la Ley para el aprovechamiento sustentable de la energía

○ NORMAS RELACIONADAS AL SECTOR SOLAR (SE, 2013)

NMX-ES-002-NORMEX-2007, definiciones y terminología de la energía solar.

NMX-I-007/2-41-NYCE-2007, **NMX-I-007/2-42-NYCE-2007**, guía para la prueba de radiación solar para equipos y componentes electrónicos- métodos de pruebas ambientales y de durabilidad.

Requisitos de construcción de módulos fotovoltaicos:

NMX-J-618/1-ANVE-2010, requisitos generales para la construcción de módulos fotovoltaicos.

NMX-J-618/3_ANCE-2011, requisitos para módulos fotovoltaicos de película delgada calificación del diseño.

NMX-J-618/4-ANCE-2011, requisitos para módulos fotovoltaicos de silicio cristalino calificación del diseño.

NMX-J-618/5-ANCE-2011, método de prueba de corrosión por niebla salina en módulos fotovoltaicos.

NMX-J-618/6-ANCE-2011, método de prueba UV (ultravioleta) para módulos fotovoltaicos.

Requisitos de mediciones de módulos fotovoltaicos:

NMX-J-643/1-ANCE-2011, medición de la corriente y tensión de los dispositivos fotovoltaicos.

NMX-J-643/2-ANCE-2011, requisitos para dispositivos solares de referencia, los cuales se utilizan para determinar el rendimiento eléctrico de las celdas solares, módulos y arreglos bajo luz solar natural y simulada.

NMX-J-643/3-ANCE-2011, principios de medición para dispositivos solares fotovoltaicos terrestres con datos de referencia para radiación espectral.

NMX-J-643/5-ANCE-2011, determinación de la temperatura equivalente de la celda de dispositivos fotovoltaicos por el método de tensión de circuito abierto.

NMX-J-643/7-ANCE-2011, cálculo de la corrección del desajuste espectral en las mediciones de dispositivos fotovoltaicos.

NMX-J-643/9-ANCE-2011, requisitos para la modulación del simulador solar.

NMX-J-643/10-ANCE-2011, métodos de mediciones lineales para dispositivos fotovoltaicos.

NMX-J-643/12-ANCE-2011, términos, definiciones y simbología.

Desempeño y eficiencia de módulos fotovoltaicos:

NMX-J-655/1-ANCE-2012, mediciones de desempeño de irradiancia, temperatura y energía en módulos fotovoltaicos.

NMX-J-655/2-ANCE-2012, procedimiento para la medición de eficiencia.

NMX-J-655/3-ANCE-2012, desempeño y funcionamiento de los controladores de carga de baterías para sistemas fotovoltaicos.

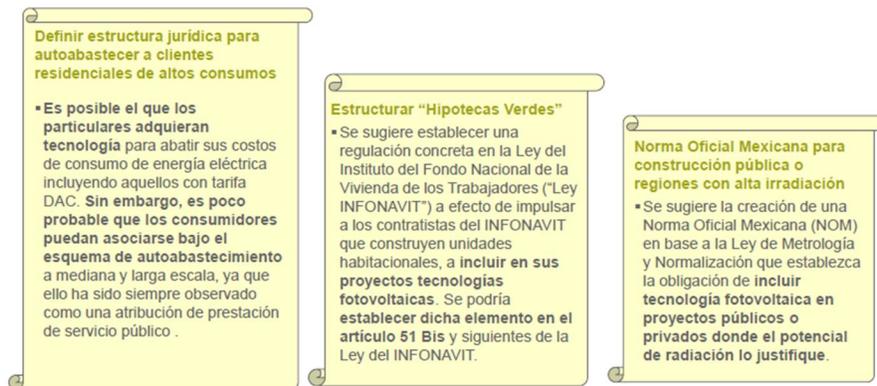
En la última reforma a la Ley del servicio público de energía eléctrica, aprueba el otorgamiento por parte de CFE de permisos de autoabastecimiento, cogeneración, producción independiente, de pequeña producción o exportación de energía eléctrica. Cuando se trate de autoabastecimiento, que es el caso alineado a este proyecto de investigación, se determina que puedan ser varios los solicitantes que se beneficiarían de una central eléctrica, con carácter de copropietarios o constituyendo una sociedad con objeto de generar energía eléctrica para satisfacción del conjunto de las necesidades de autoabastecimiento de los socios. Limitando la entrega exclusiva a los socios, considerando un proyecto de expansión. Además los excedentes de producción de energía eléctrica se dispondrán a la CFE (LSPEE, 2012). Por otra parte, el límite máximo de producción de energía eléctrica en la vivienda es de 10 kWh y 30 kWh para comercio, así mismo, se ha fijado un incentivo importante es que la inversión en dichas tecnologías podrán ser deducidas de impuestos en un 100% para toda persona pública en una sola exhibición (CFE, 2016).

Según Torres (2006), las nuevas modificaciones a la ley se benefician el desarrollo y proceso del uso de tecnologías para la producción alternativa de energía y la creación o nacimiento de una nueva consciencia social, permitiendo la generación de electricidad mediante diferentes fuentes.

Como una de las más recientes acciones en la búsqueda de la reforma de instrumentos que beneficien el aumento en el impacto de los beneficios de la energía solar, se han proyectado algunas modificaciones a la regulación vigente (véase imagen No.2) para dar un impulso a dicha propuesta en las viviendas nuevas y existentes (SENER, 2012). Lo que posiciona la propuesta de producción de energía renovable, tema principal de este documento, acorde a una estrategia de gobierno que facilite la realización en mediano o largo plazo en las viviendas con menos recursos. Actualmente para comenzar con un proyecto de generación en la vivienda, es necesario llevar presentar una solicitud para llevar a cabo un contrato de interconexión a pequeña escala con CFE, el cual es indefinido y puede

darse por culminado cuando el usuario así lo desee; cumplir con los límites de producción, entregando los documentos requeridos y que los paneles no excedan 500 kw de potencia.

Ilustración 8. Estrategias de regulación jurídica para impulsar la tecnología de paneles solares en la vivienda.



Fuente: SENER. (2012). Iniciativa para el desarrollo de las energías renovables. 2015, de SENER
 Sitio web: <http://www.pwc.com/mx/es/industrias/infraestructura/archivo/2013-06-iniciativa-renovable-sener-solar-fv.pdf>

En lo que respecta a elementos o instrumentos de monitoreo de capacidad o potencial de generación de energía mediante fuentes renovables se ha creado el Inventario Nacional de Energías Renovables, donde se observan los potenciales de cada fuente de energía renovable aprovechados y potenciales en el territorio mexicano. La SENER (2015) proyecta para México una producción de energía a través de paneles fotovoltaicos de un 16% de participación en la generación eléctrica para el 2028, como se muestra en la ilustración 25.

Tabla 2. Proyección de capacidad adicional instalada del 2018-2028 (MW)

Proyección de capacidad adicional instalada 2018-2028 (Megawatts)

	2018	2024	2028	Participación
Eólica	7,608	10,260	11,585	59%
Geotermia	178	258	338	2%
Bioenergía	92	494	671	3%
Solar FV	543	1,941	3,121	16%
Hidráulica < 30 MW	110	352	502	3%
Hidráulica > 30 MW	1,230	3,017	3,544	18%
Total	9,761	16,322	19,761	

Fuente: Prospectiva de Energías Renovables 2014-2028, SENER.

Fuente: SENER (2015), disponible en: <http://inere.energia.gob.mx>

III. DISEÑO METODOLÓGICO

El fin último de la presente investigación es contribuir a que se genere una situación como la que plantea Ovalle (2014), donde existan viviendas generadoras de energía mediante paneles solares que formen una red de producción de energía interconectada a la red pública. Considerando la gran cantidad de recursos solares con los que cuenta México, esto podría generar un volumen considerable de energía. Este beneficio económico y técnico, juega con el interés de la sociedad por consumir energía eléctrica limpia y disminuir el desperdicio energético, y del país por cumplir su compromiso de generar nuevas alternativas energéticas. En suma, un medio ambiente más sano, con medidas satisfactorias y positivas en el uso eficiente de nuestros recursos, a la par de la búsqueda por garantizar la sustentabilidad energética de la nación.

Sin embargo, esta situación posee componentes económicos que también juegan con las percepciones sociales respecto a una nueva tecnología. Los datos oficiales sobre el uso energético de los hogares no presentan información sociodemográfica (Sánchez Peña, 2012). Esto implica que actualmente somos incapaces de establecer relaciones causales entre las características de las viviendas, las características de las personas que las habitan y sus hábitos de consumo. Este tipo de información resultaría útil para entender la relación de la sociedad con la tecnología de la electricidad. Es decir, qué energéticos, cómo y cuándo consumen, y a partir de ahí elaborar políticas para la reducción del consumo o la sustitución de energéticos (Sánchez Peña, 2012). Se trata de información indispensable para responder la pregunta de investigación de este trabajo, por lo que al obtenerla se pretende contribuir a la solución de esta carencia.

Como se ha mencionado, se parte del supuesto inicial de que la generación de energía limpia o renovable en la vivienda de los estratos menos favorecidos, a través de sistema de paneles solares, sería aún más factible gracias a los avances en la tecnología en conjunto con la evolución de las normas y políticas aplicables a la producción y uso de la energía eléctrica y las fuentes de energía alternativas.

La pregunta directriz que se buscó responder con el desarrollo de la investigación es la siguiente: ¿Cómo se relacionan los habitantes de fraccionamientos de Guadalajara y Culiacán con la electricidad, y qué percepción social hay para una transición hacia la generación de electricidad doméstica con paneles solares?

Esta pregunta permitirá responder algunas preguntas subsidiarias que complementan y dan sentido práctico a esta investigación:

¿Cuál es la percepción de los consumidores de energía eléctrica de los fraccionamientos de Culiacán y el Área Metropolitana de Guadalajara respecto a la producción y uso doméstico de la energía solar?

¿Qué condiciones existen para poder generar energía eléctrica mediante fuentes renovables en la vivienda de interés social?

¿De qué manera se podrían extender los beneficios de la energía solar hacia la vivienda de estratos socioeconómicos menos favorecidos?

Es de esta forma como se conceptualiza el principal objetivo del presente estudio que es el de evaluar los aspectos económicos y sociales que permitirían el uso de fuentes de energías renovables (sistema de paneles solares) con base en un estudio comparativo en fraccionamientos con tres estatus socioeconómicos de sus habitantes en la ciudad de Culiacán y el Área Metropolitana de Guadalajara.

Como objetivos secundarios se plantea:

- Documentar la percepción de los habitantes de las áreas seleccionadas sobre la producción y uso de energía solar en su vivienda.
- Analizar las condiciones legales, políticas y económicas que permitirían el uso de fuentes renovables en la vivienda de interés social
- Plantear diversas opciones para el uso de la energía solar en la vivienda de interés social

Uno de los beneficios de esta investigación se relaciona con el posible aprovechamiento para la economía familiar de los usuarios de la vivienda mexicana que pertenecen a un estrato social de menores recursos. Además, se busca aportar en la tarea de disminuir la contaminación ambiental por emisión de gases de efecto invernadero y favorecer a la sociedad en general, una vez que se

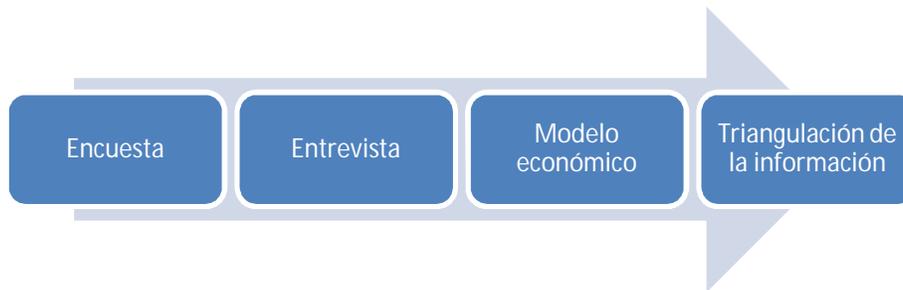
aspira aportar elementos prósperos en la búsqueda de la reestructuración de la sociedad consumista, hacia una evolución para lograr una sociedad de consumo energético eficiente. Esto es lo que Aguilar (2014) considera un uso racional de la energía: un comportamiento más responsable en términos ambientales. Se aspira igualmente a responder a la oferta de mejores alternativas para la vivienda mexicana, establecer recomendaciones o normas de consumo, fomentar políticas públicas que permitan el acceso de las nuevas eco-tecnologías a todos los niveles o estratos sociales y con ello lograr obtener beneficios energéticos y avanzar en la producción, uso, aplicación y gestión de energía limpia en el país. Además, de forma indirecta se estaría atendiendo el objetivo del proyecto de nación de inclusión social, que mediante el impulso de la eficiencia energética pretende lograr a través del equipamiento energético de los hogares (SENER, 2015). La principal aportación de este trabajo de investigación radicaría en ofrecer inferencias en el ámbito de la relación social con la energía eléctrica, que permitan dar lugar a mejores condiciones para la implementación de energías renovables, en particular los paneles solares.

Elección metodológica

A fin de estudiar los factores sociales influyentes y la percepción de la sociedad ante el uso de tecnologías alternas y generadoras de energía renovable, se adoptó una postura epistemológica hermenéutica que hace uso de metodologías cuantitativas y cualitativas: primero se realizaron encuestas (metodología cuantitativa), posteriormente un modelo económico y financiero; esta información se trianguló con entrevistas abiertas y semi-estructuradas con informantes clave (metodología cualitativa). Esta metodología mixta se eligió una vez que se manejaron datos cuantitativos que permitirían conocer las características de los habitantes y las viviendas de las zonas de estudio a través de análisis estadísticos; mientras que la percepción de las personas ante estas nuevas opciones de generación de energía para uso doméstico se recabaron en base a preguntas que recogerían respuestas por analizar de manera cualitativa. Se

considera que el uso de ambas posturas enriquecería la panorámica del caso de estudio; con el fin de aumentar la posibilidad de inferir a partir de los datos empíricos. El proceso general se muestra en la Ilustración 9.

Ilustración 9. Proceso general de la metodología.



Como puede observarse en la figura, el avance de la aplicación de la metodología se fue presentando como un proceso que permitió la interacción de la información documental con aquella que se fue recogiendo en el proceso y para ello se implementaron las siguientes acciones:

Encuesta

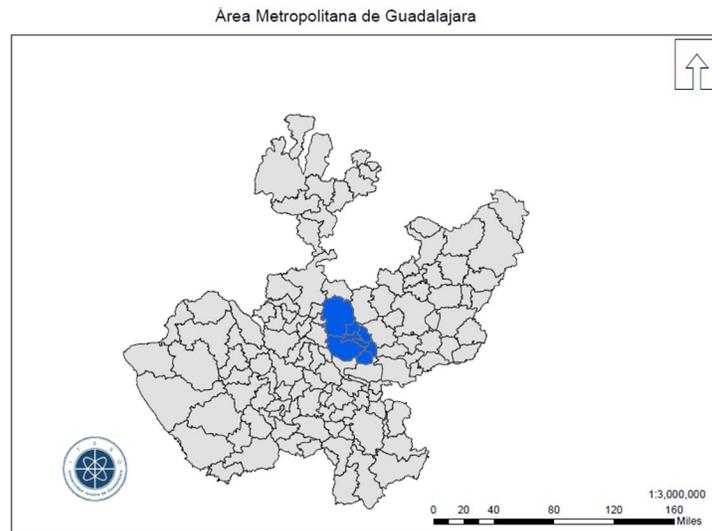
Selección de los sitios de aplicación de la encuesta

Para aplicar la encuesta se realizó un muestreo por conveniencia, propuesto y aleatorio. Es por conveniencia porque el AMG y Culiacán fueron elegidos por la disponibilidad de las localidades para la investigadora. Es de selección intencionada porque al interior de estas localidades se utilizan métodos no aleatorios, sino que se basa en criterios de costo de vivienda establecidos por la investigadora. Por último, es aleatorio, porque al interior de los fraccionamientos se seleccionaron viviendas al azar (Casal, 2003).

El Área Metropolitana de Guadalajara (ilustración 6), se ubica al centro del estado de Jalisco, a una latitud de 20°39'54"N, longitud de 103°18'42" W, está integrada por ocho municipios: San Pedro Tlaquepaque, Tonalá, Zapopan, Tlajomulco de Zúñiga, El Salto, Juanacatlán, Ixtlahuacán de los Membrillos y Guadalajara, que conjuntamente comparten una constante conurbación (www.jalisco.gob.mx). Su

población es de 4,434, 878 habitantes (INEGI, 2010) en una superficie de 2,734 km² y una altitud de 1540 msnm con una temperatura promedio mensual de 22.8°C (INECC, 2016).

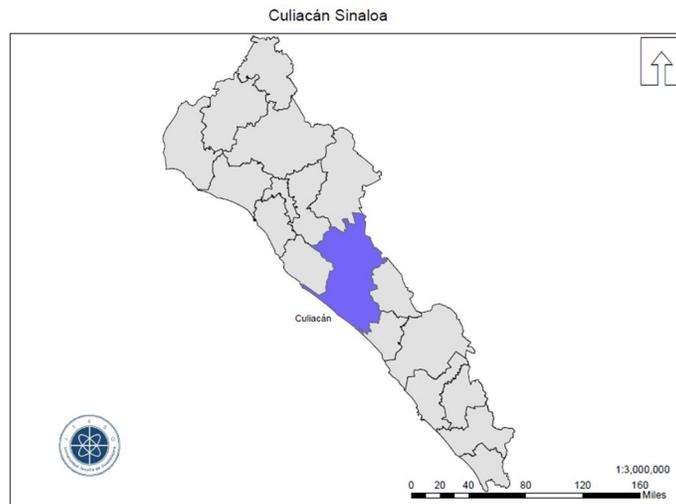
Ilustración 10. Área Metropolitana de Guadalajara



Fuente: Elaboración propia (ArcGis)

La ciudad de Culiacán (ilustración 11), es la cabecera municipal del estado de Sinaloa, ubicada al centro del mismo, entre los meridianos 106° 56' 50" y 107° 50' 15" de longitud oeste del meridiano de Greenwich y las coordenadas extremas de los paralelos 24° 02' 10" y 25° 14' 56" de latitud norte. Su población es de 858,638 habitantes (INEGI, 2010) en una superficie de 65 km² con una altitud media de 53 msnm, presenta una temperatura media anual 25.7 °C (www.culiacan.gob.mx).

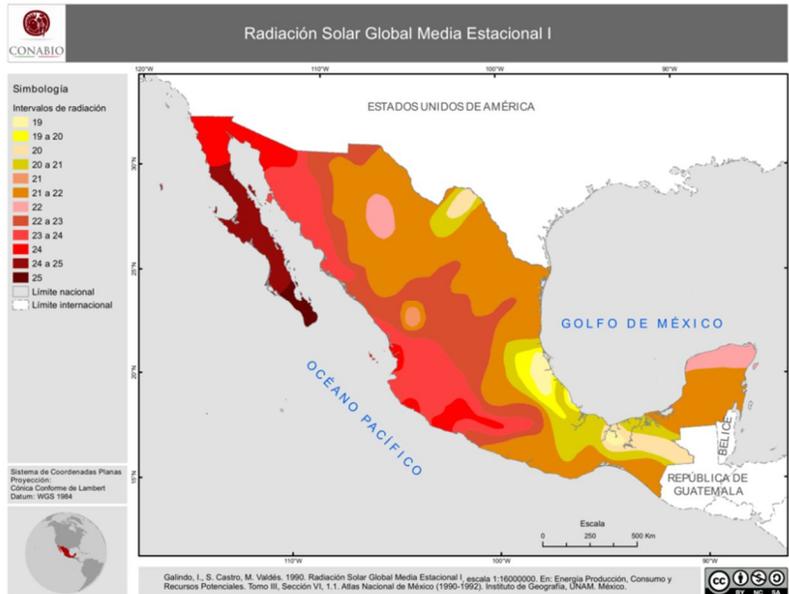
Ilustración 11. Ciudad de Culiacán, Sinaloa.



Fuente: Elaboración propia (ArcGis)

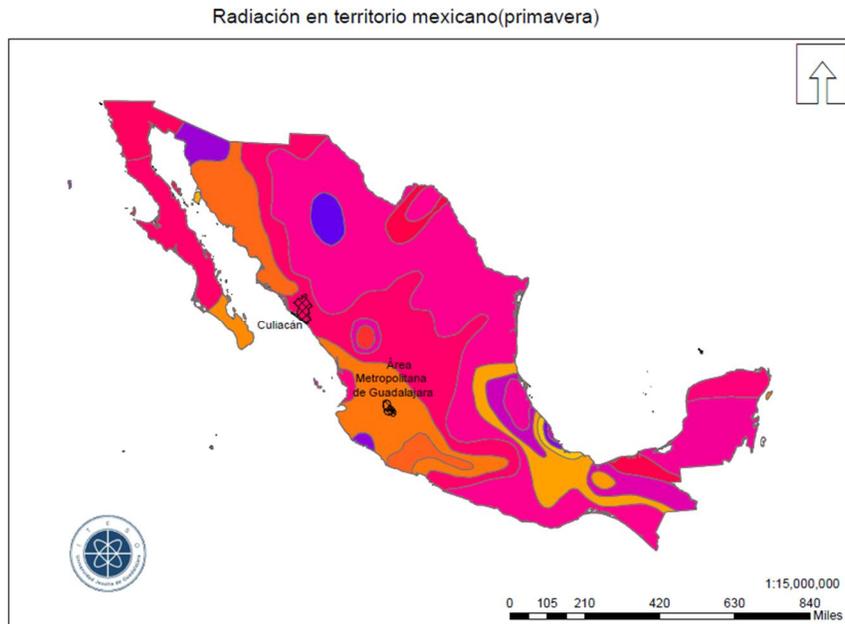
Como se puede observar, ambas localidades presentan climas, topografía y una población diferentes, ambos cuentan con un buen potencial de radiación solar la mayor parte del año. Se seleccionaron ambas zonas de estudio con la finalidad de establecer una comparativa y definir la mejor opción para la aplicación de las tecnologías propuestas. Ambas localidades cuentan además con abundantes recursos solares en cada estación del año como se puede apreciar en las ilustraciones 8, 10, 12, 14; presentando la ubicación de las zonas de estudio dentro de este mapa en las ilustraciones 9, 11, 13, 15.

Ilustración 12. Radiación estacional de primavera en territorio mexicano.



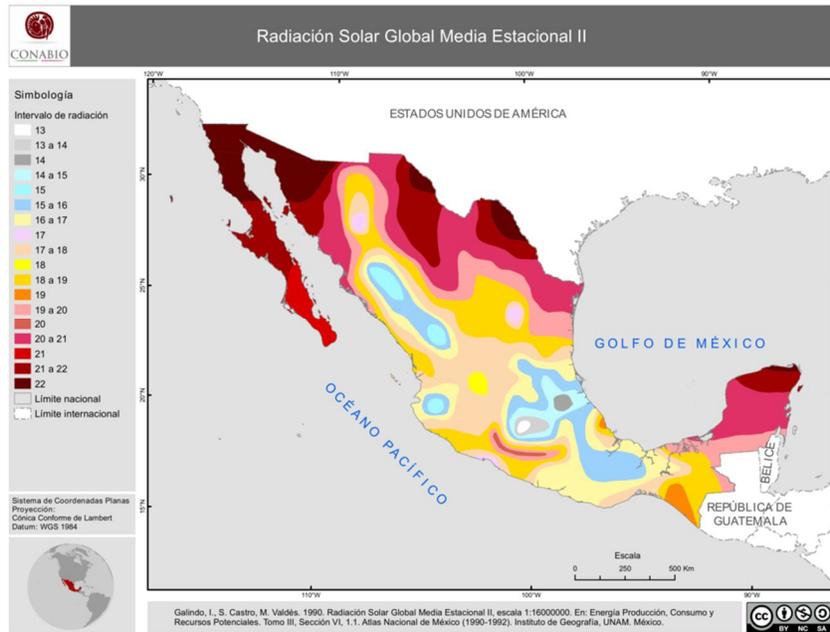
Fuente: CONABIO (2012), recuperado de: <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>

Ilustración 13. Ubicación de zonas de estudio en el mapa de radiación solar en territorio mexicano (primavera).



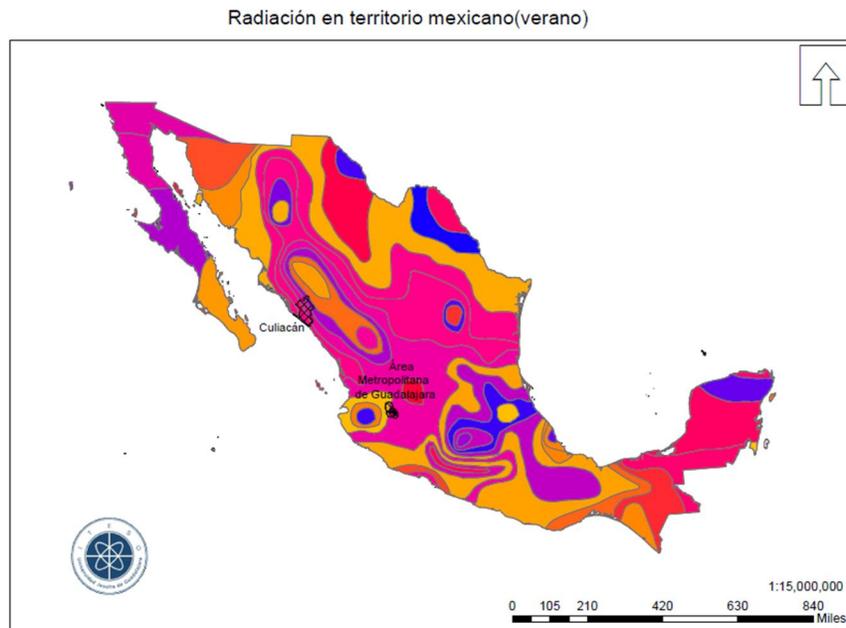
Fuente: Elaboración propia (ArcGis)

Ilustración 14. Radiación estacional de verano en territorio mexicano.



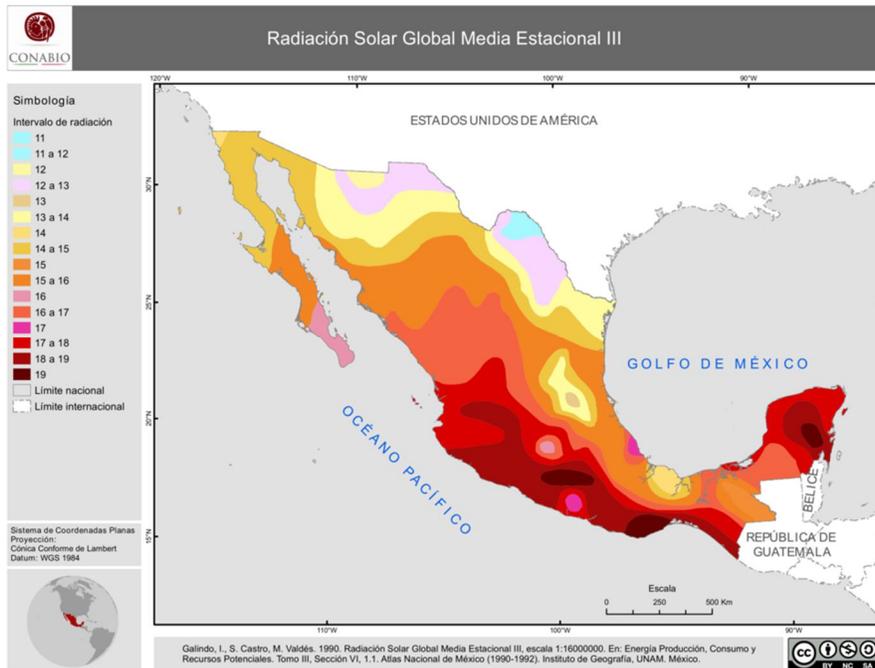
Fuente: CONABIO (2012), recuperado de: <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>

Ilustración 15. Ubicación de las zonas de estudio en el mapa de radiación solar en territorio mexicano (verano).



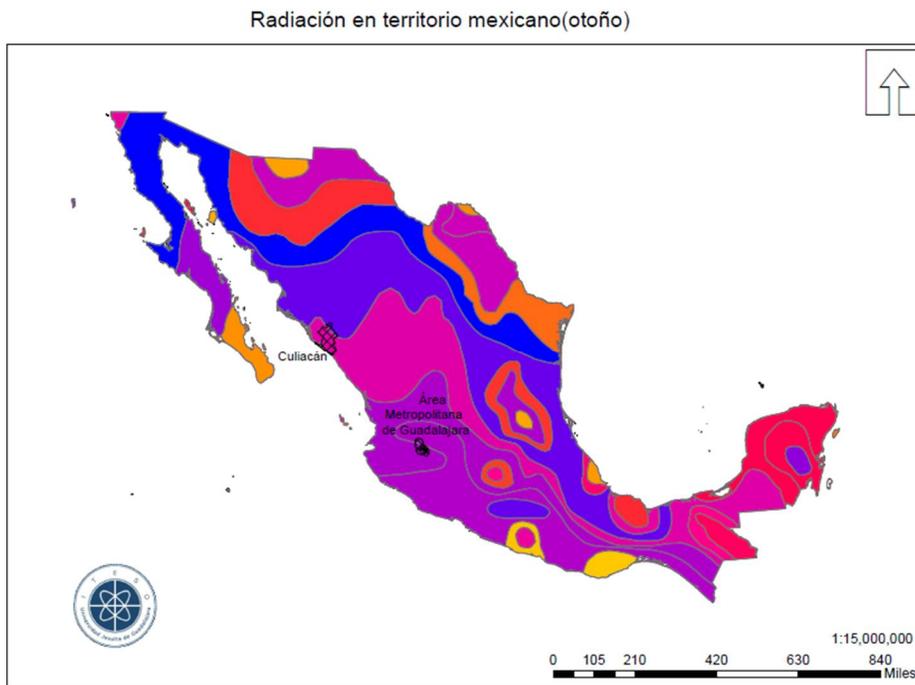
Fuente: Elaboración propia (ArcGis)

Ilustración 16. Radiación estacional de otoño en territorio mexicano



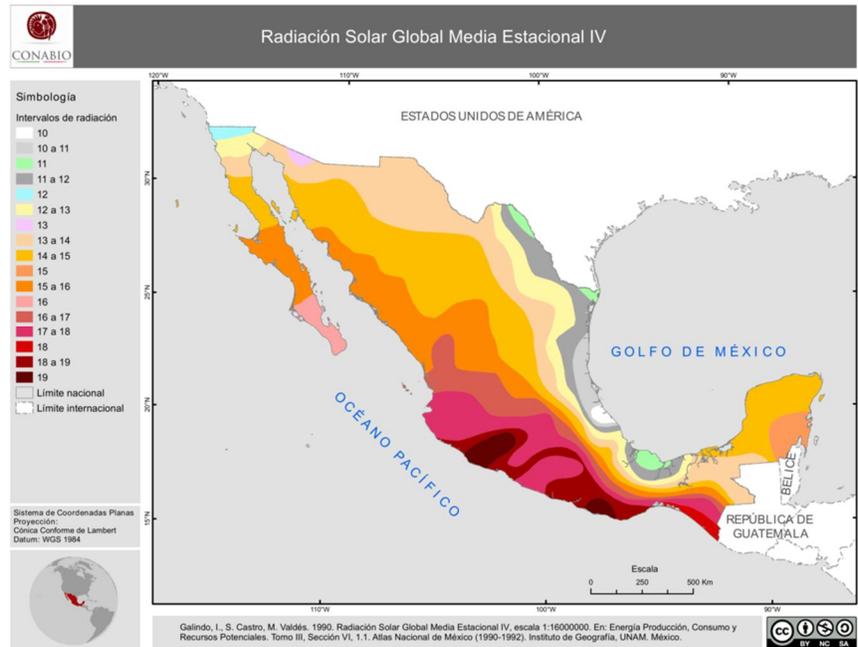
Fuente: CONABIO (2012), recuperado de: <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>

Ilustración 17. Ubicación de zonas de estudio en mapa de radiación solar en territorio mexicano (otoño).



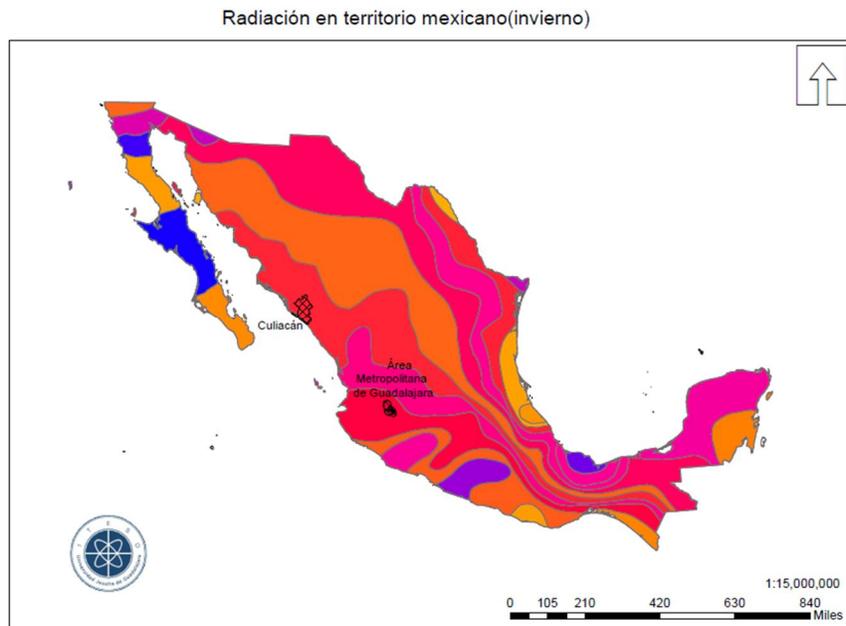
Fuente: Elaboración propia (ArcGis)

Ilustración 18. Radiación estacional de invierno en territorio mexicano.



Fuente: CONABIO (2012), recuperado de: <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>

Ilustración 19. Ubicación de zonas de estudio en mapa de radiación solar en territorio mexicano (invierno).



Fuente: Elaboración propia (ArcGis)

La información anteriormente presentada se puede resumir con los datos de la Tabla 3:

Tabla 3. Radiación estacional en territorio mexicano.

Estación	Radiación solar en Culiacán (MJ/m ²)	Radiación solar en la Zona Metropolitana de Guadalajara (MJ/m ²)
Primavera	22-23	23-24
Verano	17-18	17-18
Otoño	16-17	17-19
Invierno	15-16	16-17

Fuente: Elaboración propia a partir de: www.conabio.gob.mx

Se delimitaron las áreas e involucrados con el fin de muestreo dentro de las zonas de estudio seleccionadas y evitar sesgos. Se seleccionaron tres ubicaciones de la AMG y tres más de la ciudad de Culiacán, teniendo como objetivo de esta acción situar fraccionamientos con tres niveles socio-económicos diferentes en cada zona de estudio. Estos niveles socioeconómicos se establecieron a partir del valor monetario de la vivienda (tabla 4).

Tabla 4. Características de las viviendas seleccionadas en ambas zonas de estudio.

Descripción	Características de costo	AMG	CLN
Vivienda económica	250-650 mil pesos	Misión de los viñedos	Alturas del Sur
Vivienda medio	651-900 mil pesos	Pendiente	Prados del Sur
Vivienda medio-alto	901-1.3 millones de pesos	Parques del Bosque	La Cúspide

Fuente: Elaboración propia a partir de la consideración del costo de la vivienda.

Para localizar los fraccionamientos en el AMG se utilizó la herramienta Google Earth. Para la elección de las ubicaciones en la ciudad de Culiacán, al tenerse conocimiento de la ciudad, se seleccionaron de acuerdo a las características de las ubicaciones preestablecidas del AMG. De acuerdo con Aguilar (2015) las

viviendas seleccionadas corresponden en la clasificación de vivienda de interés social económica y vivienda media, residencial, como se puede apreciar en la siguiente ilustración (20).

Ilustración 20. Clasificación de la vivienda.

Tipo de vivienda		Promedio de construcción (m2)
Interés social	Básica	Hasta 30
	Social	De 31 a 45
	Económica	De 45 a 55
Media		De 55 a 100
Residencial		De 100 a 200
Residencial Plus		Más de 200

Fuente: Elaboración propia a partir de información obtenida en: Aguilar, F., (2015). *Eficiencia energética en edificaciones: Barreras y oportunidades en la vivienda social de La Paz, Baja California Sur*. INFONAVIT-UNAM. México. p. 36.

Para llevar a cabo el levantamiento de información se realizó una selección aleatoria dentro de los fraccionamientos; para lo que se requirió de un mapeado de los fraccionamientos, posterior a esto se fraccionaron y se propuso un porcentaje de viviendas por cada sección a la cual se le aplicarían las encuestas, dejando un margen del 50% para las encuestas fallidas; sin embargo, en la práctica, cuando se negaba la aplicación de la encuesta, se debía elegir una vivienda alternativa según la aceptación de los habitantes, tratando de mantener una distribución balanceada dentro del fraccionamiento.

Diseño de la encuesta

Mediante la aplicación de una encuesta en las diferentes áreas seleccionadas se recabó información colectiva de una muestra no representativa de cada zona de estudio. Esta información se recabó con el fin de realizar inferencias de tipo causal entre variables relevantes para la pregunta de investigación. Este instrumento se delineó utilizando como base dos encuestas, la primera perteneciente a Pacific Gas and Electric Company (PG&E)¹, de la cual se obtuvieron las preguntas: 1, 2, 3, 5, 7 y se modificaron las preguntas 12 y 13, 14. La segunda es perteneciente a Unesa² de la cual se tomaron y variaron las preguntas: 1, 3 y 5.

Las variables de la encuesta fueron:

1. Tipología de la vivienda: Información y características de la vivienda y sus habitantes: superficie, número de niveles que tiene, tipo de vivienda, número de habitantes, con dicha información se podría establecer un parámetro de uso de la electricidad y comportamiento de consumo según el nivel socioeconómico.
2. Nivel socioeconómico: este dato aporta un dato en la estabilidad económica de los habitantes de la vivienda lo que pudiera explicar la relación entre éstos y la electricidad que consumen.
3. Nivel de estudios de los habitantes: a fin de conocer si en estos fraccionamientos existe un patrón de consumo relacionado a la escolaridad del jefe de familia.
4. Interés en el cuidado del consumo y uso de la energía eléctrica: esta información aporta la perspectiva de las personas acerca de este recurso.
5. Cantidad y clasificación de los electrodomésticos existentes y en uso de las viviendas: con esta información se puede categorizar el consumo energético en las viviendas por nivel socioeconómico.

¹ La encuesta perteneciente a Pacific Gas and Electric Company (PG&E) se encuentra disponible en: http://pge.com/includes/docs/pdfs/myhome/customerservice/brochuresforms/spanish/letter_survey.pdf

² Dicha encuesta está disponible en el siguiente link: <http://www.unesa.net/unesa/html/programaeducativo/pdf/encuestaxpress.pdf>

6. Consumo o energético eléctrico: permitirá clasificar el nivel de gasto en la factura de electricidad y agrupar las viviendas potenciales al uso de sistemas de paneles solares.
7. Postura de los consumidores ante el uso energía renovable: permitirá esbozar la disposición de la utilización de energía solar, mediante la instalación de sistemas de paneles solares.

De esta forma se construyó la encuesta que se presenta en las ilustraciones 49, 50 y 51 (Ver en Anexos 1).

Entrevistas

Una vez recabada la información deseada de las áreas de estudio y con un esboce previo del modelo económico, se realizaron dos entrevistas semi-estructuradas a dos proveedores de sistemas de paneles solares en Culiacán y en el Área Metropolitana de Guadalajara (ver entrevistas en anexos 3). Estos proveedores fueron el Mtro. Sebastián Ramírez, director de Vivesolar, empresa dedicada a la tecnología de paneles solares en Guadalajara. Y el Arq. Jorge Monzón, empresario de Orbisolar, compañía dedicada a la misma tecnología en Culiacán. El amplio conocimiento que ostentan en el campo de los paneles solares los convierte en informantes clave. Los temas a tratar buscaron ahondar en puntos que no quedaron del todo claro en los resultados de la encuesta. En específico, se buscó ahondar en los siguientes temas:

1. Experiencia en el mercado en la localidad pertinente
2. Postura ante la autonomía energética en la vivienda
3. Prospectiva de desarrollo de esta eco-tecnología
4. Ideas favorables para la generación de electricidad en la vivienda

Observación directa

A través de un levantamiento fotográfico, exploración con fotografía satelital mediante el programa Google Earth y descripción del área de estudio posterior a visitas realizadas. Se realizó de forma cualitativa una anotación de las características y circunstancias de cada fraccionamiento, así como de las conductas de sus habitantes conforme a la electricidad que consumen, esta información se podrá observar en la construcción contextual de las características de los fraccionamientos estudiados.

Modelo económico de los costos del consumo de electricidad y la producción de energía renovable en la vivienda

Imperativo económico para la inversión en paneles solares

Se construyó un modelo económico con el objetivo de evaluar la posibilidad de inversión en sistemas de paneles solares para la vivienda de los fraccionamientos estudiados. Primeramente se realizó un modelo de consumo eléctrico para establecer los rangos de consumo en kWh, una vez que la información que se obtuvo en las encuestas estaba referenciada en pesos. Asimismo se realizó una comparativa del gasto de los usuarios en el consumo eléctrico con el costo real de producción de la energía eléctrica por parte de la institución federal y el subsidio que se aporta (véase tabla 5).

Posteriormente se dimensionó el tamaño del sistema de generación de energía en la vivienda mediante una calculadora de paneles solares en línea que se mencionó anteriormente, al mismo tiempo utilizando la fórmula presentada por Terzioglu et al. (2015), para ello se consideró un tiempo de captación solar de entre 6 y 7 horas diarias, como se puede observar en la ilustración 21. Una vez conociendo la cantidad de energía eléctrica que se lograría con el sistema pertinente, se proyectó el ahorro bimestral posible al utilizar la energía solar.

En orden de continuar con la evaluación económica, se proyectó un modelo de pagos (véase ilustración 22) de este sistema dentro de un período de 60 meses o 5 años, con una tasa de interés del 15%, utilizando valores de compra (va) de una empresa que ofrece esta tecnología en internet, para grupos de 2, 3, 4, 5 y 6 paneles, proyectando el costo de los grupos de 7 y 8 elementos. Para continuar el mismo orden de ideas, se realizó una proyección de pagos con un ajuste a la inflación anual del 3%. Posteriormente se realizó el mismo procedimiento para los sistemas de 4 y 6 módulos de paneles solares para un período de tiempo de 180 meses o 15 años (véase ilustración 23).

Viabilidad de producción de energía eléctrica en la vivienda a partir de sistemas de paneles solares en fraccionamientos estudiados de Culiacán-Área Metropolitana de Guadalajara.

Ilustración 21. Datos para cálculo de los sistemas de paneles solares

		Wh/m2/día	Wh/m2/hr	Wh/m2/horas efectivas
Radiación aprovechable (MJ/m2) CLN	19	5,277.76	219.91	1,319.441
Radiación aprovechable (MJ/m2) AMG	20	5,555.54	231.48	1,388.885
Horas de aprovechamiento de la radiación solar (hrs)	6			
Potencia (W)	250			

Fuente: Elaboración propia

En esta imagen se puede observar el cálculo de la radiación por metro cuadrado efectivas en horas de ambas zonas de estudio

Tabla 5. Modelo económico de los costos del consumo de electricidad y la producción de energía renovable en la vivienda

Consumo promedio de kWh/diario en la vivienda	Consumo promedio de kWh/bim en la vivienda	75 76-150 exc			Gasto aproximado según datos de CFE	Costo de la energía fuente CFE	Subsidio CFE(85%)	Cantidad de Paneles Solares (m2) propuestos por instalar	Fórmula presentada $P_n = \frac{I_{g'} d_c}{I_p t_e}$	Energía eléctrica generada a partir de SPS kWh/día CLN	Excedente CLN	\$ excedente /día (\$0.793)	\$ excedente /bim(\$0.793)	Energía eléctrica generada a partir de SPS kWh/día AMG	Excedente AMG	\$ excedente /día (\$0.793)	\$ excedente /bim(\$0.793)
		kwh/\$0.793	kwh/\$0.956	kwh/\$2.802													
1	60				\$ 47.58	\$ 317.20	\$ 269.62	1	1	1.81	0.81	0.64	38.52	2.51	1.51	1.20	72.00
2	120	75	45		\$ 102.50	\$ 683.30	\$ 580.81	2	3	3.62	1.62	1.28	77.03	5.03	3.03	2.40	144.00
3	180	75	105		\$ 159.86	\$ 1,065.70	\$ 905.85	3	4	5.43	2.43	1.93	115.55	7.54	4.54	3.60	216.00
4	240	75	65	100	\$ 401.82	\$ 2,678.77	\$ 2,276.95	4	5	7.24	3.24	2.57	154.07	10.05	6.05	4.80	287.99
5	300	75	75	150	\$ 551.48	\$ 3,676.50	\$ 3,125.03	5	7	9.05	4.05	3.21	192.58	12.57	7.57	6.00	359.99
6	360	75	75	210	\$ 719.60	\$ 4,797.30	\$ 4,077.71	6	8	10.86	4.86	3.85	231.10	15.08	9.08	7.20	431.99
7	420	75	75	270	\$ 887.72	\$ 5,918.10	\$ 5,030.39	7	10	12.67	5.67	4.49	269.62	17.59	10.59	8.40	503.99
8	480	75	75	330	\$ 1,055.84	\$ 7,038.90	\$ 5,983.07	8	11	14.48	6.48	5.14	308.14	20.11	12.11	9.60	575.99
9	540	75	75	390	\$ 1,223.96	\$ 8,159.70	\$ 6,935.75	9	12	16.29	7.29	5.78	346.65	22.62	13.62	10.80	647.99
10	600	75	75	450	\$ 1,392.08	\$ 9,280.50	\$ 7,888.43	10	14	18.10	8.10	6.42	385.17	25.13	15.13	12.00	719.99
11	660	75	75	510	\$ 1,560.20	\$ 10,401.30	\$ 8,841.11	11	15	19.90	8.90	7.06	423.69	27.65	16.65	13.20	791.99
12	720	75	75	570	\$ 1,728.32	\$ 11,522.10	\$ 9,793.79	12	16	21.71	9.71	7.70	462.20	30.16	18.16	14.40	863.98

Fuente: Elaboración propia

Viabilidad de producción de energía eléctrica en la vivienda a partir de sistemas de paneles solares en fraccionamientos estudiados de Culiacán-Área Metropolitana de Guadalajara.

Ilustración 22. Plan financiero a 5 años

Cantidad de paneles solares	Energía eléctrica generada a partir de SPS kWh/día CLN	Energía eléctrica generada a partir de SPS kWh/día AMG	Costo de los Paneles Solares (19pesosxdólar) (VA)	Tasa (mes)	Nper (meses)	Pago (mes)	Pago total	Intereses	CLN		AMG		VF
									Ahorro \$ si se consideran 6 hrs de captación solar	Ahorro \$ si se consideran 7 hrs de captación solar	Ahorro \$ si se consideran 6 hrs de captación solar	Ahorro \$ si se consideran 7 hrs de captación solar	
2	2.64	5.03	\$ 20,867.00			\$496.42	\$29,785.47	\$8,918.47	\$7,602.03	\$9,427.29	\$11,860.92	\$17,353.56	\$43,970.55
3	3.96	7.54	\$ 30,856.00			\$734.06	\$44,043.72	\$13,187.72	\$13,699.80	\$16,437.68	\$20,088.13	\$28,327.10	\$65,019.19
4	5.28	10.05	\$ 40,137.00			\$954.86	\$57,291.39	\$17,154.39	\$31,538.13	\$35,188.64	\$40,055.90	\$51,041.20	\$84,575.94
5	6.60	12.57	\$ 50,116.00	1.3%	60	\$1,192.26	\$71,535.37	\$21,419.37	\$43,506.18	\$48,069.32	\$54,153.40	\$67,885.02	\$105,603.50
6	7.92	15.08	\$ 64,730.00			\$1,539.92	\$92,395.33	\$27,665.33	\$56,648.29	\$62,124.05	\$69,424.94	\$85,902.89	\$136,397.85
7	9.24	17.59	\$ 69,730.00			\$1,658.87	\$99,532.31	\$29,802.31	\$69,790.40				\$146,933.76
8	10.56	20.11	\$ 74,730.00			\$1,777.82	\$106,669.29	\$31,939.29	\$82,932.51				\$157,469.66

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 23. Plan financiero con módulos de 4 y 6 paneles a 15 años

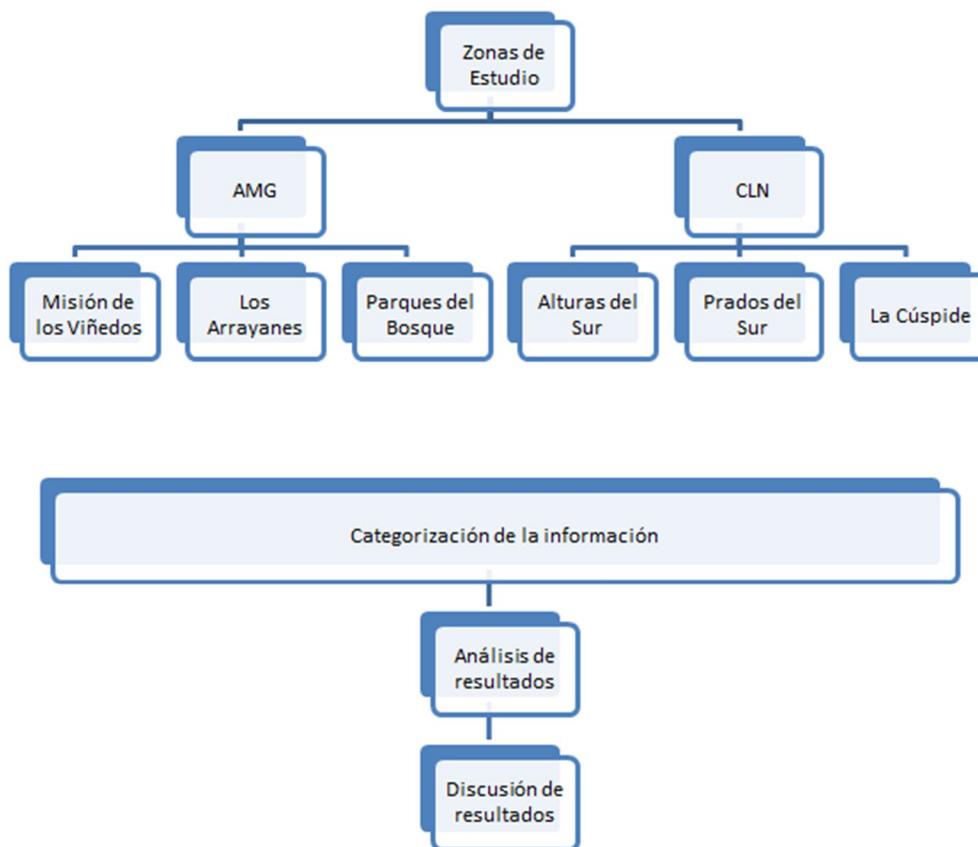
Cantidad de paneles solares	Energía eléctrica generada a partir de SPS kWh/día CLN	Energía eléctrica generada a partir de SPS kWh/día AMG	Costo de los Paneles Solares (19pesosxdólar) (VA)	Tasa (mes)	Nper (meses)	Pago (mes)	Pago total	Intereses	CLN		AMG		VF
									Ahorro \$ si se consideran 6 hrs de captación solar	Ahorro \$ si se consideran 7 hrs de captación solar	Ahorro \$ si se consideran 6 hrs de captación solar	Ahorro \$ si se consideran 7 hrs de captación solar	
2	2.64	5.03	\$ 20,867.00			\$292.05	\$52,569.33	\$31,702.33	\$7,602.03	\$9,427.29	\$11,860.92	\$17,353.56	\$195,238.63
3	3.96	7.54	\$ 30,856.00			\$431.86	\$77,734.19	\$46,878.19	\$13,699.80	\$16,437.68	\$20,088.13	\$28,327.10	\$288,699.06
4	5.28	10.05	\$ 40,137.00			\$561.75	\$101,115.41	\$60,978.41	\$107,884.22	\$120,371.71	\$116,401.99	\$136,224.27	\$375,535.20
5	6.60	12.57	\$ 50,116.00	1.3%	180	\$701.42	\$126,255.07	\$76,139.07	\$43,506.18	\$48,069.32	\$54,153.40	\$67,885.02	\$468,902.06
6	7.92	15.08	\$ 64,730.00			\$905.95	\$163,071.49	\$98,341.49	\$193,806.63	212540.4569	\$206,157.63	243735.6366	\$605,635.53
7	9.24	17.59	\$ 69,730.00			\$975.93	\$175,667.78	\$105,937.78	\$69,790.40				\$652,417.20
8	10.56	20.11	\$ 74,730.00			\$1,045.91	\$188,264.06	\$113,534.06	\$82,932.51				\$699,198.88

Fuente: Elaboración propia

Recopilación, categorización y análisis de resultados

Una vez que se finalizó el levantamiento de información en campo, se da paso con la acumulación de la información en una base de datos para posteriormente realizar una categorización y análisis de los mismos, como se presenta en la ilustración 24. El análisis se realizó en el programa SPSS a partir de la base de datos obtenidos. Así se obtuvieron estadísticas descriptivas, relaciones bivariadas y análisis de varianza. Las inferencias obtenidas de esta manera, buscaron triangularse con la información obtenida de las entrevistas y en diálogo con la documentación legal y el modelo económico.

Ilustración 24. Modelo de presentación del contexto de investigación



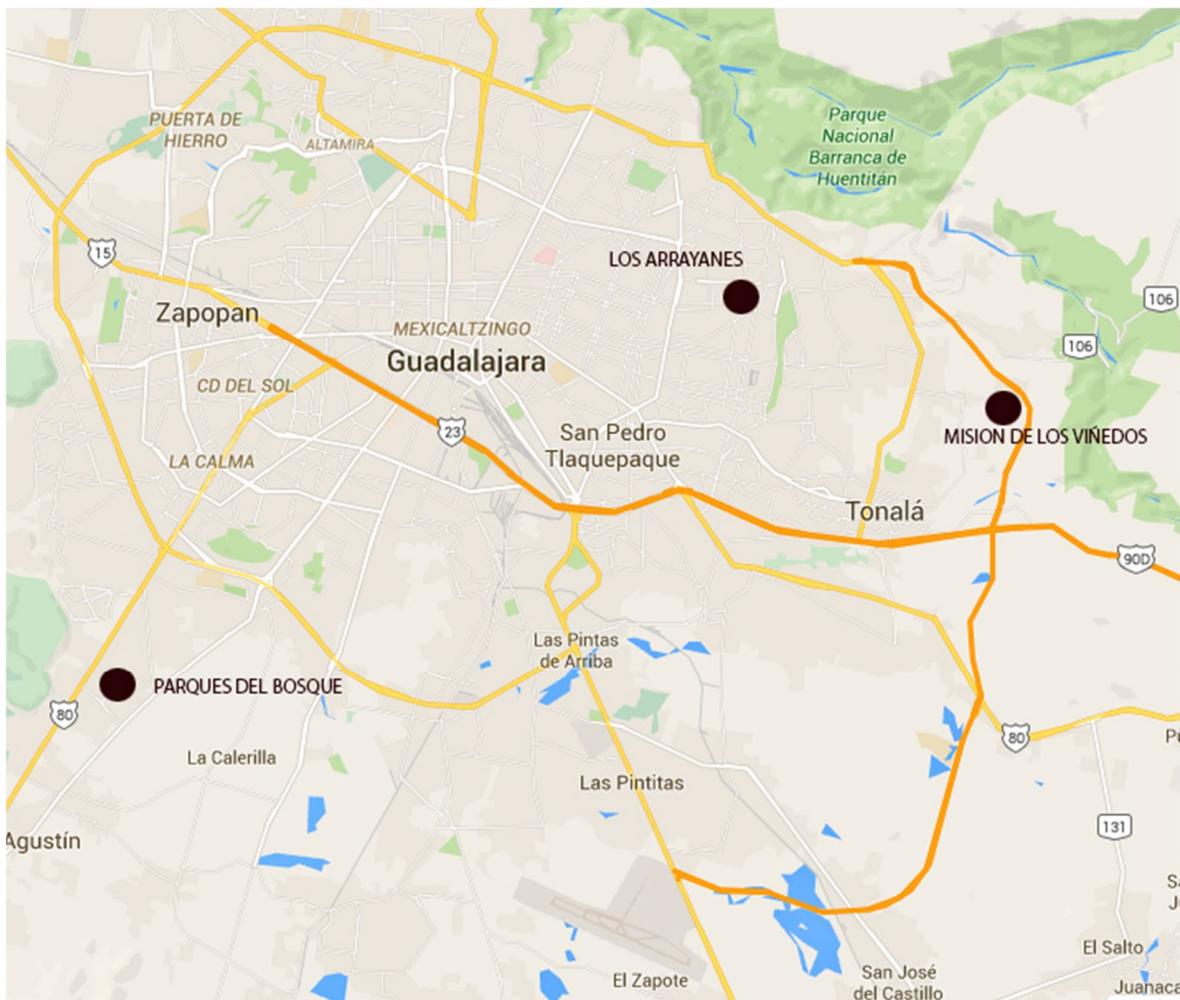
Fuente: Elaboración propia

IV. CONSTRUCCIÓN CONTEXTUAL DE LAS ZONAS DE ESTUDIO

Descripción de los casos estudiados en el Área Metropolitana de Guadalajara, Jalisco

En la siguiente ilustración (25) se observa la ubicación de los tres fraccionamientos de estudio dentro del Área Metropolitana de Guadalajara.

Ilustración 25. Zonas a estudiar en la AMG.



Fuente: Elaboración propia con la herramienta Google maps.

Fraccionamiento Misión de Viñedos

El fraccionamiento **Misión de los Viñedos**, se compone por el momento de cuatro etapas y 1171 viviendas aproximadamente. Con un valor de entre 250 mil pesos a los 300 mil pesos por propiedad, con una construcción de variable entre 35 a 45 m². El núcleo de viviendas con nivel socioeconómico bajo tiene modelos de una sola planta y dúplex de dos pisos (4 viviendas). El fraccionamiento se encuentra ubicado sobre el Periférico Oriente, al Nororiente del AMG en el municipio de Tonalá y cuenta con su ingreso por una vialidad que continúa la calle Juárez perpendicular a la Av. Tonaltecas. Es posible acceder al fraccionamiento usando el transporte público existente en esta zona o mediante un vehículo privado, a pesar de estar a un costado del macro libramiento del periférico no existe un acceso directo por esta vía, lo que representa una barrera que aísla de cierta forma al fraccionamiento.

Ilustración 26. Fraccionamiento Misión de los Viñedos.



Fuente: Elaboración propia con la herramienta Google Earth.

Las vialidades en el fraccionamiento son de doble circulación pero solo las principales cuentan con una pequeña banqueta para el tránsito del peatón. La instalación eléctrica es aérea en algunas secciones del fraccionamiento. Debido a la falta de áreas verdes donde se puedan realizar actividades de recreación y deporte, los habitantes más jóvenes (niños) se exponen ser arrollados por algún vehículo al estar expuestos a esta circulación cuando juegan en la calle, otro riesgo es la sustracción de los menores por personas ajenas tanto a ellos como al fraccionamiento, existe también mala calidad en el servicio de alumbrado público.

Ilustración 27. Acceso a Misión de los Viñedos.



Fuente: Elaboración propia con la herramienta Google earth.

Ilustración 28. Fachada publicada en Web para venta de fraccionamiento (izq.). Planta tipo de vivienda en fraccionamiento Misión de los Viñedos (cent. Y der.)



Fuente: Grupo Favier (2014), disponible en: www.grupofavier.com

La planta prototipo de la vivienda cuenta con una o dos recámaras, un baño y un espacio abierto de sala-comedor-cocina, patio y cochera para un auto. Se realizaron tres visitas al fraccionamiento en las que se realizó un levantamiento fotográfico y la recopilación de la información mediante la encuesta en la III y IV etapas. Se puede observar que el fraccionamiento cuenta con una considerable cantidad de viviendas deshabitadas, así como algunas de las viviendas en condiciones de poco mantenimiento.

Ilustración 29. Fachadas de viviendas y vialidades de fraccionamiento Misión de los viñedos.



Fuente: La autora (2014).



Fuente: La autora (2014).

Durante los recorridos realizados se pudo observar que las viviendas unifamiliares, no cuentan con ecotecnología de calentador solar de agua (con sus excepciones),

como las existentes en los prototipos de vivienda multifamiliar como se puede apreciar en las fotografías siguientes.

Ilustración 30. Vivienda unifamiliar en Misión de los Viñedos.



Fuente: La autora (2014).

Ilustración 31. Vivienda multifamiliar en Misión de los Viñedos.



Fuente: La autora (2014).

.Se registró poca actividad en las áreas verdes o de recreación y escasa masa vegetal existente, el mantenimiento de éstas se consideró efectuado con regularidad por el buen estado del mobiliario, lo que se ilustra en las siguientes imágenes.

Viabilidad de producción de energía eléctrica en la vivienda a partir de sistemas de paneles solares en fraccionamientos estudiados de Culiacán-Área Metropolitana de Guadalajara.

Ilustración 32. Áreas verdes y de recreación con las que cuentan los residentes en el fraccionamiento.



Fuente: La autora (2014).

Ilustración 33. Colindancia Misión de los Viñedos.



Fuente: La autora (2014).

Ilustración 34. Vialidades de fraccionamiento Misión de los viñedos.



Fuente: La autora (2014).

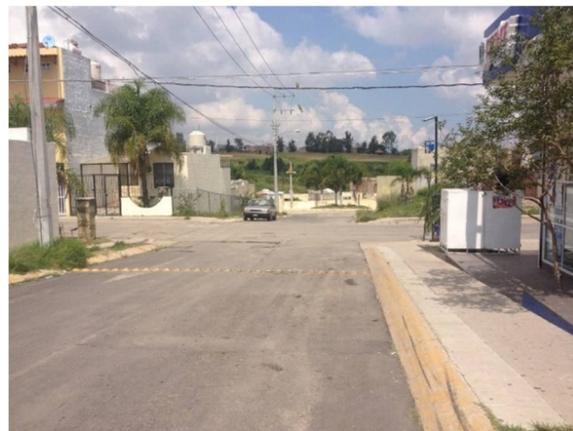
Ilustración 35. Vialidades de fraccionamiento Misión de los Viñedos



Fuente: La autora (2014).



Fuente: La autora (2014).



Fuente: La autora (2015).



Fuente: La autora (2015).

El ambiente encontrado se puede percibir tranquilo hasta cierto punto agradable, sin embargo se puede apreciar cierta desconfianza por las colindancias, que son terrenos baldíos junto al periférico. Se encontraron zonas con graffiti, la dualidad de ver casas con las puertas abiertas mientras sus habitantes hacían sus quehaceres domésticos al interior y otras que tenían enrrejados o portones para protección. Se pudo registrar la diferencia de actividades en un día laboral como de un día de fin de semana.

En tanto en el día laboral las actividades en el fraccionamiento se dan principalmente por la tarde, mientras que en fin de semana la actividad de los habitantes empieza por la mañana o medio día, registrándose una mayor movilidad peatonal y vehicular, así como actividad comercial en el desarrollo habitacional.

Al consultar en la Web, en búsqueda de mayor información del fraccionamiento, se encontró un reportaje acerca de quejas de los vecinos en cuanto al acceso a la zona, quejas a la vez por malos servicios de agua y luz, así como que la desarrolladora había construido en terrenos con propietario desconocido y sin autorización³.

También de este fraccionamiento se pudieron recabar los siguientes comentarios de algunos vecinos:

H1: aquí es difícil ponerse de acuerdo, cada quien se rasca con sus propias uñas además el alumbrado no funciona bien, está medio peligroso en la noche.

H2: nosotros no tenemos tanto dinero para comprar paneles de esos solares, pero sí nos interesa cuidar la luz, ahorrar en el gas y eso.

³ La publicación de esta noticia se encontró en: <http://www.notisistema.com/noticias/vecinos-de-fraccionamiento-de-tonala-se-manifiestan-tras-engano/>

Fraccionamiento Los Arrayanes

El fraccionamiento de nivel socioeconómico medio **Los Arrayanes** se compone de viviendas de diferentes tipologías y superficies construidas que varían entre 60 y 120 m². Es un fraccionamiento abierto cuyos costos de vivienda varían entre 651 mil y 900 mil pesos, con superficies de vivienda que entre los 60 y 90 m². Se encuentra al Nororiente del AMG en el municipio de Guadalajara ubicado entre la calle José María Iglesias y Pablo Valdés. Es posible acceder a este fraccionamiento utilizando las rutas de transporte público o vehículo propio.

Ilustración 36. Fraccionamiento Los Arrayanes.



Fuente: Elaboración propia con la herramienta Google maps.

Como se puede observar en las fotografías que se muestran a continuación, esta zona fue creciendo por etapas y se presentan lotes sin construcción. Las vialidades del fraccionamiento cuentan con banquetas en ambos lados, siendo éstas de un sentido, aunque se puede presentar flujo en ambos sentidos. El estado de las vialidades y la infraestructura urbana es de mediana calidad. El fraccionamiento cuenta con instalación eléctrica aérea.

La tipología de la vivienda es muy variada al existir casas con una y dos plantas, además de estilos arquitectónicos muy diferentes, asimismo se puede suponer que estas cuentan con un mayor número de espacios que en las casas de un menor estrato social. En las visitas al fraccionamiento se pudo observar el déficit de áreas verdes en la zona con una escasa trama vegetal no endémica, que permitan a los usuarios realizar actividades de recreación, dispersión y deporte.

Ilustración 37. Fachadas y vialidades de Los Arrayanes.



Fuente: La autora (2016).



Fuente: La autora (2016).





Fuente: La autora (2016).

Los jefes de familia en este fraccionamiento son personas con recursos suficientes y registran un nivel académico variado entre bachillerato y licenciatura.

La actividad al exterior resulta escasa por lo que el convivio entre los habitantes es poco al mismo tiempo, presentándose sobre todo en las vialidades donde existen puntos de comercio.

Fraccionamiento Parques del Bosque

El coto se encuentra ubicado al sur del AMG, en el municipio de Tlaquepaque, en una privada que se encuentra dentro de **Parques del bosque**. El fraccionamiento está formado por un aproximado de 80 viviendas de nivel medio alto con un costo aproximado entre los 900 mil y 1.3 millones de pesos; las construcciones en este sitio que varían de los 90-150 m². Su ingreso vial se ubica sobre la Av. Agricultores, pudiendo acceder a este fraccionamiento después de un tramo de caminata después de bajar de la ruta de transporte público que recorre cerca del lugar o en vehículo privado.

Ilustración 38. Fraccionamiento Parques del Bosque.



Fuente: Elaboración propia a partir de información de Google earth.

Las condiciones de las vialidades y la infraestructura urbana son excelentes, la instalación eléctrica en este sitio es subterránea (hacia el interior del coto). En el coto existe un área verde para dar servicio a los habitantes, sin embargo, la masa vegetal no es tan extensa, aunque sí se presenta en cada vialidad de la privada y

en la mayoría de las viviendas. En este sitio las viviendas pertenecen a personas de un nivel educativo de posgrado o licenciatura. Los habitantes son individuos con un buen nivel de recursos económicos y de una clase social media alta. Es un complejo ya establecido con un ambiente muy tranquilo, que se aprecia seguro y cuenta con vigilancia en el acceso. En las visitas realizadas se pudo observar que la actividad se torna más intensa por las noches y los fines de semana.

Ilustración 39. Fraccionamiento Parques del Bosque, fachadas y vialidades.



Fuente: La autora (2015).

Ilustración 40. Vialidad de fraccionamiento Parques del Bosque



Fuente: La autora (2015).

En este fraccionamiento, se recabó información de dos personas que aportaron lo siguiente:

H1: yo pedí que me hicieran un presupuesto para instalar paneles solares en mi casa, pero el costo era muy elevado y mejor pensé en los calentadores solares, que también te permiten ahorrar en gas, creo que esos dispositivos son más rentables que los paneles por ahorita.

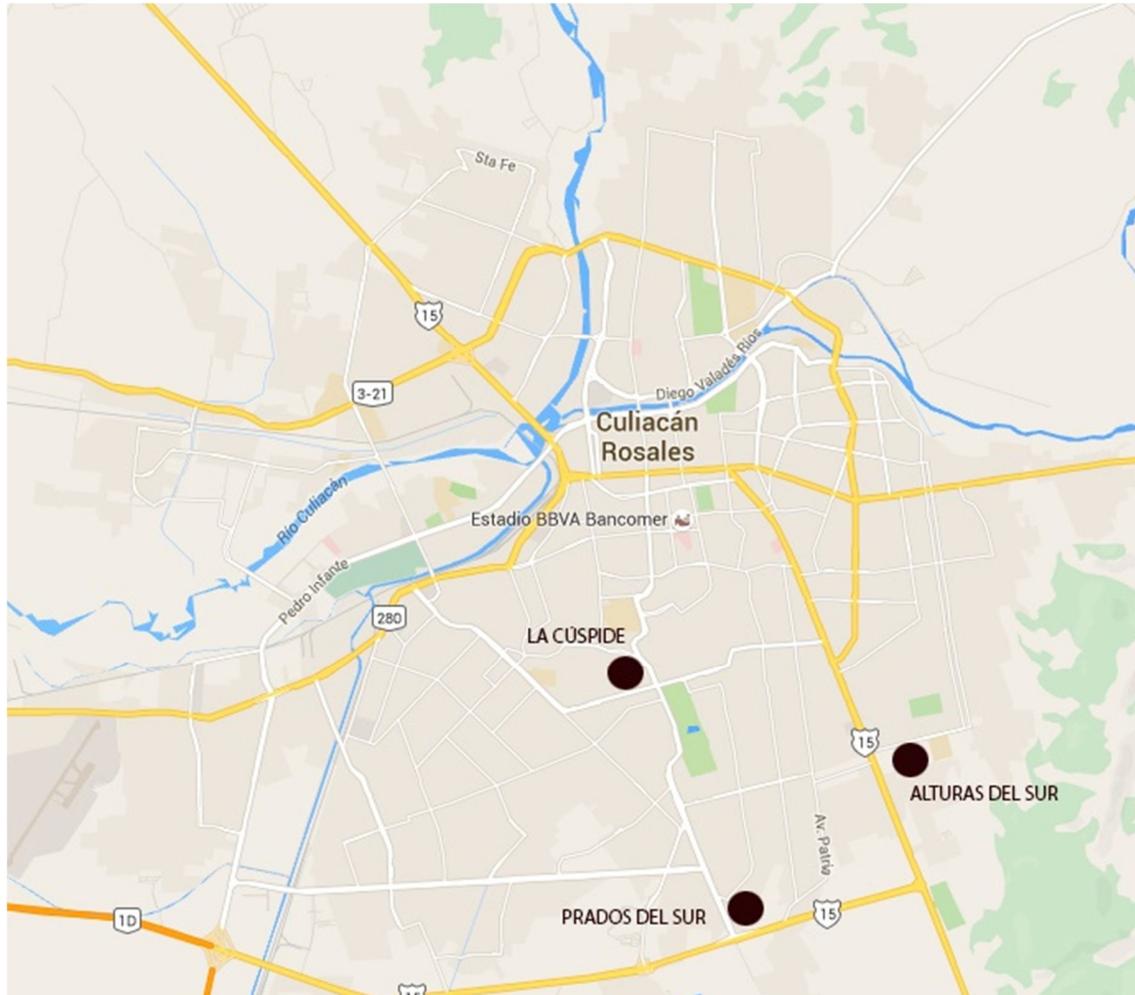
H2: nosotros en la casa anterior instalamos paneles solares, fue muy caro, pero luego nos cambiamos acá y decidimos no instalar los paneles aquí, mejor se instaló un tipo *switch* que hace que se corte la corriente y solo se utilice lo que se ocupa como el refrigerador.

H3: para mí no creo que sea conveniente poner paneles, vivo sola y pues no gasto tanto en luz.

Descripción de los casos estudiados en la ciudad de Culiacán, Sinaloa

En la siguiente imagen (ilustración 41) se podrá observar la ubicación de los tres fraccionamientos de estudio dentro de la ciudad de Culiacán, Sinaloa.

Ilustración 41. Zonas a estudiar en la ciudad de Culiacán, Sinaloa.

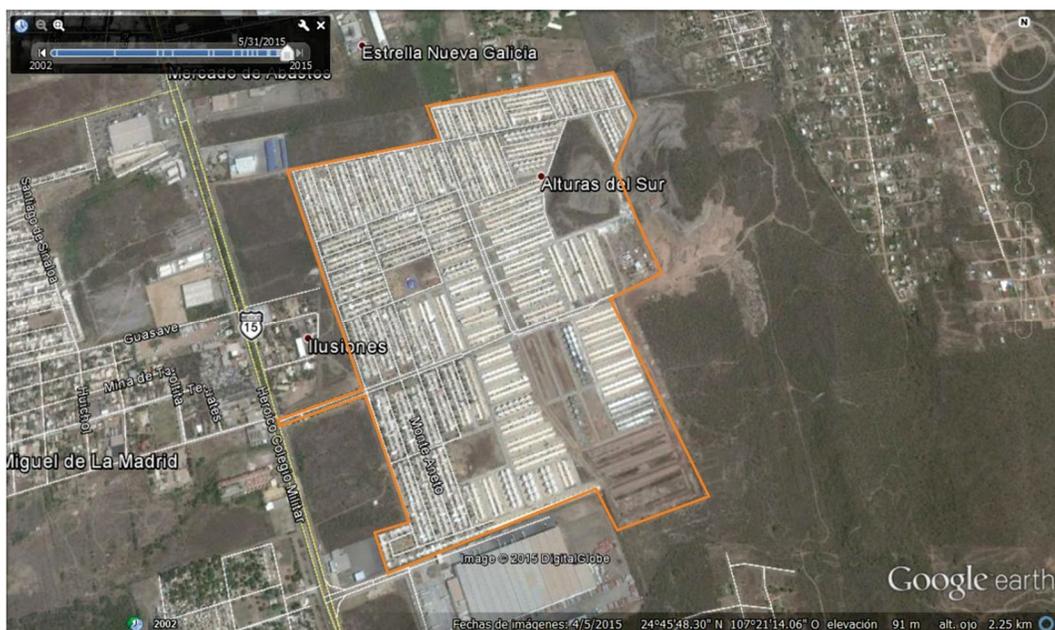


Fuente: Elaboración propia con la herramienta Google maps.

Fraccionamiento Alturas del Sur

El fraccionamiento es un conjunto de viviendas de interés social de nivel bajo con costos por vivienda entre 250 mil y 300 mil pesos. Existen construcciones unifamiliares (casas habitación de 49 m² aproximadamente) y multifamiliares (construcción tipo dúplex de 4 viviendas y dos niveles), al fraccionamiento se accede por un boulevard con un mediano canal de aguas pluviales al centro en una sección que se convierte en un camellón central para la siguiente sección. A su vez, para tener acceso a este boulevard es necesario cruzar la carretera que lleva a la salida sur de la ciudad de Culiacán rumbo al municipio de Mazatlán, esta intersección no cuenta con un semáforo apropiado que permita un flujo vehicular ordenado y estructurado.

Ilustración 42. Fraccionamiento Alturas del Sur.



Fuente: Elaboración propia con la herramienta Google earth.

Ilustración 43. Vialidades en fraccionamiento Alturas del Sur.



Fuente: La autora (2015).

En el estudio de la observación directa (se efectuaron tres visitas con distintos horarios) en conjunto con el análisis de estadísticas descriptivas que se realizó a este fraccionamiento en Culiacán: se puede resumir que las características de éste en cuanto a vialidades, acabados y la infraestructura urbana se encuentran en excelentes condiciones en relación a que es una zona aún en desarrollo y en pleno crecimiento, al mismo tiempo existe poco mobiliario urbano en las áreas verdes. Se puede apreciar un poco de inseguridad al existir numerosas viviendas desocupadas, pero en contraste el lugar es tranquilo y los vecinos están alerta. Una vez que se encuentra en la periferia de la ciudad, el acceso a este sector se da a través de una ruta de camiones urbanos o en vehículo propio.

En este fraccionamiento se pudo identificar un sector de personas en edad laboral con un poder adquisitivo bajo; donde el nivel académico del jefe de familia es de bachillerato, las familias se encuentran en pleno crecimiento, es decir, familias pequeñas, o nuevas familias. En el caso de ser una familia extensa, se presenta el hacinamiento de los integrantes del hogar, debido a que el promedio fue de 4 habitantes por vivienda. La convivencia entre los habitantes de este sector si bien no es demasiado estrecha, se presenta debido a que las personas se relacionan cuando acuden a las áreas comunes después de una jornada laboral para dispersarse un momento, además de que acontece en horas del día en que el calor y el asoleamiento no son tan agobiantes. El clima que se presenta en la ciudad hace necesario utilizar sistemas de refrigeración de los espacios; en este en el fraccionamiento de nivel socioeconómico el 99% de las viviendas cuentan con este tipo de aparato electrodoméstico.

En este fraccionamiento se encontró a una persona que conocía y había usado los paneles solares y se recogió su aportación:

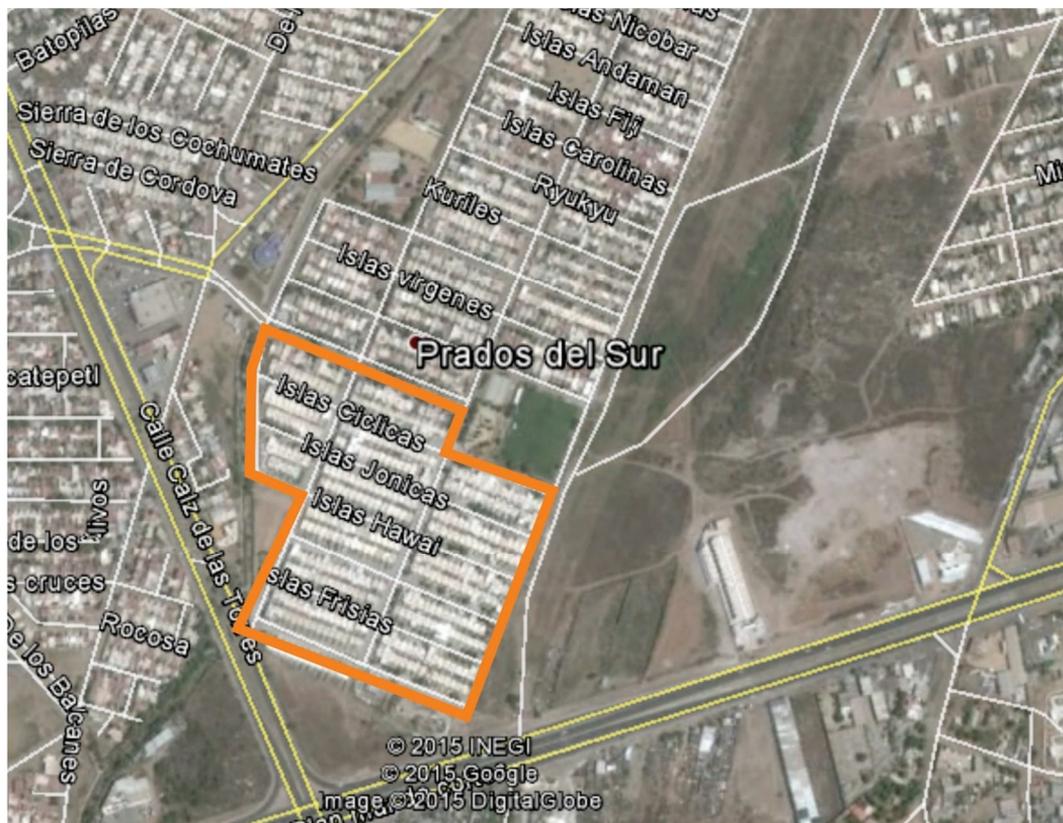
H1: aah sí, los paneles, esos usábamos allá en el rancho pero luego se iba la luz, pero pues con eso teníamos ahí en la casa

H2: ay hija, aquí apenas tenemos para salir al día, ¿cómo vamos a tener para esos aparatos?

Fraccionamiento Prados del Sur

El fraccionamiento en cuestión está conformado por vivienda de interés medio con aproximadamente 270 viviendas en esta sección, entre una y dos plantas, y variando de entre 53 y 95 m² de construcción, además de aquellas modificadas con nueva construcción, que puede considerarse aproximadamente de 150m² y costos por vivienda que fluctúan entre los 650 mil y 900 mil pesos. Para este sitio de estudio se seleccionó la segunda etapa del desarrollo. Este conjunto habitacional se encuentra ubicado al sur de la ciudad junto a la vialidad principal de la ciudad y a la costera. Las vialidades son de concreto hidráulico y no se aprecia drenaje pluvial. La electrificación del fraccionamiento es subterránea.

Ilustración 44. Fraccionamiento Prados del Sur.



Fuente: Elaboración propia con la herramienta Google earth.

Ilustración 45. Fachadas y vialidades de Prados del Sur.



Fuente: La autora (2015).

En resumen en este fraccionamiento se encontraron buenas características de acabados y vialidades, así como la infraestructura urbana existente. Esta traza urbana está en desarrollo y su acceso también se observa mediante algunas rutas de transporte urbano o vehículo propio. Las viviendas de este fraccionamiento son de uno o dos niveles, presentando en su mayoría la fachada inicial.

El grado académico promedio de los jefes de familia en este sector es de licenciatura y presentan un poder adquisitivo regular. En esta traza urbana se presenta una mediana convivencia cuando los habitantes acuden al área común existente (se compone de un parque y una cancha de futbol) después de la jornada laboral por dispersión o para ejercitarse, también se presenta esta situación en horas del día en que han disminuido el calor y el asoleamiento. El clima también provoca de manera necesaria utilizar sistemas de refrigeración de los espacios.

Algunos comentarios obtenidos de los vecinos de este lugar:

H1: ...ah sí, el otro día estaba viendo como un reportaje de los paneles en la tele. Debería de haber algo para poder utilizar esa tecnología, además se beneficia el ambiente

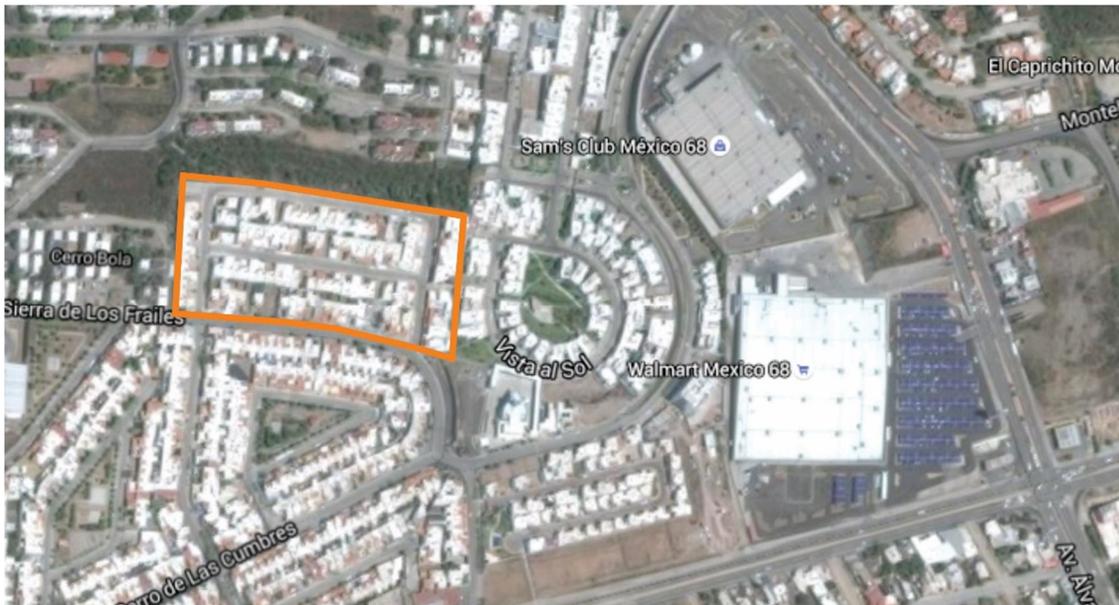
H2: pues aquí en la casa hacemos todo lo posible por ahorrar luz, para no gastar tanto, mi marido es electricista y se dedica a todo eso, aquí puso un cableado nuevo y hemos ido comprando aparatos que no consuman tanta luz, pero los aires son los que sí utilizamos mucho y es que con el calor que hace pues no se puede estar (refiriéndose al confort dentro de la vivienda)

H3: la verdad tenemos prendido el aire todo el día ahorita que está el bebé recién nacido, porque si no lo prendemos no puede estar tranquila: llora... y ni modo, hay que pagar lo que usamos

La cúspide

Este fraccionamiento se encuentra ubicado a 10 minutos del centro de la ciudad. Es un fraccionamiento de nivel medio alto con costos entre los 900 mil y 1.3 millones de pesos. Las viviendas son de dos niveles y varían entre los 90 y 150 m² aproximadamente. El sitio cuenta con electrificación subterránea y se localiza junto a un sector de vivienda de bajo nivel socioeconómico así como a otro de nivel medio. Con vialidades de dos sentidos y pavimento de concreto hidráulico, no se apreció la existencia de drenaje pluvial y la instalación eléctrica en este fraccionamiento es subterránea.

Ilustración 46. Fraccionamiento La Cúspide.



Fuente: Elaboración propia con la herramienta Google earth.

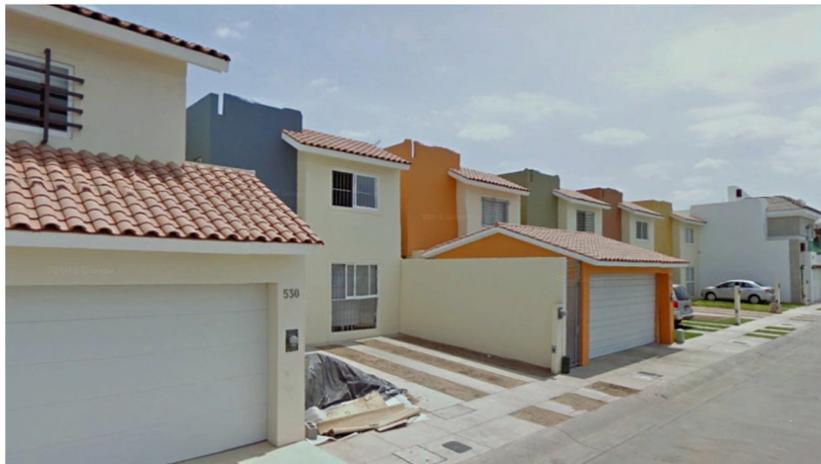
Ilustración 47. Fachadas y vialidades de La Cúspide.



Fuente: La autora (2016).

En este fraccionamiento no existe ninguna área verde para realizar actividades de recreación, la masa vegetal es muy escasa, la actividad en este sitio no se aprecia con claridad, debido a que solo existe acceso y salida de vehículos. La calle principal es la más transitada debido a que sirve de conexión con los fraccionamientos vecinos. En el análisis del fraccionamiento con la categoría de nivel socioeconómico medio alto en la ciudad de Culiacán se aprecian características de vialidades e infraestructura excelentes, este fraccionamiento está establecido y lo que se presenta en él son ampliaciones a la vivienda o modificaciones de fachada. Se ubica más al centro de la ciudad y solo se puede tener acceso con vehículo propio o después de un trayecto de caminata al llegar a una estación de transporte público.

Ilustración 48. Viviendas y vialidades del fraccionamiento La Cúspide.



Fuente: Elaboración propia a partir de navegación satelital mediante Google earth.

En este sector no hay áreas verdes o de uso común, sin embargo se aprecia como una zona segura. Las viviendas de este fraccionamiento cuentan con mayores y más grandes espacios para las familias ocupantes. El grado académico que se presenta en este lugar es licenciatura. Se puede suponer que los propietarios o habitantes de estas viviendas son personas con un buen nivel adquisitivo y recursos suficientes.

El convivio entre los habitantes del fraccionamiento es mínimo, además de que el flujo de movimiento se registra solo como acceso y salida de vehículos. Se registra la totalidad de viviendas con sistemas de refrigeración.

El comentario que más llamó la atención fue de una persona:

H1: a mí no me importa cuidar la luz, yo pago lo que sea, no me interesa el medio ambiente, yo voy a estar a gusto... de todas formas nos vamos a morir.

V. PRESENTACIÓN DE HALLAZGOS

Aspecto socioeconómico

Para resumir el contexto comparado de los fraccionamientos estudiados, se presentan en la tabla 6, las características retomadas de las viviendas de estudio en ambas zonas geográficas, categorizadas de acuerdo a tres niveles socioeconómicos con base en el precio promedio de las viviendas pertenecientes a los fraccionamientos seleccionados para el estudio: nivel socioeconómico bajo, medio y medio alto.

Tabla 6. Comparativo de características socioeconómicas y demográficas relacionadas con el consumo eléctrico de los casos de estudio.

Zona de Estudio/ Características	Culiacán (CLN)			Área Metropolitana de Guadalajara (AMG)		
	Bajo	Medio	Medio Alto	Bajo	Medio	Medio Alto
Costo aproximado de la vivienda	350-650 mil pesos	651-900 mil pesos	901-1.3 millones de pesos	350-650 mil pesos	651-900 mil pesos	901-1.3 millones de pesos
m2 de vivienda aproximados	55 m2	60-90 m2	90-150 m2	53 m2	60- 120 m2	90-150 m2
Número de habitaciones (promedio)	2	2	3	2	3	3
Número de habitantes (promedio) en la vivienda	4	4	3	4	4	4
Ingreso mensual total aproximado	5-10 mil	10-20 mil	20-30 mil	5-10 mil	10-20 mil	20-30 mil
Gasto promedio en la cuenta de consumo de energía eléctrica (CFE)	\$ 393	\$ 562.50	\$ 906.52	\$ 264.03	\$ 452.11	\$ 491.07

Fuente: Elaboración propia a partir del análisis en SPSS.

En el mismo orden de ideas se presenta la comparativa entre los diferentes estratos socioeconómicos de las zonas de estudio:

a) Nivel socioeconómico bajo

Se presentan (en ambas zonas de estudio) en su mayoría habitantes de bajo poder adquisitivo, por lo que la ocupación de tipo arrendamiento se registra con mayor frecuencia. Según la clasificación de la AMAI (2016) sus viviendas se encuentran entre las categorías **C-** y **C**. El consumo eléctrico en ambas es en comparación con los otros dos estratos el de menor rango; que de acuerdo con los datos recabados sería aproximadamente entre 4 y 6 kWh al día. Se presenta en las viviendas, como era de esperarse, un menor número de electrodomésticos y dispositivos de iluminación, esto último por contar con menos espacios en la vivienda. Con un ingreso económico que fluctúa entre los 2 mil y 10 mil pesos mensuales de acuerdo a los registros obtenidos en la encuesta, además de presentar en algunos casos una mayor población por vivienda que en promedio son de 4 habitantes, por lo que las personas de estos sectores se preocupan en no incurrir en un consumo eléctrico demasiado elevado en su factura de electricidad; el cual se presenta de una manera semi-controlada en proporción al área de la vivienda, el número de habitantes así como de la cantidad de electrodomésticos y las características de éstos, es decir, en estos fraccionamientos se registraron algunos aparatos de mayor consumo energético por ser antiguos. Además, dependiendo de las dos zonas estudiadas, se presentan una mayor cantidad de medidas de ahorro de electricidad.

b) Nivel socioeconómico medio

Las personas de esta categoría presentan un poder adquisitivo estable, habitando viviendas propias y de superficies variadas, algunas han sido remodeladas otras permanecen en su forma original. Según la clasificación

de la AMAI (2016) sus viviendas se encuentran entre las categorías **C y C+**. En estos fraccionamientos algunos de los dueños de los inmuebles han invertido en mejoras a sus casas. El ingreso económico promedio que se presenta para este sector es de 10 a 20 mil pesos. Los habitantes por vivienda varían entre 2 y 4, y el consumo eléctrico en estos fraccionamientos es un poco mayor al presentado en el nivel socioeconómico bajo; variando entre los 4 y 5 kWh diarios. En este tipo de viviendas se encontraron una mayor cantidad de electrodomésticos, así como un mayor número de dispositivos de iluminación debido a la existencia de más espacios en las viviendas, lo que puede explicar la diferencia de consumo eléctrico entre los dos niveles socioeconómicos. Las medidas de ahorro presentadas en este nivel también varían dependiendo de la zona geográfica.

c) Nivel socioeconómico medio-alto

En los fraccionamientos de esta clasificación, los habitantes tienen un mejor poder adquisitivo y económico que los dos grupos anteriores, debido a que cuentan con un ingreso económico aproximado de entre 20 a 30 mil o mayor. Según la clasificación de la AMAI (2016) sus viviendas se encuentran entre las categorías **A/B**, cuyas superficies varían entre 90 y 150 m². Las remodelaciones a la vivienda en estos fraccionamientos se han dado con más frecuencia en el fraccionamiento ubicado en Culiacán. En estos fraccionamientos la cantidad de habitantes es variable pero se presenta un promedio de 3 a 4 integrantes de familia por vivienda. Estas viviendas sobrepasan a las otras clasificaciones en la cantidad y variedad de electrodomésticos existentes y número de dispositivos de iluminación, lo que resulta en un consumo eléctrico más elevado; que aproximadamente entra en un rango de entre 5 y 10 kWh diarios. Y dependiendo de la zona se presentan una mayor aplicación de medidas de ahorro para reducir el consumo eléctrico.

Análisis financiero

La cuestión económica respecto a una posible inversión en paneles solares se analizó de acuerdo a los kWh de consumo por bimestre, asociado a las tarifas de la CFE. Se observó que aquellas viviendas que presentan un consumo menor a 1 y 2 kWh al día no representan una opción de compra de paneles solares, debido a los subsidios (\$0.78 x kWh). Para este caso, el gasto del usuario es del 15 % del costo real de producción y su pago representa un 17.64 % del subsidio otorgado por el gobierno federal. Para la inversión en un sistema de paneles solares de 2.5 kWh se requiere un monto de \$ 20,867.00 y el pago a 60 meses sería de \$ 500 pesos, esto representa 10 veces el pago actual en su gasto de electricidad; aún con el incremento de tiempo en el período de pago no resulta una opción rentable.

Para los casos de los usuarios que consumen 3 kWh al día, el uso de sistemas de paneles solares comienza a esbozarse como una buena opción de inversión y ahorro en el consumo eléctrico. Sin embargo, los períodos de pago del sistema se entenderían a 10 o 15 años. En este sentido, si consideramos un período de vida útil de 25 años, se tiene un período de 10 años de ahorro en gastos de consumo eléctrico. Tal es el caso que para el sistema de 2 paneles solares: el costo actual es de \$20,867.00 pesos y el pago total con intereses al final de un período de 5 años sería de \$ 29,785.47 pesos. El ahorro por el uso de esta tecnología durante 25 años de vida útil garantizada variaría de acuerdo a las horas de captación de la radiación solar, entre \$ 7,602.03 y \$ 9,427.29 pesos. Con esto se estaría asumiendo el costo de los intereses producidos.

Esta diferencia aumenta en relación directa con la cantidad de paneles solares y el consumo eléctrico. Al respecto, el Arq. Jorge Monzón menciona que el uso de esta tecnología podría ser factible en la vivienda de menor estrato social, a condición de que se generara una normativa que regule el tipo de energía que se consume en estas viviendas; es decir, si se normara que todas las casas debieran terminarse con instalaciones de sistemas de paneles solares y entregarse de esta

forma a los derechohabientes que hacen efectivo su crédito para adquirir una vivienda; integrando el costo de los paneles al crédito de la vivienda.

Si se considera el caso de los usuarios que consumen 4 a 8 kWh al día, donde el gasto en electricidad varía entre los 450 y 1060 pesos en adelante, el uso de sistemas de paneles solares representa una importante opción de inversión y ahorro en el consumo eléctrico; siempre y cuando no alcancen la tarifa DAC. Lo anterior tomando como referencia las características del proyecto de pagos formulado. Como se mencionó anteriormente, la diferencia entre el ahorro obtenido por el uso de los paneles solares y los intereses por pagar va en aumento respecto al consumo eléctrico. Si se supone que el gasto normal en consumo se invierte en amortizar los paneles, disminuye el período de pago y aumenta el período de obtención de beneficios. Para el caso de la vivienda con un consumo de 4 kWh al día, se requieren 4 paneles solares con un costo por el sistema de \$ 40,137.00 pesos que se amortizaría en un plazo de 15 años con un pago total de \$110 872.00 y un ahorro final de \$ 120, 372.00.

Asimismo para un sistema de 6 paneles, el monto inicial de inversión es de \$ 64, 730.00 pesos mientras que el pago final sería de \$ 178 807.00 y el monto de ahorro durante el mismo plazo es de \$ 212, 541.

Debido al límite establecido de producción de 10 kWh en la vivienda, no se consideraron sistemas de mayor capacidad.

Análisis de encuestas y discusión de resultados

El análisis de los datos obtenidos en la encuesta se llevó a cabo mediante el programa “*Statistical Product and Service Solutions*” (SPSS); el cual es un software de análisis estadístico utilizado para realizar procesos analíticos completos a partir de una base de datos. Se utiliza en las ciencias exactas y ciencias sociales para elaborar estadística descriptiva e inferencial. Dicho programa es útil en la investigación para realizar inferencias descriptivas e inferencias causales a partir de los datos obtenidos en una encuesta.

Se analizaron las variables recabadas en la encuesta que se aplicó a los fraccionamientos de las zonas de estudio, con la obtención de datos socioeconómicos y percepciones sobre energía que tienen los habitantes se busca inferir respecto a las variables analizadas.

Tabla 7. Tabla de frecuencias y gráfica de media de encuestas aplicadas en las zonas de estudio

Fracc				
	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Alturas del Sur	30	16.7	16.7	16.7
Prados del Sur	30	16.7	16.7	33.3
La Cúspide	30	16.7	16.7	50.0
Válidos Misión de los Viñedos	30	16.7	16.7	66.7
Los Arrayanes	30	16.7	16.7	83.3
Parques del Bosque	30	16.7	16.7	100.0
Total	180	100.0	100.0	

Fuente: Elaboración propia (SPSS).

En total se aplicaron 180 encuestas con una distribución de 30 encuestas por fraccionamiento. Como se mencionó anteriormente, no se buscó tener un muestreo representativo, sino establecer inferencias entre las variables, como insumos para dar respuesta a la pregunta que dirige la presente investigación: ¿Cómo se relacionan los habitantes de fraccionamientos de Guadalajara y Culiacán con la electricidad, y qué percepción social hay para una transición hacia la generación de electricidad doméstica con energías renovables?

La tabla 8 presenta el análisis de correlación bivariada de todas las variables. Como se ha mencionado, esta permite establecer inferencias causales respecto a correlaciones existentes en los datos recabados en la encuesta. En este sentido, las variables con una correlación significativa poseen un p-valor inferior a 0.05 (segundo dato que aparece en cada celda y que se marca con uno o dos asteriscos). Además, se obtuvieron otras inferencias a partir de análisis de varianza puntuales sobre ciertas variables seleccionadas.

Se pueden realizar importantes inferencias respecto al consumo de electricidad. De acuerdo al análisis de varianza (tabla 9) la zona de estudio afecta el gasto bimestral de la cuenta de CFE; además éste varía según la ciudad: se tiene un promedio de 400 pesos en el Área Metropolitana de Guadalajara y 600 pesos en la ciudad de Culiacán. Así mismo, como se puede apreciar en las tablas 10 y 11, la media del gasto en la cuenta de electricidad cambia por grupo de fraccionamientos. En Culiacán el nivel socioeconómico bajo paga un 33% más del promedio en la cuenta del consumo de electricidad que su comparativo en el AMG (tabla 11); el nivel medio en Culiacán paga un 20% más que su par en el AMG (tabla 11); el nivel medio alto de Culiacán paga un 46% más que su par en el AMG (tabla 11). Lo anterior se puede responder a partir del análisis del uso de los electrodomésticos que se presentará más adelante de acuerdo a los diferentes usos y costumbres de cada zona.

Tabla 9. Anova de Gasto aproximado en la cuenta de CFE/ zona

ANOVA de un factor					
¿Cuál es el gasto aproximado en su cuenta de CFE? Bimestral/ Zona					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	2004248.069	1	2004248.069	16.195	.000
Intra-grupos	19182938.263	155	123760.892		
Total	21187186.331	156			

Fuente: Elaboración propia a partir del análisis en SPSS.

Tabla 10. Gasto aproximado en la cuenta de CFE según la zona

Informe			
¿Cuál es el gasto aproximado en su cuenta de CFE? Bimestral			
Zona	Media	N	Desv. típ.
AMG	399.19	86	196.531
CLN	626.20	71	476.593
Total	501.85	157	368.531

Fuente: Elaboración propia a partir del análisis en SPSS.

Tabla 11. Tabla de medias del gasto aproximado en la cuenta de CFE

Informe					
¿Cuál es el gasto aproximado en su cuenta de CFE? Bimestral					
Zona	Nivel Socioeconómico	Fracc	Media	N	Desv. típ.
Culiacán	Nivel social bajo	Alturas del Sur	393.00	20	273.055
	Nivel social medio	Prados del Sur	562.50	28	353.979
	Nivel social medio alto	La Cúspide	906.52	23	606.462
Área Metropolitana de Guadalajara	Nivel social bajo	Misión de los Viñedos	264.03	30	112.623
	Nivel social medio	Los Arrayanes	452.11	28	236.874
	Nivel social medio alto	Parques del Bosque	491.07	28	141.089
		Total	501.85	157	368.531

Fuente: Elaboración propia a partir del análisis en SPSS.

Tabla 12. Anova de influencia del ingreso mensual sobre el gasto aproximado en la cuenta de CFE

ANOVA de un factor					
¿Cuál es el gasto aproximado en su cuenta de CFE? Bimestral/ Ingreso mensual					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	1567965.631	5	313593.126	2.414	.039
Intra-grupos	19619220.700	151	129928.614		
Total	21187186.331	156			

Fuente: Elaboración propia a partir del análisis en SPSS.

Tabla 13. Anova de la influencia del tipo de ocupación sobre el gasto aproximado de la cuenta de CFE

ANOVA de un factor					
¿Cuál es el gasto aproximado en su cuenta de CFE? Bimestral/ propietario o renta					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	1101852.029	2	550926.014	4.224	.016
Intra-grupos	20085334.302	154	130424.249		
Total	21187186.331	156			

Fuente: Elaboración propia a partir del análisis en SPSS.

Según el análisis de varianza (ANOVA) y de correlaciones bivariadas, el ingreso mensual en los hogares se asocia con su relación con la energía eléctrica. Quienes tienen mayores ingresos, asocian consumo eléctrico con calidad de vida, están interesados en generar su propia energía eléctrica en la vivienda, están más interesados en cuidar el medio ambiente, y en saber de dónde proviene la energía eléctrica que se consume en su hogar. Sin embargo, también consumen más: como puede observarse en las tablas 11 y 12, existe una relación proporcional entre nivel socioeconómico, ingreso mensual y gasto en consumo de electricidad.

Es posible suponer que una vez satisfechas las necesidades básicas de los habitantes de una vivienda se pueda solventar un gasto más elevado del consumo eléctrico del hogar.

El grado académico es una variable que también se puede asociar a la relación con la energía eléctrica. Se trabajó con una preconcepción inicial de que a mayor nivel académico del encargado o encargada del hogar, se tendrían mayores consideraciones sobre el consumo de energía. Sin embargo, al llevar a cabo el análisis se pudo apreciar que el grado académico no influye en el gasto por consumo en la cuenta de CFE. Más aun, el registro de consumo más elevado se presentó en una vivienda donde el jefe de familia tenía un nivel elevado de educación, al contar con un posgrado concluido. Sin embargo, al analizar la percepción sobre el consumo energético y las fuentes renovables (paneles solares) en contraste con el grado académico del jefe o jefa de familia, se puede observar que el grado de educación adquirido del líder del hogar influye en la posibilidad de generar energía eléctrica en la vivienda. De manera similar, esta variable influye en la percepción positiva de la energía limpia o renovable y el cuidado del medio ambiente, así como también del conocimiento de la producción de la energía eléctrica que se consume en su hogar. Posiblemente esto se deba a que sean más capaces para apreciar la inversión que se requiere ante los beneficios que ésta traería si se efectuase.

Al analizar los resultados se infiere que cuando se cuenta con un buen nivel de ingresos económicos en la vivienda y un mayor grado académico alcanzado, se genera la expectativa de contar con una mejor calidad de vida que propicie un derroche de recursos energéticos. Sin embargo, esta relación entra en juego con el hecho de que las personas con mayores ingresos se muestran preocupadas por tomar medidas de cuidado del consumo de energía eléctrica y por contar con alternativas que les permitan una estabilidad energética; sin el yugo económico de la institución federal encargada de este recurso. Todas estas razones concuerdan con la aportación del Yale MEM. Sebastián Ramírez en la entrevista que se le realizó, donde comenta que las personas que invierten en tecnología de generación de electricidad o sistemas de paneles solares, son personas que

tienen la capacidad económica necesaria para soportar el “riesgo” financiero que muchas personas suponen; personas que han estudiado y viajado, que consideran nuevas opciones para la problemática energética actual; personas convencidas de querer aportar algo para generar un cambio. De esto se deduce que podrían diseñarse incentivos dirigidos al sector de la población más educado y con un cierto nivel de ingresos (ver análisis financiero), pues son los más dispuestos a invertir.

La manera de habitar una vivienda como propietario o en renta, también influye en el consumo de energía eléctrica de manera significativa (ver tabla 13). Las personas que son propietarias de sus viviendas presentan un gasto un poco más elevado; aproximadamente un 33% arriba del promedio de las que rentan. Se puede suponer que el gasto de la cuenta de electricidad representa un gasto más en las salidas financieras de su presupuesto, y es debido a ello se preocupan por controlar que este gasto “fijo” no sea demasiado elevado y limite otros rubros de su manutención. En cambio, serían menos proclives a invertir en mejoras y nuevas tecnologías para introducir o aplicar en el inmueble. Las estrategias para fomentar un uso de energías renovables a nivel de la vivienda, tendrían más éxito si son dirigidos a los propietarios de las mismas.

Por último, otra variable de influencia del gasto del consumo eléctrico es, como era de esperarse, la cantidad de personas que habitan una vivienda. Al habitar una mayor cantidad de integrantes en una vivienda, el consumo energético se incrementa; una vez que se presentan más actividades, así como posiblemente se prolongan o se repiten algunas actividades que requieren energía eléctrica. De igual manera la variable mencionada se ve influenciada por el rango de edades de entre los habitantes. Sin embargo cabe señalar que si estos habitantes vivieran de manera independiente, el consumo de energía general sería aún mayor en relación al presentado en conjuntos, una vez que se necesitaría exponer cada actividad de consumo energético por el número de personas existentes.

Equipamiento de electrodomésticos en la vivienda y su agrupación por nivel socioeconómico

Los resultados del análisis de correlación bivariada muestran un uso incrementado en el uso de electrodomésticos de acuerdo al nivel socioeconómico del fraccionamiento, como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 14. Distribución de electrodomésticos según el nivel socioeconómico de los fraccionamientos

Zona de Estudio/ Electrodomésticos	N.S. Bajo	N.S. Medio	N.S. Medio alto
Refrigerador	100 %	100 %	100 %
Horno Microondas	40 %	75 %	95 %
Tostadora	26.66 %	18.33 %	48.33 %
Licuada	90 %	91.66 %	96.66 %
Lavadora	91.6 %	95 %	98.33 %
Secadora	10%	20 %	46.66 %
Plancha de ropa	86.66 %	93.33 %	95 %
Aspiradora	13.33%	20 %	55 %
Plancha de cabello	45 %	51.66 %	66.66 %
Secadora de cabello	36.66 %	41.66 %	80 %
Equipo de teatro en casa/console de videojuegos	15 %	18.33 %	28.33 %
DVD	66.66 %	50 %	80 %
Equipo de sonido	53.33 %	53.33 %	46.66 %
Computadora	51.66 %	73.33 %	85 %
T.V.	96.66 %	100%	100%
Aire acondicionado	51.66 % *	56.66 % *	56.66 % *
Calefacción	8.33 % *	15 % *	35 % *

*) Varía de acuerdo a la zona.

Fuente: Elaboración propia a partir del análisis en SPSS.

El uso de los electrodomésticos y su influencia en el consumo energético de las viviendas influyen de manera significativa sobre el gasto de la cuenta de electricidad por zona de estudio, permitiendo esbozar cómo es la relación de éstos con la energía eléctrica (ver tabla 14). De una lista de 17 electrodomésticos, 8 se presentan en el nivel socioeconómico bajo, 13 se observan en el nivel socioeconómico medio y la existencia de la lista completa se presenta en el nivel socioeconómico medio-alto. Lo anterior concuerda con lo concluido por la OCDE (2011) que precisa que la cantidad de electrodomésticos de una vivienda varía de acuerdo al tamaño de la vivienda.

ANOVA de un factor

ANOVA de un factor/ Gasto CFE

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
	Inter-grupos	18.149	34	.534	1.468	.068
Electrodomésticos_ Refri	Intra-grupos	44.373	122	.364		
	Total	62.522	156			
	Inter-grupos	55.348	34	1.628	1.225	.211
Electrodomésticos_HM	Intra-grupos	162.129	122	1.329		
	Total	217.478	156			
Electrodomésticos_Tosta	Inter-grupos	46.753	34	1.375	.155	1.000
dora	Intra-grupos	1079.884	122	8.852		
	Total	1126.637	156			
Electrodomésticos_Licua	Inter-grupos	34.206	34	1.006	.969	.524
dora	Intra-grupos	126.622	122	1.038		
	Total	160.828	156			
Electrodomésticos_Lavad	Inter-grupos	45.866	34	1.349	1.903	.006
ora	Intra-grupos	86.465	122	.709		
	Total	132.331	156			
Electrodomésticos_Seca	Inter-grupos	176.365	34	5.187	.346	1.000
dora	Intra-grupos	1830.119	122	15.001		
	Total	2006.484	156			
Electrodomésticos_Planc	Inter-grupos	36.571	34	1.076	.990	.493
ha de ropa	Intra-grupos	132.486	122	1.086		
	Total	169.057	156			
Electrodomésticos_Aspir	Inter-grupos	38.535	34	1.133	1.070	.382
adora	Intra-grupos	129.198	122	1.059		
	Total	167.732	156			
Electrodomésticos_Planc	Inter-grupos	52.253	34	1.537	.936	.574
ha de cabello	Intra-grupos	200.269	122	1.642		
	Total	252.522	156			
Electrodomésticos_Seca	Inter-grupos	65.124	34	1.915	1.075	.375
dora de cabello	Intra-grupos	217.309	122	1.781		
	Total	282.433	156			

Tabla 15. ANOVA de influencia del uso de los electrodomésticos en el gasto aproximado de la cuenta de CFE

Viabilidad de producción de energía eléctrica en la vivienda a partir de sistemas de paneles solares en fraccionamientos estudiados de Culiacán-Área Metropolitana de Guadalajara.

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Electrodomésticos_ETC	Inter-grupos	69.182	34	2.035	1.940	.005
	Intra-grupos	127.990	122	1.049		
	Total	197.172	156			
Electrodomésticos_DVD	Inter-grupos	68.836	34	2.025	1.533	.048
	Intra-grupos	161.075	122	1.320		
	Total	229.911	156			
Electrodomésticos_ES	Inter-grupos	55.828	34	1.642	1.040	.422
	Intra-grupos	192.542	122	1.578		
	Total	248.369	156			
Electrodomésticos_Comp utadora	Inter-grupos	79.195	34	2.329	.736	.848
	Intra-grupos	382.824	121	3.164		
	Total	462.019	155			
Electrodomésticos_TV	Inter-grupos	39.318	34	1.156	1.135	.302
	Intra-grupos	124.248	122	1.018		
	Total	163.567	156			
Aire Acondicionado	Inter-grupos	112.069	34	3.296	2.548	.000
	Intra-grupos	157.830	122	1.294		
	Total	269.898	156			
Calefacción	Inter-grupos	6.618	34	.195	1.052	.407
	Intra-grupos	22.579	122	.185		
	Total	29.197	156			

Tabla 16. ANOVA de influencia del uso de los electrodomésticos en el gasto aproximado de la cuenta de CFE

Tabla 17. Consumo eléctrico de electrodomésticos (FIDE)

Consumo de electrodomésticos (FIDE)	
Aire acondicionado	1000 W x ton
Aspiradora	1400 W
Cafetera	900 W
Calefactor	1300 W
Computadora	250 W
Horno eléctrico	1250 W
Horno de microondas	1300 W
Lavadora	550 W
Licuada	350 W
Plancha	1150 W
Plancha de cabello	40 W
Refrigerador	385 kWh/año ó 367 kWh/año con sello FIDE
Secadora de cabello	1750 W

Fuente: Elaboración propia a partir del análisis en SPSS.

De dicho listado (ver tabla 14), los electrodomésticos que según el análisis de correlaciones bivariado influyen de manera significativa en el gasto de CFE son: horno de microondas, aire acondicionado, lavadora, secadora de cabello, aspiradora. Ello concuerda con los datos (tabla 17) de consumo energético por electrodomésticos aportada por la FIDE (2013). Después de éstos están los que también influyen, pero en un menor grado en el consumo (como puede verse en el factor F en las tablas 15 y 16), como son: el refrigerador (dependiendo a su vez de la antigüedad del aparato, algo que no se investigó), la televisión, la secadora de cabello, la computadora, la televisión y los equipos de teatro en casa/videojuegos. Sin embargo esta relación se ve afectada también por el tiempo de consumo de éstos aparatos, el nivel socioeconómico y la zona de estudio, lo que se puede concluir según el resultado de un análisis de varianza entre los electrodomésticos y el gasto de CFE, como se muestra en la tabla del ANOVA.

Aunque esto se aleja del centro de esta investigación, resulta interesante señalar que estos datos pueden vincularse con estrategias de ahorro asociadas a ciertos electrodomésticos y estratos socioeconómicos.

Según una tabla de contingencias entre la variable del fraccionamiento y los electrodomésticos, el mayor consumo eléctrico asociado al uso de los mismos parece estar relacionado con ciertos usos y costumbres relativos a cada zona; como pueden ser formas de entretenimiento, gustos gastronómicos, o acciones propias de cada lugar para lograr el confort térmico dentro de la vivienda según el clima de cada zona. No hay elementos suficientes para afirmar la razón de estas correlaciones. Esta información se proyecta en la tabla 18:

Tabla 18. Tabla de frecuencia de usos por fraccionamiento

Mayor frecuencia de consumo de electrodomésticos según fraccionamiento						
Zona de Estudio/ Electrodomésticos	N.S. Bajo		N.S. Medio		N.S. Medio alto	
	CLN	AMG	CLN	AMG	CLN	AMG
	Alturas del sur	Misión de los Viñedos	Prados del sur	Los Arrayanes	La Cúspide	Parques del bosque
Refrigerador	El refrigerador presenta la misma frecuencia de uso en todos los fraccionamientos de estudio					
Horno Microondas	40 %	56.66 %	63.33 %	83.33 %	*93.33%	93.33%
Tostadora	*10 %	13.33 %	10 %	16.66 %	36.66 %	36.66 %
Licuada	90 %	*90 %	*73.33 %	100 %	93.33 %	*100 %
Lavadora	86.66 %	*96.66 %	*90 %	96.66 %	96.66 %	100%
Secadora	-	10%	16.66 %	23.33 %	46.66 %	*43.66 %
Plancha de ropa	86.66 %	83.33 %	*83.33 %	*93.33 %	*90 %	93.33 %
Aspiradora	6.66 %	10 %	*20%	20 %	50 %	50 %
Plancha de cabello	*26.66 %	*46.66 %	50 %	46.66 %	63.33 %	60 %
Secadora de cabello	20 %	40 %	30 %	46.66 %	*83.33 %	*66.66 %
Equipo de teatro en casa/console de videojuegos	6.66 %	13.33 %	13.33 %	23.33 %	*33.33 %	23.33 %
DVD	33.33 %	76.66 %	40 %	63.33 %	*70 %	70 %
Equipo de sonido	*36.66 %	*63.33 %	20 %	43.33 %	43.33 %	46.66 %
Computadora	46.66 %	43.33 %	70 %	66.66 %	*83.33 %	*83.33 %
T.V.	*90 %	*100%	96.66 %	*100 %	96.66 %	100 %
Aire acondicionado	*96.66 %	-	*100 %	-	*100 %	13.33 %
Calefacción	-%	16.66 %	-	*30 %	16.66 %	20 %

*) En este fraccionamiento se presenta el registro de uso con mayor intensidad

Fuente: Elaboración propia a partir del análisis en SPSS.

De la tabla de frecuencias de consumo de electrodomésticos según el fraccionamiento (tabla 18) se pueden anotar algunos resultados, como por ejemplo, que el horno microondas se utiliza con mayor frecuencia en el fraccionamiento de nivel socioeconómico medio alto, como posible consecuencia de la falta de tiempo para la preparación o calefacción de sus alimentos o bebidas debido a sus ocupaciones y actividades diarias. Otro dato curioso obtenido de esta tabla es que el uso de la plancha de cabello se registra con mayor frecuencia en los fraccionamientos de nivel socioeconómico bajo de ambas zonas de estudio, de ahí que se conjeture que en este tipo de viviendas, las mujeres, que son en su mayoría las que utilizan este aparato y el cual requiere mayor tiempo de uso, se encuentren por períodos de tiempo más prolongado en casa y dispongan de éste para arreglar su apariencia personal. Esto contrasta con el uso de la secadora de cabello con mayor periodicidad en los fraccionamientos de nivel socioeconómico medio alto de ambas zonas de estudio.

En el mismo orden de ideas, el equipo de sonido es otro de los electrodomésticos que se usan repetidas veces en los sectores de nivel socioeconómico bajo de ambas zonas de estudio; lo que expresa que el uso de este aparato forma parte de alguna actividad de dispersión, diversión o entretenimiento para este sector social. En cuanto al uso de la televisión se detectó que en el fraccionamiento de menor estrato social en el AMG y el de nivel medio en Culiacán, utilizaban con mayor periodicidad este electrodoméstico. Mientras que en el sector más favorecido utilizan otro tipo de aparatos como equipos de teatro en casa o consolas de videojuegos para realizar la misma función, con referencia a la televisión es usada por períodos de tiempo más cortos, esto se puede reflexionar de acuerdo al ANOVA anterior y las frecuencias de usos obtenidas de la encuesta (tablas 15, 16 y 18).

Volviendo la mirada a la tabla de frecuencias (tabla 18), la computadora es otro de los elementos que registra mayor frecuencia de uso en los fraccionamientos de mayor nivel socioeconómico. Esto parece ser consecuencia del mayor grado académico registrado en la encuesta y el tipo de actividades laborales y académicas de los habitantes de este sector. Algo similar parece suceder con el uso de la televisión.

En último término tenemos el aire acondicionado sobre el cual se registró su uso en los tres fraccionamientos de los tres niveles socioeconómicos estudiados en Culiacán, mientras que en el AMG sólo se registró una mínima existencia y uso en los fraccionamientos de nivel medio y medio alto.

El conocimiento del uso los hábitos en el uso de los electrodomésticos permite conocer la cultura de consumo eléctrico tanto de cada fraccionamiento como de la zona de estudio, permite puntualizar el grupo de personas adecuadas a las cuales podría dirigirse una estrategia de consumo y de reducción del uso de los electrodomésticos que presentan una mayor influencia en la demanda de electricidad enfocado a cada región.

Se puede deducir que las condicionantes climáticas influyen de sobremanera en el uso de sistemas de refrigeración Culiacán debido a que sus habitantes están expuestos a un clima severo con temperaturas sumamente elevadas, lo que cambia la forma de realizar algunas actividades, así como el lugar para llevarlas a cabo. Esta perspectiva junto con la perspectiva aportan en el desarrollo de nuevas oportunidades para crear nuevas condiciones de vida a las personas de menor estrato social que se enfrentan a dichas condiciones climáticas; a través del aprovechamiento de un recurso natural inagotable y sin una mayor emisión de contaminantes.

Percepción social de la energía y las fuentes alternativas de energías renovables

Se considera conveniente señalar los porcentajes de conocimiento acerca del origen de la energía eléctrica que los habitantes de los diferentes fraccionamientos estudiados muestran, con la finalidad de referenciar la relación que presentan con la energía eléctrica. En la tabla 19 se puede apreciar que la mayoría de los fraccionamientos de la ciudad de Culiacán no saben cómo se genera la energía que consumen, lo que varía según el nivel socioeconómico de forma proporcional. Esta situación puede influir en la forma de consumo de este recurso, debido a que se percibe como un flujo existente y disponible las 24/7, sin saber a ciencia cierta qué se involucra en el proceso de generación, almacenamiento y distribución hasta donde se presenta la demanda. Por otra parte, en el área metropolitana de Guadalajara la mayoría de las personas encuestadas conocen cómo se origina la energía que utilizan en su vivienda. Según los análisis de varianza realizados a las variables en cuestión, esta variable se encuentra influida por el grado académico del jefe de familia y por el nivel socioeconómico al que pertenecen.

Tabla 19. Conocimiento del origen de la energía eléctrica que se usa en la vivienda

Porcentaje de conocimiento del origen de energía que utilizan en su vivienda			
		Si	No
CLN	Alturas del sur	16.66 %	83.33 %
	Prados del Sur	40%	60%
	La Cúspide	53.33 %	46.66 %
AMG	Misión de los viñedos	70 %	30%
	Los Arrayanes	56.66 %	43.33 %
	Parques del Bosque	70 %	30%

Fuente: Elaboración propia a partir del análisis SPSS.

Como se puede interpretar de las tablas 20 y 21, las personas encuestadas en los diferentes fraccionamientos estudiados consideran el consumo de energía eléctrica muy importante para que la sociedad pueda presentar un desarrollo, y que se presenten mejores oportunidades de crecimiento que generen beneficios en común. De la información que se presenta, a su vez se percibe que las personas consideran que el hecho de tener una mejor calidad de vida se relaciona con el consumo energético eléctrico.

Tabla 20. Tabla de percepción de la importancia al consumo de energía para el desarrollo social

¿Cuál es la importancia que le otorga al consumo de energía eléctrica para el desarrollo social?		
Muy bajo/Bajo/Alto/Muy alto/NC		
CLN	Alturas del sur	Muy alto
	Prados del Sur	Alto
	La Cúspide	Alto
AMG	Misión de los viñedos	Alto
	Los Arrayanes	Alto
	Parques del Bosque	Muy alto

Fuente: Elaboración propia a partir del análisis SPSS.

Tabla 21. Tabla de percepción de relación entre un alto consumo energético y una mejor calidad de vida

¿Qué tanto considera usted que se relaciona un alto consumo de electricidad con que su familia viva mejor?		
Nada/Poco/Bastante/Mucho/NC		
CLN	Alturas del sur	Bastante
	Prados del Sur	Bastante
	La Cúspide	Mucho
AMG	Misión de los viñedos	Bastante
	Los Arrayanes	Bastante
	Parques del Bosque	Bastante

Fuente: Elaboración propia a partir del análisis SPSS.

La percepción del consumo eléctrico en un futuro se muestra afectada por la zona de estudio, tal es el caso que las personas de los tres fraccionamientos de Culiacán que consideran que su consumo eléctrico futuro será mayor; en contraste con la percepción de las personas de los fraccionamientos estudiados en el Área Metropolitana de Guadalajara, quienes consideran que su consumo futuro será igual al que presentan actualmente (ver tabla 22). Esto en relación al interés de invertir en paneles solares para la generación de la electricidad en la vivienda, puede influir en la ciudad de Culiacán puesto que si las personas consideran que su consumo eléctrico aumentará es probable que se vean más proclives a invertir en dicha tecnología que las personas del Área Metropolitana de Guadalajara.

Tabla 22. Tabla de percepción del consumo eléctrico en un futuro

		Mayor/Igual/ Menor al actual
CLN	Alturas del sur	Mayor
	Prados del Sur	Mayor
	La Cúspide	Mayor
AMG	Misión de los viñedos	Igual
	Los Arrayanes	Igual
	Parques del Bosque	Igual

Fuente: Elaboración propia a partir del análisis SPSS.

El Yale MEM Sebastián Ramírez comentó durante la entrevista que las personas que deciden invertir por un beneficio futuro son porque siempre apuestan por un futuro optimista. Mientras que el Arq. Jorge Monzón mencionó que algunas personas no se deciden a invertir en paneles solares por el hecho de considerar estar pagando el consumo eléctrico por adelantado. A lo que él responde que en cierta forma sí se está pagando el consumo futuro pero aclara que el periodo de pago es mucho menor al tiempo en que se obtienen los beneficios de la inversión, debido a que el tiempo de vida efectivo del sistema es cinco veces mayor, aunado a otro periodo de vida de la tecnología con un menor

rendimiento. Ambos personajes comentan que hay personas que invierten en la tecnología solo por el hecho de sentir que están aportando un mínimo del esfuerzo necesario por mejorar las condiciones del hábitat que heredarán.

Mientras que la posibilidad de invertir en paneles solares como idea les pareció buena opción a las personas que respondieron la encuesta (tabla 23), aquí dependería del incentivo que se presentara o las facilidades de adquisición que se ofertaran para dicha tecnología. Una vez que se comprenda el valor de utilizar la energía solar en la vivienda y disminuya la cantidad de incertidumbre que presenta la sociedad en general. Yale MEM Sebastián Ramírez, enfatizó cinco categorías que facilitan o impiden la difusión o adopción de la nueva tecnología:

- 1) La ventaja relativa, que se ve representada por los beneficios que ésta puede atraer en comparación con las opciones existentes.
- 2) La compatibilidad, se refirió a la accesibilidad de adopción de acuerdo al contexto inmediato y las facilidades que éste aporte para el uso de nuevas tecnologías.
- 3) La observabilidad, aclarando que el grado o rapidez de la aceptación o conocimiento de una tecnología radica en la visualización de ésta por el mayor número de personas posible.
- 4) La simplicidad, indicando que mientras más fácil de utilizar una tecnología será mejor recibida por los futuros usuarios.
- 5) La tratabilidad, explicando que es la posibilidad de las personas de convivir con la tecnología, de usarla y conocerla diariamente.

Otro aporte del Mtro. Ramírez fue el comentar que existen en Guadalajara varias empresas que se dedican a la implementación de los sistemas de paneles solares tanto en vivienda como en comercio. Sin embargo, él considera que la sociedad de Guadalajara aún necesita recibir información y conocer los beneficios de esta tecnología, puesto que la sociedad parece aún no está preparada y es poco receptiva. En contraste, la situación en la ciudad de Culiacán que menciona el Arq. Monzón, donde las personas comienzan a interesarse e investigar sobre los

paneles y poco a poco se va abriendo la brecha a esta tecnología aunque aún es muy lento el progreso.

Tabla 23. Tabla de percepción sobre la posibilidad de generar electricidad en la vivienda

		Desacuerdo/Parcialmente de acuerdo/ De acuerdo/ Totalmente de acuerdo
CLN	Alturas del sur	De acuerdo
	Prados del Sur	De acuerdo
	La Cúspide	De acuerdo
AMG	Misión de los viñedos	De acuerdo
	Los Arrayanes	Parcialmente de acuerdo
	Parques del Bosque	De acuerdo

Fuente: Elaboración propia a partir del análisis SPSS.

En esta interrogante, la mayoría de las personas encuestadas estuvieron de acuerdo en que la energía que se consume debiera ser energía limpia y no provocar efectos secundarios en el planeta y en la salud de las personas (tabla 24).

Tabla 24. Tabla de percepción de la calidad de energía que se consume en la vivienda

		Desacuerdo/Parcialmente de acuerdo/ De acuerdo/ Totalmente de acuerdo
CLN	Alturas del sur	De acuerdo
	Prados del Sur	De acuerdo
	La Cúspide	Totalmente de acuerdo
AMG	Misión de los viñedos	De acuerdo
	Los Arrayanes	De acuerdo
	Parques del Bosque	Totalmente de acuerdo

Fuente: Elaboración propia a partir del análisis SPSS.

Es posible considerar que la importancia que las personas le otorgan al cuidado en el consumo energético se refleje en las medidas tomadas para tratar de disminuir el consumo eléctrico en las viviendas, lo que se puede apreciar en la tabla de contingencia (tabla 25) que se comparte a continuación.

Tabla 25. Tabla de contingencia entre los fraccionamientos estudiados y las medidas de ahorro que se presentan

Tabla de contingencia Fracc * Medidas de ahorro que se aplican en la vivienda							
Recuento							
		Medidas de ahorro que se aplican en la vivienda					Total
		Apagar las luces al dejar una habitación	Usar dispositivos ahorradores de electricidad	Todas	Por lo menos 3 de las anteriores	Ninguno	
Fra cc	Alturas del Sur	0	2	12	16	0	30
	Prados del Sur	1	0	14	15	0	30
	La Cúspide	1	0	18	10	0	29
	Misión de los Viñedos	10	0	0	19	1	30
	Los Arrayanes	10	3	0	15	0	28
	Parques del Bosque	2	1	0	27	0	30
Total		24	6	44	102	1	177

Fuente: Elaboración propia a partir del análisis SPSS.

Finalmente, al asimilar el conjunto de variables que se relacionan e intervienen en el comportamiento de consumo de energía eléctrica, así como la percepción de la energía eléctrica por parte de los habitantes de las zonas estudiadas así como la relación que mantienen con ésta, se puede inferir que las personas que viven en Culiacán se inclinan por aplicar más medidas de ahorro eléctrico: como apagar las luces cuando se deja una habitación, usar dispositivos ahorradores de electricidad, desconectar aparatos electrónicos cuando no se utilicen, regular el uso de aire acondicionado/ calefacción, usar el clima con las habitaciones cerradas, dar mantenimiento regular a los aparatos entre otros.

Todas éstas o algunas más, con la finalidad de obtener un menor consumo y por ende un menor gasto en la factura de electricidad. En este sentido, la frecuencia obtenida en el uso del aire acondicionado, siendo casi en su totalidad en la ciudad de Culiacán y muy poco uso de éste dentro del Área Metropolitana de Guadalajara, nos permite valorar la diferencia entre climas y temperaturas de cada zona geográfica, pero también se asocia a los elevados gastos eléctricos en los fraccionamientos de Culiacán.

Por otra parte, la expectativa de la calidad de energía eléctrica que se demanda y sus efectos en el medio ambiente también se ve influenciada por la zona de estudio; incluyendo las medidas de ahorro que se aplican para el cuidado del consumo eléctrico: donde hay mayores gastos en electricidad es donde se toman mayores y reguladas medidas de ahorro eléctrico. Así, las medidas tomadas en el área metropolitana de Guadalajara tienden a no ser tan estrictas, debido a que en esta zona no se registran consumos de electricidad tan elevados como en la ciudad de Culiacán, los habitantes ponen en segundo plano el cuidado y uso de la energía eléctrica utilizada en los hogares.

En resumen, la idea de introducir los sistemas de paneles solares no dista mucho de ser una realidad, pues las personas que habitan los fraccionamientos estudiados con niveles socioeconómicos bajo, medio y medio alto, perciben el uso de paneles solares como una buena opción para ahorrar dinero y al mismo tiempo disminuir la contaminación existente. Se puede apreciar que las personas comienzan a recibir información sobre esta tecnología y a familiarizarse con el concepto. Al mismo tiempo, podemos notar que existe un grupo de personas que pertenecen a un nivel socioeconómico medio alto al que le atrae considerablemente esta alternativa. Son personas que consumen más electricidad, pero han ido tomando conciencia de las consecuencias y el deterioro ambiental que se viene presentando. Por lo que están dispuestos a llevar a cabo acciones que contribuyan al cuidado de medio ambiente. Sin embargo, la población percibe a la tecnología de los paneles solares como demasiado elevada. Es por ello que se considera que un incentivo económico podría motivar a este sector a la inversión en dicha tecnología (ver sección de escenarios futuros). Lo

que puede llegar a ser redituable en un período de tiempo de entre 5 y 15 años y manteniendo ciertas características en el modelo económico. El sistema de financiamiento de los sistemas de paneles solares es uno de los obstáculos, o puente de conexión, de esta tecnología con la sociedad en general.

Y es que es debido a la elevada inversión inicial que las personas optan por dejar de lado esta alternativa energética; de contar con una opción económica que se ajuste a sus finanzas, se podría lograr un incremento en el uso de este sistema. Sin embargo ante un panorama incierto en los precios de la electricidad, sería conveniente una adecuada evaluación de las alternativas consentidas para extender el uso de dicha tecnología.

En el orden de la posibilidad de extender los beneficios de los paneles solares a viviendas de estratos menos favorecidos, de acuerdo a la opinión del Yale MEM Sebastián Ramírez sería necesario un corte a los subsidios. Sin embargo, también comenta que esto no se puede dar de una manera instantánea puesto que ocasionaría un enorme conflicto social; se debería presentar por etapas, ir eliminando este recurso iniciando con los sectores más favorecidos hacia abajo. Lo que coincide con la propuesta que presenta Molina (2014) y parece que se comienza a producir con los acontecimientos anunciados por la CFE para julio del año 2016, acerca del ajuste tarifario con un incremento entre un 2 y 5 % para industria, entre 5 y 7% para comercio y un 6.8% para uso doméstico de alto consumo ⁴.

Por su parte el Arq. Jorge Monzón considera la viabilidad del uso de paneles solares en la vivienda de condiciones no tan favorecidas, depende de la perspectiva de análisis que se realice y el enfoque que se aplique. Una vez que si se observa como un negocio, quizás no represente uno tan bueno y rentable. Sin embargo, al considerarlo como la forma de obtener beneficios ecológicos, ambientales y de salud futuros, resulta admisible la consideración del uso de esta tecnología en la vivienda común; que en gran escala potencializa dichos

⁴ Esta información se encontró en un artículo de la revista La Jornada, disponible en: <http://jornadabc.mx/tijuana/04-07-2016/sube-precio-de-servicio-de-electricidad-tras-18-meses-la-baja>

beneficios. Esto complementa a la perfección el enfoque de este proyecto de investigación.

Por otra parte, se revisó el documento del Dr. Mendo (2013) de Observatorios Urbanos, en donde se presenta el estudio de la aplicación de calentadores solares en vivienda social, como una medida para combatir la pobreza urbana en algunos polígonos del Área Metropolitana de Guadalajara. Es proyecto constó de la repartición de esta tecnología en viviendas seleccionadas previamente como parte del programa “Tu Casa” de la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL), que pretende mejorar las condiciones de vida de la población que vive en pobreza patrimonial. Posteriormente se monitorizó una muestra del 12% aproximadamente del universo aplicado para evaluar los impactos finales que se lograrían con la instalación de los calentadores solares en las viviendas con condición de pobreza patrimonial. Concluyendo en que el beneficio monetario para estas familias sería del 3 % de sus egresos; sin embargo también se encontraron beneficios respecto a la mejora en calidad de vida como una disminución en la fatiga física, comodidad, más aseo personal y salud mental, aprovechamiento del recurso para efectos de productividad. El Dr. Mendo concluye que este tipo de acciones resultan innovadoras y efectivas una vez que se introducen nociones de vanguardia conceptual en el manejo de los rezagos sociales, abriendo la posibilidad de nuevas acciones institucionales para atención de sectores empobrecidos donde en este caso se percibió una subjetiva mejoría en la calidad de vida. También apunta que aunque el beneficio económico no es demasiado, representa un alivio en el gasto de las familias estudiadas; además de una mejora en la conciencia de la calidad de vida de éstas, que es lo que se pretende lograr con el trabajo de investigación para la producción de energía doméstica en los fraccionamientos del AMG y CLN.

A continuación se presentan los escenarios alternativos generados ante la viabilidad o no del uso sistemas de paneles solares para generar energía eléctrica en la vivienda que no presenta un consumo eléctrico catalogado como DAC.

Escenarios para el futuro de los paneles solares

Dentro de la perspectiva general se puede señalar que la variable económica es la que influye de manera definitiva en la preconcepción y acción en inversión en paneles solares. Con la finalidad de responder la pregunta de investigación se pueden prospectar diferentes escenarios que permitirían el uso de paneles solares en la vivienda social considerando condiciones económicas inconstantes.

Escenario 1

Suponiendo que las condiciones de subsidio a la energía eléctrica siguen, el modelo económico para el análisis de la viabilidad económica de los sistemas de paneles solares en la vivienda social nos arroja que la vivienda perteneciente a un estrato socioeconómico bajo y con tarifa 1 o 1F no es apta para la generación de electricidad mediante paneles solares: el modelo económico nos proyecta que el beneficio no es igual o mayor al gasto económico por lo que no es rentable. Por ende, la generación de electricidad en la vivienda no se podría hacer efectiva en este estrato social, las personas seguirían utilizando la energía que les suministra la CFE, a expensas de la variación tarifaria que se podría presentar en un futuro. Con este escenario solo la tarifa DAC seguiría representando la rentabilidad para la generación de energía eléctrica en la vivienda de tipo residencial.

Esta tecnología comienza a esbozarse como una real alternativa en estratos sociales medio alto, donde se registran demandas energéticas considerables y con un plazo de pago mayor al estimado comúnmente pero que permite un pago igual o cerca del pago por el consumo de electricidad actual de las viviendas pertenecientes a este sector.

Por lo que enfocar estrategias de consumo de dicha tecnología a este grupo social se puede apreciar como un enfoque bien encaminado mientras las condiciones económicas actuales no varíen.

Escenario 2

De presentarse una estabilidad económica que no permita la caída del peso en el valor cambiario (en comparación con el dólar), el nivel socioeconómico medio-alto representa el único nivel de los estudiados que pudiera llevar esta tecnología a la

práctica además del DAC. Debido a que los ahorros y disminuciones de consumo energético, tomando en cuenta los precios actuales de estos sistemas y el precio del dólar permiten todavía un planteamiento rentable para la inversión en paneles solares.

Escenario 3

A partir de un esquema de apoyos económicos estructurados entre el 15 y 20 % del costo del sistema de paneles solares dependiendo del rango de consumo, lograr crear sistemas de financiamiento con tasas de interés de entre 10 y 15 % y la regulación adecuada de la producción de energía eléctrica mediante fuentes de energía renovables en la vivienda, en conjunto de una disminución representativa en los costos de la tecnología de paneles solares, las viviendas de interés social medio y bajo pudieran introducirse al uso de estos sistemas. Es conveniente señalar que la idea no es la de proporcionar o regalar la tecnología, sino contribuir con las familias en la adquisición de la misma, puesto que el sentido de apropiación de esta sería mucho mayor y garantizaría su cuidado y mantenimiento.

De acuerdo a una planeación de consumo, las viviendas podrían si no eliminar su gasto en la cuenta de electricidad, disminuirlo considerablemente. Al mismo tiempo, la CFE dejaría de asumir gastos por generación y distribución del porcentaje de viviendas que iniciaran con esta propuesta. Se iniciaría con una cultura de consumo energético eléctrico responsable con el medio ambiente, consciente de los efectos de los efectos causados por las acciones que realizamos como sociedad. Además sería una cultura incluyente donde todos los estratos sociales pudieran tener acceso a la tecnología que permita disminuir dichos efectos.

Escenario 4

Una vez que el subsidio a la energía eléctrica fuera eliminado en un 20 % de forma gradual y escalonada, partiendo de los rangos de consumo más elevados y en decremento (8 a 2 kWh al día); se abrirían de manera pautada las posibilidades del uso de sistemas de paneles solares a estratos sociales más bajos de los que

actualmente están bajo el régimen DAC. El cambio de cultura de consumo se daría en términos del tiempo de inclusión, a su vez que la aceptación de esta tecnología se ve incrementada dentro de los estratos sociales menos favorecidos.

Escenario 5

La estabilidad de la moneda nacional es nula, se incrementan las tasas de interés y de inflación, el peso ve una caída perjudicial para la valuación monetaria y se incrementan de manera inusitada los costos de los paneles solares por lo que se vuelve una opción no viable para la propuesta del proyecto en cualquiera de los niveles socioeconómicos estudiados. La única opción en rentabilidad de los sistemas de paneles solares es para el rubro comercial y la vivienda con consumo DAC, debido a la elevada demanda eléctrica que éste sector representa.

VI. CONCLUSIONES

El uso de la electricidad para beneficio de la sociedad mexicana popular--excluyendo a la sociedad burguesa que no pagaba por este servicio--, fue concebido en sus inicios como algo no redituable económicamente y capaz de polarizar a la población (Reséndiz- Núñez, 1994). Las condiciones actuales para el uso de la nueva tecnología de autogeneración de la electricidad parecen mostrar matices similares.

La conclusión del análisis que aquí se ha realizado y en respuesta a las interrogantes planteadas en el inicio de la investigación, se puede apuntar que la relación de los habitantes con la electricidad que consumen, tanto en Culiacán y como en el Área Metropolitana de Guadalajara, se diferencia en primer término por sus niveles de consumo; mientras en la ciudad de Culiacán—una zona con un clima demasiado cálido—se requieren sistemas de refrigeración de espacios que consumen altas cantidades de energía eléctrica, en el área metropolitana de Guadalajara—que no presenta condiciones climatológicas extremas—no se requiere utilizar aparatos de refrigeración para mejorar la temperatura de la vivienda. En segundo término, se observa un aumento del consumo eléctrico debido a razones culturales, como las relacionadas con la recreación-convivencia de cada zona, que se asocian con el nivel socioeconómico de cada fraccionamiento. En este sentido, puede señalarse que el uso de paneles solares podrá ser rentable para habitantes de un estrato socioeconómico medio o medio alto o clasificación C y C+, dependiendo del sistema (capacidad de producción) y del período de financiamiento al que se someta.

Asimismo, pudo registrarse que el principal incentivo para el uso de energías renovables es de tipo económico para los usuarios del estrato socioeconómico medio o medio alto. Su potencial para abonar a la eficiencia energética de los hogares representa el principal incentivo para abonar en el tiempo de difusión e introducción de estas fuentes alternativas en la vivienda común.

A partir de las conversiones de kWh a CO₂ obtenidas del modelo de económico y de la cantidad de consumo eléctrico de las viviendas estudiadas (ver Anexo 4), se aprecia que el consumo, y por tanto las emisiones de CO₂, están relacionadas directamente con el nivel socioeconómico de la vivienda: en promedio 0.693 Ton de CO₂ para vivienda C-, 1.5246 Ton de CO₂ para vivienda C, 1.5246 Ton de CO₂ para vivienda C y C+, y 2.0788 Ton de CO₂ para vivienda A/B.

Otra de las anotaciones que se puede añadir es que el supuesto de los beneficios del uso de energía solar en las categorías de viviendas estudiadas se puede apreciar de mejor forma una vez que se considera la cantidad de beneficios de un número determinado de viviendas; es decir, si se supone un fraccionamiento de 1000 viviendas, se cuenta por año con una cantidad de 6.7 mdp (durante los 5 años de proyección de pago del SPS) como ahorro promedio por la producción y consumo de energía solar en la categoría de vivienda C y 11.9 mdp en la vivienda C+, cantidades económicas que se inyectarían de nueva cuenta en las economías locales. Además haciendo el mismo ejercicio en el aspecto ambiental, para un fraccionamiento de igual cantidad de viviendas; se anularía la emisión anual de 693 Ton de CO₂ en las viviendas de categoría C- y 1524.6 Ton de CO₂ en las viviendas tipo C+.

Por último, se puede considerar que como actualmente existen buenas condiciones legales, que permiten una cantidad determinada de autogeneración de electricidad en la vivienda, y una buena percepción social de la producción y consumo de energía solar, es pertinente trabajar por lograr nuevas alternativas para la introducción energías renovables en viviendas de estratos menos favorecidos, a objeto de ir escalando en la búsqueda por producir y consumir mayor cantidad de energía renovable como nación.

Se supone pertinente para el cumplimiento de este objetivo tomar en cuenta las siguientes consideraciones:

- a) Si se presentase la reducción gradual de un 20 % en el subsidio a la electricidad sería suficiente para la viabilidad de la introducción de los paneles solares en la vivienda social.
- b) Desarrollar estrategias de consumo y reducción del mismo diseñado para cada región.
- c) Incentivar políticas públicas y normatividad que permitan la inclusión de sistemas generadores de energía eléctrica desde el proceso de planeación y construcción de la vivienda, alentando a la industria de la construcción de vivienda a desarrollar proyectos energéticamente sustentables, mediante la disminución de cuotas de permisos de construcción de instancias federales o locales (INFONAVIT, MUNICIPIOS).
- d) Promocionar y fomentar la creación de sistemas de financiamiento que permitan una mayor asequibilidad hacia este tipo de tecnologías, mediante el uso de tasas de interés menores al 15%, con períodos de pago a mediano y largo plazo y subsidios a dichos sistemas entre un 15 y 20 % del costo.
- e) Fomentar la difusión de información de los beneficios de la generación, consumo y cuidado de la energía solar en la vivienda, mediante programas dirigidos a diferentes rangos de edades y estrato social que se implementen a partir de laboratorios de enseñanza de energía solar I+D que abone a los avances tecnológicos de manufactura nacional en instituciones académicas tanto públicas como privadas.
- f) Gestionar la agrupación de los fraccionamientos con vivienda de interés social para desarrollar un proyecto de producción de energía eléctrica (granjas de captación de radiación solar comunitarias) para uso exclusivo del conjunto habitacional y sus áreas colectivas. Buscando recursos de fondos internacionales para la adquisición de la tecnología pertinente.
- g) Promover e incentivar el aprovechamiento de las azoteas mediante jardines o paneles solares como en otros países donde ya se ha llevado a cabo esta iniciativa.

Reflexión final

Una vez que se han analizado los beneficios de la autoproducción y consumo de energía solar, se puede suponer que éste tipo de energía puede beneficiar económicamente a sus usuarios, además de contribuir con la disminución de la emisión de gases contaminantes, así como la posible creación de empleos y la diversificación de las áreas de investigación y desarrollo (I+D) en el país.

A través del desarrollo de esta investigación y en consecuencia de la misma se considera y aprecia a la energía como la capacidad de producir una acción o un trabajo mediante la transformación de los recursos naturales en beneficio de la propia existencia; la del medio ambiente que se habita, además de la sostenibilidad de las actividades pertinentes de la sociedad en la que nos desarrollamos.

La energía representa la esencia primitiva de la evolución del ser humano, una vez que el manejo de la energía le ha valido al hombre la detonación del crecimiento exponencial que ha presentado la historia de su especie. En consecuencia de que los individuos no solo habitamos, sino que habitamos en sociedad, esto conlleva a una agrupación de una diversidad y cantidad de actividades que satisfacen tanto necesidades básicas de sobrevivencia como alimentación, saneamiento, salud; como actividades de educación y cultura, recreación y dispersión, comercio, industriales, laborales, etc.

Mientras que toda actividad realizada por algún individuo deriva en un determinado consumo de energía y el abastecimiento de ésta, sumando importancia en la búsqueda por asegurar el desempeño de tal o cual actividad por un determinado período de tiempo, de la misma forma se asegura el funcionamiento del engranaje del sistema social en el que se vive.

Como sociedad tenemos un nicho donde se adquieren conocimientos sobre una idea de comportamiento dentro del esquema de sociedad, así como hábitos de consumo, uso, convivencia, apropiamiento, entre otros. Es de esta forma que se relaciona la “obligación” de que en el hogar deba iniciar la adquisición de una responsabilidad por el consumo y uso de la energía utilizada, con lo que se beneficia la creación y consolidación de una nueva cultura tanto de consumo energético como de recursos existentes.

VII. BIBLIOGRAFÍA

Aguilar, F., (2014). *Eficiencia energética en edificaciones: Barreras y oportunidades en la vivienda social de La Paz, Baja California Sur*. INFONAVIT-UNAM. México.

Asociación Mexicana de Inteligencia de Mercado y Opinión (AMAI/ NSE). Sitio web consultado el día 20 de julio de 2016. Disponible en: <http://nse.amai.org/>

Aldossary, N. et. al. (2014). *Domestic energy consumption patterns in a hot and arid climate: A multiple-case study analysis*. Renewable Energy. Vol.62. Pp. 369-378. UK.

Banco Mundial (2013). Sitio web consultado el 19 de junio de 2016. Disponible en: <http://wdi.worldbank.org/table/5.11>

Baker, E., Fowlie, M., Lemoine, D., & Reynolds, S. S. (2013). The economics of solar electricity. *resource*, 5. Universidad de Arizona. USA.

Berinstain, P. (2001). *Alternative energy: facts, statistics, and issues*. PublicAffairs. Oryx Press. Westport, Conn.

Bustamante, L. P. (2007). *Los derechos de la sustentabilidad: desarrollo, consumo y ambiente*. Ediciones Colihue SRL. Ediciones Colihue S.R.I. Buenos Aires, Argentina.

Calvente, A. M. (2007). *El concepto moderno de sustentabilidad*. UAIS Sudentabilidad, (8). Argentina.

Canseco, M. (2010). *Energías renovables en América Latina*. Fundación Ciudadanía y Valores. Madrid.

Casal, J., & Mateu, E. (2003). Tipos de muestreo. *Rev. Epidem. Med. Prev*, 1(1), 3-7. Universidad Autónoma de Barcelona. Barcelona, España.

M. Castro, J. et al. (2000). *Energía Solar Fotovoltaica*. Promotora General de Estudios, S.A. España.

C.F.E. (2016). Sitio web consultado el día 17 de abril de 2015. Disponible en: http://app.cfe.gob.mx/Aplicaciones/CCFE/Tarifas/Tarifas/tarifas_casa.asp

C.F.E. (2014). Sitio web consultado el día 28 de mayo de 2016. Disponible en:

http://www.cfe.gob.mx/ConoceCFE/1_AcercadeCFE/CFE_y_la_electricidad_en_Mexico/Paginas/CFEylaelectricidadMexico.aspx

Cohen, M. (2005) *Medio Ambiente: ejemplo de daño colateral en la modernidad reflexiva*. Disponible en:

<http://fier.org.mx//views/default/pdf/lourdesMelgar.pdf>

CONABIO. (2012). *Radiación Solar Global Media Estacional*. Septiembre 2015, de CONABIO Sitio web: <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>

Comisión Nacional de Vivienda (CONAVI). Sitio Web consultado el 21 mayo 2016. Disponible en: <http://sniiv.conavi.gob.mx/Reports/INEGI/Rezago.aspx>

Comisión Nacional para el uso eficiente de la energía (CONUEE). Sitio web consultado el 21 de mayo de 2016. Disponible en: http://www.conuee.gob.mx/wb/Conuee/que_es_conuee

Comisión Reguladora de Energía (CRE). Sitio Web consultado el 21 mayo 2016. Disponible en: <http://www.cre.gob.mx/articulo.aspx?id=10>

Consejo Nacional de Organismos Estatales de Vivienda, A.C. (CONOREVI, 2011). Consultado el 19 de junio de 2016. Disponible en: <http://www.conorevi.org.mx/pdf/estad%C3%ADstica%20vivienda%20en%20m%C3%A9xico.pdf>

D. Elliot, N. Cross (1980). *Diseño, tecnología y participación: textos de la Open University*, tr. Cristina Holm

de Juana Sardón, J. M. (2003). *Energías renovables para el desarrollo*. Editorial Paraninfo. Madrid, España.

Domènech, J. S., & Pujol, J. S. (1998). *Manual del usuario de instalaciones fotovoltaicas*. Editorial PROGENSA. Sevilla, España.

Dryzek, J. S. (2013). *The politics of the earth: Environmental discourses*. Oxford University Press.

Eastern Daylight Time .*Las Inversiones de AB32 Llegan a los Techos de las Comunidades Necesitadas en Todo el Estado*. (s.f.). Consultado en Abril 15, 2016, recuperado de:

<http://www.businesswire.com/news/home/20150518005508/es/>

Fondo Europeo de desarrollo Regional, Estrategia Aragonesa, Gobierno de Aragón, Cámaras Aragón. (2012). Cálculo automático de emisiones totales en relación a los consumos energéticos de sus instalaciones. 2 Febrero 2017, de Departamento de Agricultura, Ganadería y Medio Ambiente Sitio web:

www.camarazaragoza.com/wpcontent/uploads/2012/10/calculoemisiones.xls

Grupo Favier. (2014). Misión de los Viñedos. Septiembre 2014, de Grupo Favier Sitio web: <http://www.grupofavier.com/proyecto/mision-de-los-vinedos>

Haramoto, E. (1995). *Vivienda Social: Un desafío para la sustentabilidad del desarrollo*. Revista INVI, 10(24).

H. Ayuntamiento de Culiacán. (2014). Municipio de Culiacán. Septiembre 2014, de H. Ayuntamiento de Culiacán Sitio web: <http://culiacan.gob.mx/#>

Inga, E., Rodríguez, J. (2013). *Estrategias de Negocio para medición inteligente acoplado energías renovables*. Instituto Nacional de Eficiencia Energética y Energías Renovables. 1-10.

Lagos, G. Vélez, C. (2010). *Protocolo de Kioto*. Cambio Climático. Climático, C. (2010). PROTOCOLO DE KIOTO.

Disponible en: <http://www2.elo.utfsm.cl/~elo383/apuntes/InformeKioto.pdf>

Echeverría, A. (s.f.) *Limpias en el tema de ahorro de energía y eficiencia energética en las edificaciones de México*. Documento base. México. Recuperado el 31 Jun 2016 de:

http://www.conuee.gob.mx/pdfs/AE_EDIF.pdf

Ecotecnia. (2016). *Kits fotovoltaicos*. Marzo 2016, Sitio web: <http://www.econotecnia.com/kits-fotovoltaicos.html>

Ecotecnia. (2016). *Calculadora solar*. Marzo 2016, Sitio web: <http://www.econotecnia.com/kits-fotovoltaicos.html>

Leff, E. (2002). *La transición hacia el desarrollo sustentable: perspectivas de América Latina y el Caribe* (No. 6). Instituto Nacional de Ecología.

Ley de la industria eléctrica, Diario Oficial de la Federación. Agosto 2014.

Ley del servicio público de energía eléctrica (LSPEE). Diario Oficial de la Federación. 2012.

Ley general del cambio climático (LGCC), Diario Oficial de la Federación. 2012.

Ley para el aprovechamiento de Energías renovables y el financiamiento de la transición energética (LAERFTE). Diario Oficial de la Federación. 2008.

Lecuona Neumann, A., Izquierdo Millán, M., & Rodríguez Aumente, P. A. (2005). Investigación e impacto ambiental de los edificios. *La Energía. Informes de la Construcción*, 57(498), 47-61.

Lorenz, P., Pinner, D., & Seitz, T. (2008). The economics of solar power. *The McKinsey Quarterly*, 66-78.

Lund, P. D. (2008). Effects of energy policies on industry expansion in renewable energy. *Renewable energy*, 34(1), 53-64.

Martín, N., Fernández, I. (2007). *La envolvente fotovoltaica en la arquitectura*. Editorial Reverté, S.A. España., pp.33-67

Max-Neef, M. (1998). Crecimiento, sustentabilidad y eficiencia energética. *Revista Ambiente y Desarrollo*, 14(1).

MENDO GUTIÉRREZ, Alejandro (2013), “Observatorios urbanos y programas gubernamentales: La evaluación de acciones contra la pobreza urbana en la zona metropolitana de Guadalajara, Jalisco” en Observatorios urbanos en México. Avances y retos, Benjamín Alva F. (coordinador), Colima, México: Instituto de Planeación del Municipio de Colima

Montoya Reyes, E. (2010). Hacia una vivienda de interés social sostenible en la ciudad de Tijuana, México.

Molina, M. (2014). *Energías renovables o combustibles fósiles: Reto ambiental*. International Renewable Energy Forum. México. Disponible en: <http://fier.org.mx//views/default/pdf/lourdesMelgar.pdf>

Moreno C., Tanya et all. (2012). *Eficiencia energética*. Edit. Terracota. México, D.F.

Newbold Adams, R., & Adams, R. N. (1983). *Energía y estructura una teoría del poder social* (No. 303.3 N4).

OECD (2011). *Greening Household Behavior: The Role of Public Policy*, OECD Publishing. <http://dx.doi.org/10.1787/9789264096875-en>

Ortiz, J. D. (2013). Viabilidad técnico-económica de un sistema fotovoltaico de pequeña escala. *Visión electrónica*, (1), 103-117.

Ovalle Cubillos, R. (2014). Sociedad fotovoltaica. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, 22(1), 4-5.

PG&EC. (2015). Encuesta sobre el consumo de energía en su hogar. Enero 2015, de Pacific Gas and Electric Company Sitio web: http://pge.com/includes/docs/pdfs/myhome/customerservice/brochuresforms/spanish/letter_survey.pdf

Plan sectorial de energía 2013-2018. Diario Oficial de la Federación. Estados Unidos Mexicanos. 2013. Disponible en: http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5326587&fecha=13/12/2013

Posada, M. (2016). Sube precio del servicio de electricidad tras 18 meses a la baja. Julio 2016, de La Jornada Sitio web: <http://jornadabc.mx/tijuana/04-07-2016/sube-precio-de-servicio-de-electricidad-tras-18-meses-la-baja>

Ramírez G. (2016).

Sitio web: <http://www.jalisco.gob.mx/es/jalisco/guadalajara>

Ramirez, Manuel. Schlierberg, un barrio alemán donde se produce 4 veces más energía de la que se consume. Energías Renovables y Verdes Energías Renovables, la energía del medio ambiente [En línea]. 18 Agosto 2015. [Fecha de consulta: 22 abril2016]. Disponible en: <http://www.renovablesverdes.com/schlierberg-un-barrio-aleman-donde-se-produce-4-veces-mas-energia-de-la-que-se-consume/>

Reséndiz-Núñez, D. (1994). *El sector eléctrico de México*. CFE-FCE, México.

Sánchez Pacheco, C. (2010). *Sistemas de energía solar fotovoltaica aplicados a viviendas residenciales en entorno urbano* (Doctoral dissertation). Universidad Internacional de Andalucía. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10334/503>

Sánchez Peña, L. (1 Octubre 2012). Hogares y consumo energético en México. *Revista Digital Universitaria*, vol. 13, 1-7. 10 marzo 2016, disponible en: <http://www.revista.unam.mx/vol.13/num10/art101/art101.pdf>

Santamarta, J. (2006). "Las Energías Renovables son el Futuro". Disponible en: <http://www.nacionmulticultural.unam.mx/mezinal/docs/511.pdf>

SENER. 2012. Iniciativa para el desarrollo de energías renovables en México. Disponible en: http://www.energia.gob.mx/res/0/D121122%20Iniciativa%20Renovable%20SENER_Solar%20FV.pdf

SENER. 2013. Prospectiva del sector eléctrico 2013-2027. Disponible en: [http://sener.gob.mx/res/PE_y_DT/pub/2013/Prospectiva del Sector Electrico 2013-2027.pdf](http://sener.gob.mx/res/PE_y_DT/pub/2013/Prospectiva_del_Sector_Electrico_2013-2027.pdf)

Sheinbaum Pardo, C., Rodríguez Padilla, V., & Robles Morales, G. (2009). Política mexicana e indicadores de sustentabilidad. *Problemas del desarrollo*, 40(158), 113-135.

Terzioglu, H., Kazan, F. A., & Arslan, M. (2015, April). A New Approach to The Installation of Solar Panels. In *Information Science and Control Engineering (ICISCE), 2015 2nd International Conference on* (pp. 573-577). IEEE.

Tetreault, Darcy Víctor (2004). Una taxonomía de modelos de desarrollo sustentable. Espiral. Estudios sobre estado y sociedad. Universidad de Guadalajara. México.

Torres, F., Gómez, E. (2006). *Energías Renovables para el Desarrollo Sustentable en México*. SENER

Tyler, F.(2013). Prelude: The World's most energy sustainable countries. Smartplanet. Disponible en: <http://www.smartplanet.com/photos/top-10-countries-for-energy-sustainability/>

UNESA. (2015). Encuesta de programa educativo. Enero 2015, de UNESA Sitio web: <http://www.unesa.net/unesa/html/programaeducativo/pdf/encuestaxpress.pdf>

Velasco, J. G. (2009). *Energías renovables*. Reverté.

Walker, A. (2013). *Solar Energy: Technologies and Project Delivery for Buildings*. Somerset, NJ.

Wilbanks, T. J. (2009). *Effects of Climate Change on Energy Production and Use in the United State*. DIANE Publishing.

Wolff, J. (2008). Buscando respuestas a la doble transformación: El movimiento indígena ecuatoriano. *DIVERSIDAD CULTURAL Y DESIGUALDAD SOCIAL EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE: DESAFÍOS DE LA INTEGRACIÓN GLOBAL*.

VIII. ANEXOS

Anexo 1. Diseño de la encuesta

Ilustración 49. Encuesta aplicada parte 1.



ITESO
Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente

Proyecto de Investigación
"La producción de energía renovable mediante paneles solares en la vivienda de interés social"
Investigador: Itzel Yazmín Payán Quiñonez
Maestría en Proyectos y Edificaciones Sustentables
Primavera 2015

CUESTIONARIO
[Buen día, le puedo hacer una encuesta sobre el consumo eléctrico en su vivienda?] le toma menos de 10 mins

I. Información sobre la vivienda

1. ¿Usted es propietario o renta su vivienda? Propietario Renta

2. Tipo de vivienda
 Unifamiliar Edificio

3. Indique los m2 aproximados de la vivienda

4. Ha sido remodelada Sí No

5. Número de plantas

6. No. de habitaciones

7. No. de habitantes de la vivienda

8. El uso de la vivienda
 Todo el año Por temporadas

II. Información sobre los habitantes de la vivienda

9. ¿Cuál es la edad del/ de la jefe/a de familia?

10. ¿Cuál es el último grado académico concluido del/ de la jefe/a de familia?
 Prim Secundaria Bachillerato
 Carr. Tec. Licenciatura Posgrado

11. De los demás habitantes, ¿cuál es su edad y escolaridad?
Edad Prim Sec Bach C. Tec. Lic Pos SE
 Prim Sec Bach C. Tec. Lic Pos SE

12. Ingreso mensual total aproximado de los habitantes de la vivienda [respuesta opcional]
 menos de 2 mil 2-5 mil 5-10 mil 10-20 mil 20-30 mil + de 30 mil

III. Información sobre el consumo y uso de la energía eléctrica

13. ¿Qué tanto como familia se encuentran interesados en el cuidado o reducción del consumo eléctrico?
 Nada (pasar a preg.16) Bastante
 Poco Mucho

14. ¿Qué medidas de ahorro de energía se llevan a cabo en la vivienda?
 Apagar las luces al dejar una habitación
 Usar dispositivos ahorradores de electricidad (ej. focos ahorradores, aparatos eléctricos de bajo consumo)
 Desconectar los aparatos eléctricos cuando no se usan
 Regular el uso del aire acondicionado/calefacción
 Usar el clima de con las habitaciones cerradas
 Dar mantenimiento regular a los aparatos de clima
 Otro. Describir

15. ¿Cuál es la razón del cuidado o reducción del consumo eléctrico?
 Ahorrar dinero Cuidar el medio ambiente
 Otro
Describir

16. ¿Cuál es la razón de su desinterés en el cuidado o reducción del consumo eléctrico?

Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 50. Encuesta aplicada parte 2.

17. ¿Cuál es el gasto aproximado en su cuenta de CFE? ¿Me permitiría consultar su recibo?

Enero	<input type="text"/>	kw/hr	Abril	<input type="text"/>	kw/hr	Julio	<input type="text"/>	kw/hr	Octubre	<input type="text"/>	kw/hr
Febrero	<input type="text"/>	kw/hr	Mayo	<input type="text"/>	kw/hr	Agosto	<input type="text"/>	kw/hr	Noviembre	<input type="text"/>	kw/hr
Marzo	<input type="text"/>	kw/hr	Junio	<input type="text"/>	kw/hr	Septiembre	<input type="text"/>	kw/hr	Diciembre	<input type="text"/>	kw/hr

Primavera	<input type="text"/>	kw/hr	Verano	<input type="text"/>	kw/hr	<input type="text"/>	pesos /bim
Otoño	<input type="text"/>	kw/hr	Invierno	<input type="text"/>	kw/hr		

18. Los siguientes electrodomésticos y equipos se utilizan en la vivienda

Refrigerador	<input type="checkbox"/>	Tamaño	Grande <input type="checkbox"/>	Med <input type="checkbox"/>	Chico <input type="checkbox"/>	Televisión	<input type="checkbox"/>	Cantidad	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	>=5 <input type="checkbox"/>	
		Tachar existencia	Describe el uso del dispositivo (veces que se usa en una semana)						Plasma <input type="checkbox"/>	Led <input type="checkbox"/>	Análoga <input type="checkbox"/>	Horas de uso del dispositivo		
			0 <input type="checkbox"/>	1-2 <input type="checkbox"/>	3-6 <input type="checkbox"/>	+6 <input type="checkbox"/>			2 hrs <input type="checkbox"/>	4 hrs <input type="checkbox"/>	6 hrs <input type="checkbox"/>			
Horno microondas	<input type="checkbox"/>	N <input type="checkbox"/>	P <input type="checkbox"/>	M <input type="checkbox"/>	I <input type="checkbox"/>			8 hrs <input type="checkbox"/>	Todo el día <input type="checkbox"/>					
Tostadora	<input type="checkbox"/>	N <input type="checkbox"/>	P <input type="checkbox"/>	M <input type="checkbox"/>	I <input type="checkbox"/>	Aire acondicionado	<input type="checkbox"/>	Cantidad	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>		
Licudadora	<input type="checkbox"/>	N <input type="checkbox"/>	P <input type="checkbox"/>	M <input type="checkbox"/>	I <input type="checkbox"/>			Ventana <input type="checkbox"/>	Minisplit <input type="checkbox"/>	Uso del dispositivo				
Lavadora	<input type="checkbox"/>	N <input type="checkbox"/>	P <input type="checkbox"/>	M <input type="checkbox"/>	I <input type="checkbox"/>			Solo en tiempo de calor <input type="checkbox"/>						
Secadora	<input type="checkbox"/>	N <input type="checkbox"/>	P <input type="checkbox"/>	M <input type="checkbox"/>	I <input type="checkbox"/>			Uso moderado <input type="checkbox"/>						
Plancha de ropa	<input type="checkbox"/>	N <input type="checkbox"/>	P <input type="checkbox"/>	M <input type="checkbox"/>	I <input type="checkbox"/>			Encendido todo el día <input type="checkbox"/>						
Aspiradora	<input type="checkbox"/>	N <input type="checkbox"/>	P <input type="checkbox"/>	M <input type="checkbox"/>	I <input type="checkbox"/>			Meses en que se usan los dispositivos de aire acondicionado	<input type="text"/>					
Plancha de cabello	<input type="checkbox"/>	N <input type="checkbox"/>	P <input type="checkbox"/>	M <input type="checkbox"/>	I <input type="checkbox"/>	Calentador	<input type="checkbox"/>	Eléctrico <input type="checkbox"/>	Gas <input type="checkbox"/>	Otro <input type="checkbox"/>				
Secadora de cabello	<input type="checkbox"/>	N <input type="checkbox"/>	P <input type="checkbox"/>	M <input type="checkbox"/>	I <input type="checkbox"/>			Cantidad	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>		
Equipo de teatro en casa	<input type="checkbox"/>	N <input type="checkbox"/>	P <input type="checkbox"/>	M <input type="checkbox"/>	I <input type="checkbox"/>			El uso del dispositivo						
DVD	<input type="checkbox"/>	N <input type="checkbox"/>	P <input type="checkbox"/>	M <input type="checkbox"/>	I <input type="checkbox"/>			Solo en tiempo de frío <input type="checkbox"/>						
Equipo de sonido	<input type="checkbox"/>	N <input type="checkbox"/>	P <input type="checkbox"/>	M <input type="checkbox"/>	I <input type="checkbox"/>			Uso moderado <input type="checkbox"/>						
Computadora	<input type="checkbox"/>	N <input type="checkbox"/>	P <input type="checkbox"/>	M <input type="checkbox"/>	I <input type="checkbox"/>			Encendido todo el día <input type="checkbox"/>						
								Meses en que se usan los dispositivos de calefacción	<input type="text"/>					

18. ¿Cuál de los anteriores considera que consume mayor cantidad de energía?

Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 51. Encuesta aplicada parte 3.

IV. Información sobre la percepción del usuario de la vivienda y consumidor

19. ¿Cuál es el grado de importancia que usted le otorga al consumo de energía eléctrica para que la sociedad tenga mejores oportunidades y condiciones de vida?

Muy bajo Bajo Alto Muy alto

20. ¿Qué tanto considera usted que se relaciona un alto consumo de electricidad con que su familia viva mejor?

Nada Poco Bastante Mucho

21. ¿Cómo cree que será el consumo de electricidad en su vivienda en los próximos años?

Menor al actual Igual al actual Mayor al actual

22. ¿Conoce usted cómo se genera la energía que consume? Si No

23. ¿De ser posible poder generar electricidad en su vivienda, considera que es una buena opción invertir en un sistema generador, como lo son los paneles solares?

Desacuerdo Parcialmente de acuerdo De acuerdo Totalmente de acuerdo

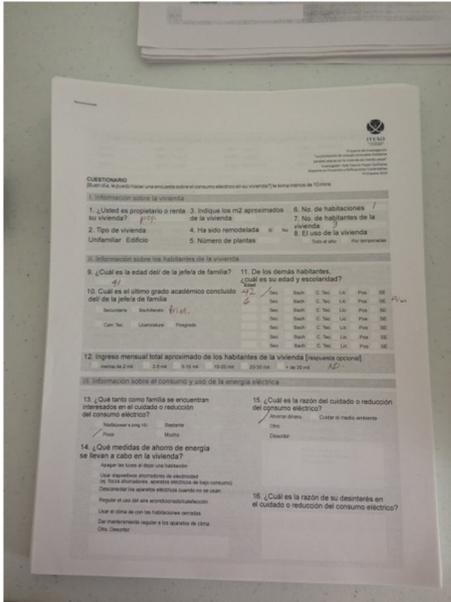
24. Considera que la energía eléctrica que consume en su hogar debería de generar la menor contaminación ambiental posible, libre de combustibles fósiles (ej. petróleo, carbón)

Desacuerdo Parcialmente de acuerdo De acuerdo Totalmente de acuerdo

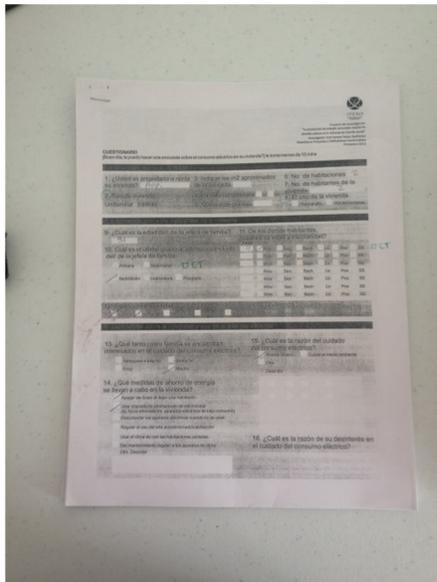
Le agradezco enormemente su colaboración y el tiempo que me otorgó para contestar la encuesta, que tenga un excelente día.

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 2. Compilación de encuestas de cada fraccionamiento



Encuestas realizadas en el fraccionamiento Misión de Viñedos en la ZMG, se cuenta con la totalidad de las entrevistas esperadas (30 de 30).



Encuestas realizadas en el fraccionamiento nivel socioeconómico medio ZMG, se cuenta con poco menos de la mitad de las entrevistas esperadas (30 de 30).

Viabilidad de producción de energía eléctrica en la vivienda a partir de sistemas de paneles solares en fraccionamientos estudiados de Culiacán-Área Metropolitana de Guadalajara.

A photograph of a survey form titled 'ENCUESTA' with the logo of the 'SECRETARÍA DE ENERGÍA' and 'SENER'. The form contains several sections with questions and checkboxes. The first section asks for general information about the property and household. The second section asks about the number of inhabitants and their ages. The third section asks about the type of housing and whether it has been renovated. The fourth section asks about the number of solar panels. The fifth section asks about the type of energy source used in the household. The sixth section asks about the reasons for using solar energy. The seventh section asks about the reasons for not using solar energy. The eighth section asks about the reasons for using solar energy in the household. The ninth section asks about the reasons for not using solar energy in the household. The tenth section asks about the reasons for using solar energy in the household. The eleventh section asks about the reasons for not using solar energy in the household. The twelfth section asks about the reasons for using solar energy in the household. The thirteenth section asks about the reasons for not using solar energy in the household. The fourteenth section asks about the reasons for using solar energy in the household. The fifteenth section asks about the reasons for not using solar energy in the household.

Encuestas realizadas en el fraccionamiento Alturas del Sur en la cd. De Culiacán, se cuenta con la totalidad de las entrevistas esperadas (30 de 30).

A photograph of a survey form titled 'ENCUESTA' with the logo of the 'SECRETARÍA DE ENERGÍA' and 'SENER'. The form contains several sections with questions and checkboxes. The first section asks for general information about the property and household. The second section asks about the number of inhabitants and their ages. The third section asks about the type of housing and whether it has been renovated. The fourth section asks about the number of solar panels. The fifth section asks about the type of energy source used in the household. The sixth section asks about the reasons for using solar energy. The seventh section asks about the reasons for not using solar energy. The eighth section asks about the reasons for using solar energy in the household. The ninth section asks about the reasons for not using solar energy in the household. The tenth section asks about the reasons for using solar energy in the household. The eleventh section asks about the reasons for not using solar energy in the household. The twelfth section asks about the reasons for using solar energy in the household. The thirteenth section asks about the reasons for not using solar energy in the household. The fourteenth section asks about the reasons for using solar energy in the household. The fifteenth section asks about the reasons for not using solar energy in the household.

Encuestas realizadas en el fraccionamiento Prados del Sur, se cuenta con la totalidad de las entrevistas esperadas (30 de 30).

Anexo 3. Diseño de la entrevista

A continuación se presenta la estructura que se trató de seguir durante las dos entrevistas realizadas:

La investigación que se plantea es acerca del uso e eco tecnologías, paneles solares en este caso, en la vivienda para la producción de energía eléctrica, que proporcione a la vivienda la capacidad de tener autonomía eléctrica y le proporcione a la familia habitante la capacidad de invertir los pequeños extras que se generen en un uso que cubra otras necesidades. Buscando la forma de aportar a la disminución de GEI y el gasto del consumo eléctrico en la vivienda, mediante el uso de paneles solares.

Entrevista:

1. ¿Qué fue lo que les atrajo para invertir en la tecnología de paneles solares?
2. ¿A qué dificultades, limitantes o facilidades (en su caso) se han enfrentado para desarrollar su negocio?
3. ¿Cree que las tecnologías actualmente usadas en la vivienda, adquiridas mediante la hipoteca verde, son suficientes? ¿por qué?
4. ¿Considera que se podría adjuntar el uso de paneles solares al plan de desarrollo de vivienda? ¿Cree que el uso de esta tecnología pueda ser fructífero para la vivienda, sus desarrolladores y los futuros usuarios o habitantes? ¿en qué nivel o clase social cree que sería el más adecuado para implementar esta tecnología?
5. ¿Conoce cuáles son o si existen apoyos que reciben por parte de Gobierno este tipo de tecnologías? ¿considera que dichos apoyos aumenten en un futuro?
6. ¿Cómo han logrado la venta de sus productos? ¿Cuál es el área de enfoque que tienen, residencial o comercial? Y en ¿qué localidades se enfocan?
7. ¿Considera que AMG es un buen mercado para usuarios de paneles solares?
8. ¿Según su experiencia, cuáles son las razones por las que una persona invierte en paneles solares?
9. ¿Considera que el conocimiento de cómo se genera la electricidad que se consume influya en el consumo y uso de la misma?
10. ¿Cómo se puede alcanzar un real interés de la sociedad por un consumo energético sustentable?
11. ¿Cómo considera que evolucionará la implementación de paneles solares en la vivienda en México? ¿podrá esta tecnología alcanzar una aplicación en gran escala en la vivienda del país? ¿cómo cree usted que se mejorarían las condiciones para que el uso de esta tecnología sea pertinente? ¿Algo que desee añadir?

Anexo 4. Tabla de conversión de consumo energético a CO2

Categoría de vivienda según AMAI	Consumo de kWh al día / vivienda	Consumo anual (kWh)	Factor de emisión kg de CO2 eq/ kWh	Kg de CO2	Ton de CO2	Promedio de Ton de CO2
C-	1	720	0.454	277.2	0.2772	0.693
	2	1440	0.454	554.4	0.5544	
	3	2160	0.454	831.6	0.8316	
	4	2880	0.454	1108.8	1.1088	
C, C+	5	3600	0.454	1386	1.386	1.5246
	6	4320	0.454	1663.2	1.6632	
A/B	7	5040	0.454	1940.04	1.9400	2.0788
	8	5760	0.454	2217.6	2.2176	

Fuente: Elaboración propia, a partir de resultados de trabajo de campo y documento Excel de: www.camarazaragoza.com/wp-content/uploads/2012/10/calculoemisiones.xls