

Capítulo 4

Caso práctico: Ocotla

Con base en los estudios previamente mencionados (PMIC, 2002 y PEMA, 2007), entre agosto y diciembre de 2009 se realizó un proyecto que lleva por nombre “Programa de Reducción de Impacto Ambiental (PRIA)”, en el que participaron doce estudiantes de los últimos semestres de Ingeniería Industrial. El objetivo del PRIA fue analizar ambientalmente un asentamiento irregular (Ocotla) y proponer alternativas para reducir el impacto generado en el entorno.

Se eligió Ocotla como objeto de estudio por estar en la Delegación de Tlalpan, cercana a Ciudad Universitaria, tener datos previos para esta asentamiento irregular (PMIC, 2002), además de contar con uno de sus habitantes (Vladimir Fernández) como miembro del proyecto PRIA.

Para este estudio se realizaron dos visitas al asentamiento y una encuesta, por medio de las cuales se determinaron los principales problemas ambientales en los aspectos de: agua potable, agua residual, aire, residuos sólidos urbanos (basura), residuos peligrosos y riesgo ambiental.

A continuación se describe el asentamiento y su diagnóstico ambiental, para luego profundizar sobre las propuestas para el aprovechamiento de energía solar resultado de este estudio.

4.1 Características de Ocotla

Ocotla es un asentamiento irregular ubicado al suroeste de la Ciudad de México, en la delegación Tlalpan; esta delegación abarca 33,061Ha (7,635Ha de zona urbana y 25,426Ha de suelo de conservación), se considera un pulmón verde, consta de una gran diversidad de especies animales y vegetales y en ella se recargan los mantos acuíferos.

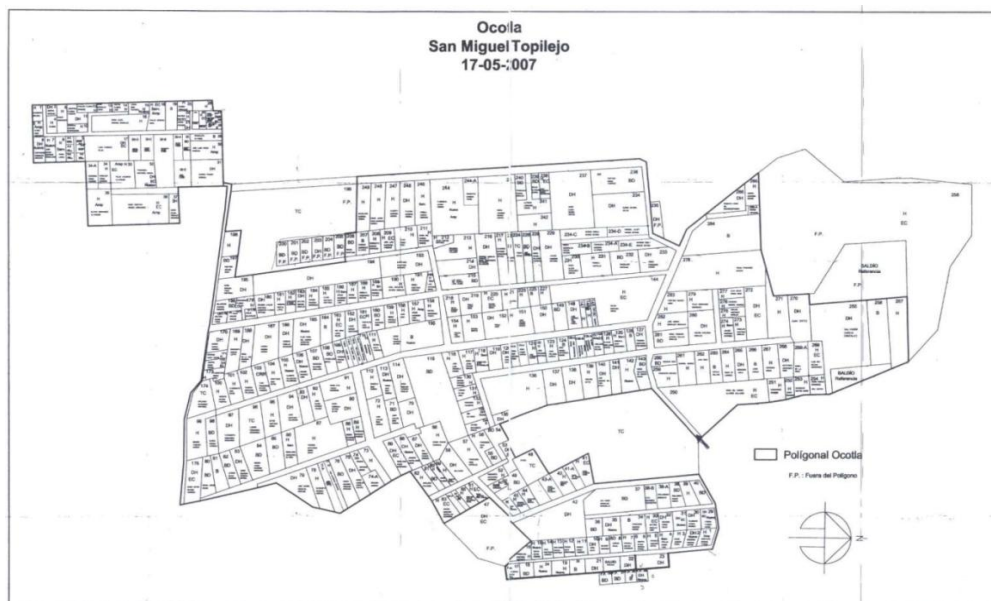
Ocotla se encuentra localizado dentro del pueblo San Miguel de Topilejo, a la altura del kilómetro 29 de la carretera Federal a Cuernavaca y tiene una superficie de 148,263m². Colinda al norte con un predio particular, al sur con San Miguel Tehuisco, al este con Ayometitla y al oeste con Ocotla Chico, siendo estos tres últimos asentamientos irregulares también. La figura 4.1 muestra una vista satelital del asentamiento.



Fuente: PRIA 2009, Google Earth

Figura 4.1 Vista satelital del asentamiento irregular Ocotla

Según la información proporcionada por la mesa directiva del asentamiento, Ocotla cuenta actualmente con 317 lotes (165 habitados, 88 deshabitados y 64 baldíos), 122 familias y 450 habitantes; con un promedio de cinco habitantes por vivienda (PRIA, 2009). La distribución de los lotes en el asentamiento se muestra en el plano de Ocotla (figura 4.2).



Fuente: PRIA 2009

Figura 4.2 Distribución de lotes en el asentamiento

Durante las visitas al asentamiento se observó que la población de Ocotla es social y económicamente heterogénea, por lo que las propuestas planteadas no pueden aplicarse homogéneamente a todas las viviendas.

4.2 Diagnóstico ambiental

Entre los problemas que se detectaron en el asentamiento están las calles no pavimentadas que se erosionan y generan contaminación por partículas, perros callejeros que defecan al aire libre, descarga de aguas residuales en la vía pública, animales de granja en calles y terrenos baldíos, abandono de materiales de construcción, basura en las calles y cilindros de gas en mal estado. La figura 4.3 muestra ejemplos de las situaciones descritas.



Figura 4.3 Diagnóstico Ocotla

Contaminación atmosférica. A pesar de que la contaminación atmosférica no es de gravedad dentro del asentamiento, el aire de esta zona se ha visto afectado por el entorpecimiento de su reoxigenación, la falta de

pavimentación de las calles, la quema de basura, las fugas de gas LP y la defecación de perros callejeros.

Las propuestas generales del PRIA para la mejora de Ocotla, en materia de contaminación atmosférica se encuentran la tabla 4.1 siguiente, a excepción de las relacionadas con el aprovechamiento de energía solar que se desglosan posteriormente.

Problema	Propuesta	Ventajas	Desventajas
Erosión	<i>Reforestación</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Reduce la erosión • Restaura la zona boscosa • Permite la reoxigenación 	<ul style="list-style-type: none"> • Requiere colaboración vecinal • Requiere mantenimiento
	<i>Empedrado</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Evita la erosión de los suelos • Da valor estético a las calles • Permite la recarga del manto acuífero 	<ul style="list-style-type: none"> • Toma más tiempo empedrar que pavimentar.
Defecación al aire libre	<i>Esterilización canina</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Disminuye la población de animales • Disminuye la cantidad de heces 	<ul style="list-style-type: none"> • Requiere colaboración vecinal
	<i>Dormición canina</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Disminuye la cantidad de heces • Se evitan infecciones 	<ul style="list-style-type: none"> • Requiere colaboración vecinal
	<i>Control de quema de basura</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Reduce los gases tóxicos • Reduce riesgos 	<ul style="list-style-type: none"> • Requiere colaboración vecinal
	<i>Instalaciones de gas adecuadas</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Bajo costo • Fácil instalación • Ahorro de gas • Se disminuyen las fugas 	<ul style="list-style-type: none"> • Ninguna
Contaminación por combustibles fósiles	<i>Fijar horarios a la combi</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Mas vecinos utilizarían el servicio • Se reducirían emisiones 	<ul style="list-style-type: none"> • Ninguna
	<i>Utilización de energía solar</i>	<ul style="list-style-type: none"> • No se utilizan combustibles (ahorro económico) • Se reducen emisiones contaminantes • Se evitan fugas de gas 	<ul style="list-style-type: none"> • Elevado costo inicial
General	<i>Campaña informativa</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Promueve la colaboración • Es la forma más rápida de informar y capacitar 	<ul style="list-style-type: none"> • No funciona si existe apatía vecinal

Fuente: PRIA, 2009

Tabla 4.1: Propuesta de solución a los problemas de contaminación atmosférica

Al momento de la elaboración del PRIA no se profundizó en la alternativa de energía solar; sin embargo, para propósitos de esta tesina, es la propuesta que se desarrollará a continuación.

4.3 Propuestas

Como se menciona en el capítulo 3, la energía solar puede ser aprovechada como energía eléctrica o térmica; de estas alternativas, se proponen para Ocotla los paneles fotovoltaicos, el calentador solar de agua y la cocina solar, debido a su forma de vida y actividades cotidianas.

4.3.1 Panel fotovoltaico

Ocotla cuenta con instalaciones eléctricas; sin embargo, debido a la alta insolación que existe en esta zona, los paneles solares resultan una buena opción para reducir el consumo eléctrico convencional. Con base en el análisis presentado en el capítulo 3, los paneles solares que se proponen para Ocotla deberán ser diseñados según lo siguiente:

a) Ubicación geográfica. Ocotla se encuentra ubicado a la misma latitud que Tlalpan, es decir 19°18", por lo tanto la inclinación de los paneles deberá ser de 19° orientados hacia el sur.

b) Demanda de energía: Se considerará una demanda de 1000 W; según se explicó en el capítulo 3.

1. Número de módulos fotovoltaicos. A partir de la ecuación 3.3 y asumiendo que cada panel tiene una capacidad de 200 W:

$$\text{Núm. de paneles en paralelo} = \frac{1000W}{200W} = 5 \text{ paneles}$$

2. Cálculo de la capacidad de las baterías. Como se propone una conexión bidireccional con la red eléctrica de CFE, las baterías no son requeridas. No fue posible determinar el procedimiento a seguir para lograr la conexión a la red de CFE.

3. Cálculo de la sección del conductor. Para el caso de una vivienda conectada a la red de distribución de CFE y tomando en cuenta el tamaño de las viviendas de Ocotla, se requiere un cableado de cobre de aproximadamente 10 metros, con resistividad de 0.01786 $\Omega\text{mm}^2/\text{m}$, caída de tensión de 0.5 volts e intensidad de corriente de 50 [A] (Gimeno, 2002). Considerando la ecuación 3.5:

$$S = \frac{2 \cdot 10 \cdot 50}{56 \cdot 0.5} = 35.71 \text{ mm}^2$$

El diámetro de cable de 35.7 mm² equivale aproximadamente a un alambre de cobre calibre 2 AWG (Electricidad básica, 2009); el precio por metro es de \$116.91 y como se requieren aproximadamente 10 metros por vivienda, el costo total es de \$1,169.10.

4. Convertidor de corriente. El convertidor de corriente directa a corriente alterna tiene un costo de \$479.00 (Mercado Libre, 2009a).

5. Costo de los paneles. Para determinar el costo de los paneles solares de 1000W, se consideraron las 5 cotizaciones que se presentan en la tabla 4.2, disponibles en México.

Opción	Potencia [W]	Número de paneles	Costo [M.N. 2009]	Fuente
1	120	9	unitario: 10,948.5* total: 98,536.5	Proenergy, 2009
2	125	8	unitario: 8,585 total: 68,680	Vivastreet, 2009a
3	130	8	unitario: 10,395* total: 83,170	Energía-solar 2009a
4	200	5	unitario: 9,380 total: 46,900	Energía-Solar 2009a
5	205	5	unitario: 14,525 total: 72,625	Vivastreet, 2009b

*Precios en dólares. Conversión al momento de la investigación: 1USD= \$13.50

Tabla 4.2 Cotización de paneles solares en México

Con base en la cotización se identifica como mejor alternativa para Ocotla la que se muestra sombreada en la tabla 4.2, resultando un costo de \$46,900.

6. Costo total del sistema de captación solar. El sistema deberá incluir el cableado, el convertidor y los paneles (ecuación 3.6):

$$\text{Costo total del sistema} = \$46,900 + \$1,169.1 + \$479 = \$48,548.10$$

Los paneles solares tienen un tiempo medio de vida útil de 25 años; pero empleando un escenario fatalista de 20 años, con la ecuación 3.7, se calcula un costo anual de:

$$\text{Costo anual del sistema} = \frac{\$46,900}{20[\text{años}]} = 2,427.405 \left[\frac{\$}{\text{año}} \right]$$

y:

$$\text{Costo mensual del sistema} = \frac{24,27.05 \left[\frac{\$}{\text{año}} \right]}{12 \left[\frac{\text{meses}}{\text{año}} \right]} = 202.28 \left[\frac{\$}{\text{mes}} \right]$$

El monto a pagar mensualmente es bajo, el mantenimiento de los paneles consiste únicamente en su limpieza y se ahorraría el gasto de la electricidad, pues se asume que los 1000 W serán suficientes para cubrir el requerimiento de energía de la vivienda. De no ser así, la energía extra que se consuma desde la red de distribución de CFE se cobrará con la tarifa 1A, que es la que se aplica a bajo consumo doméstico; esta tarifa consiste en \$ 0.603 por cada kilowatt hora (CFE, 2009b). Con esta tarifa, el pago mensual con un consumo promedio de 675 kWh es de \$407.25 (cuyo cálculo se muestra a continuación)

c) Obtención del punto de equilibrio. Según el procedimiento mencionado en el capítulo 3, es posible determinar el tiempo en el cual se recupera la inversión. El costo del panel fotovoltaico es (ec 3.8):

$$Y = \$48548.10$$

El costo de consumo energético convencional (ecuación 3.9) será:

$$Y = (675kWh) \left(0.603 \frac{\$}{kWh} \right) X = \$407.025X$$

igualando ecuaciones y despejando la X:

$$\$48548.10 = (\$407.025)X$$

$$X = \frac{\$48548.10}{\$407.25} = 119.27 \text{ meses}$$

La figura 4.4 muestra la intersección de las ecuaciones; punto que representa el equilibrio entre ambas y la recuperación de la inversión.

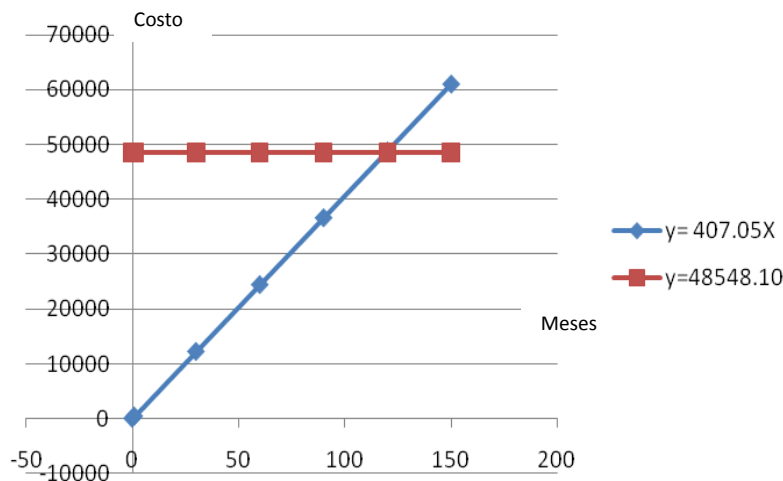


Figura 4.4 Punto de equilibrio del panel fotovoltaico

En 119 meses, aproximadamente 10 años, el usuario recupera su inversión y comienza a obtener un beneficio económico. Por lo tanto, es conveniente

optar esta propuesta cuando el consumo energético actual es mayor o aproximadamente 202.28 \$/mes.

4.3.2 Calentador solar de agua

Según las encuestas realizadas, para calentar el agua para bañarse la gente en Ocotla utiliza principalmente gas LP, lo que trae como consecuencia la emisión de contaminantes al ambiente y fugas ocasionadas por las instalaciones precarias. Como se mencionó en el capítulo 3, el promedio de consumo de gas LP es de 405\$.

Una alternativa conveniente para obtener agua caliente sin generar emisiones y para ahorrar dinero es la utilización de calentadores solares de agua, cuyo precio es accesible y tiene la capacidad para cubrir las necesidades de una familia promedio de Ocotla. Para este cálculo se consideró que el agua caliente se utilizará únicamente para el baño; lo cual representa un gasto de 40 litros al día por habitante (Eroski, 2002). Con estos datos y la ecuación 3.11, la capacidad del calentador debe ser:

$$\text{Capacidad del calentador} = 5 * 40 = 200 \text{ litros}$$

El costo de los calentadores disponibles en el mercado nacional se muestra en la tabla 4.3.

Opción	Capacidad[Its] (tecnología)	Costo [M.N. 2009]	Fuente
1	200 (Gravedad)	14,300	Mercado libre, 2009b
2	150 litros (Gravedad)	6,195	Energía-Solar, 2009b
3	150 litros (Gravedad)	8 150	Vivastreet, 2009b
4	200 litros (Gravedad)	13,731	Funcosa, 2009
5	200 litros (A presión)	23,503	Funcosa, 2009
6	250 litros (Gravedad)	11,124	Solarex, 2009

Tabla 4.3 Cotización calentadores solares de agua

La opción más adecuada es la que ofrece la empresa Solarex con un costo de \$11,124, ya que a pesar de sobrepasar la capacidad requerida (lo que permitiría contar con más agua caliente utilizable), su costo es inferior.

a) Costo mensual. La vida útil de los calentadores solares varía de 15 a 20 años; considerando 15 años y aplicando la ecuación 3.12 el costo total se traduce en un costo anual de:

$$\text{Costo anual del calentador} = \frac{11,124[\$]}{15[\text{años}]} = 741.6\left[\frac{\$}{\text{año}}\right]$$

o, mensualmente:

$$\text{Costo mensual del calentador} = \frac{741.6\left[\frac{\$}{\text{año}}\right]}{12\left[\frac{\text{meses}}{\text{año}}\right]} = \$61.80\left[\frac{\$}{\text{mes}}\right]$$

Como se mencionó en el capítulo 3, la utilización de estos calentadores reduciría el gasto de gas LP a un 25%, que se utiliza para cocinar. Entonces, el costo mensual aproximado sería el del calentador más el 25% del costo actual de gas LP; además de que el gasto de gas LP y las emisiones contaminantes se ven reducidas por el uso de un calentador solar.

b) Obtención del punto de equilibrio. Si el costo del calentador solar es de \$11,124.00 y al mes se pagará \$101.25 (25% del costo actual) de consumo de gas para cocinar; considerando que el consumo mensual actual es de \$405 al mes, se puede determinar el número de meses en los que se recupera la inversión de la siguiente forma (X representa el número de meses y Y el costo):

Para el calentador solar se toma la ecuación 3.14:

$$Y = 11,124 + 101.25X$$

Para el consumo de gas LP actual, la ecuación 3.15:

$$Y = 405X$$

igualando y despejando X de las ecuaciones anteriores:

$$11124 + 101.25X = 405X$$

$$X = \frac{11124}{303.75} = 36.62 \text{ meses}$$

La figura 4.5 muestra el punto de equilibrio en donde se recuperará la inversión (36.6 meses). Es decir, en aproximadamente 3 años, el usuario se verá beneficiado económicamente.

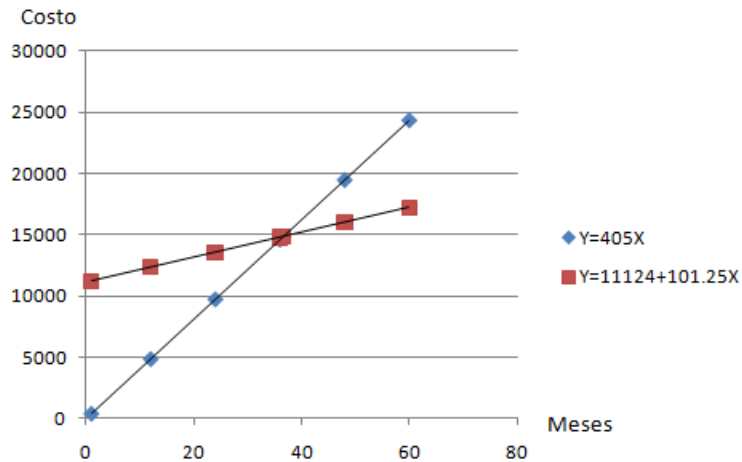


Figura 4.5 Punto de equilibrio del calentador solar

4.3.3 Cocina solar

a) Procedimiento: Se recomienda para Ocotla la construcción casera de un horno solar de caja, cuyo procedimiento fue mencionado en el capítulo 3. Los costos de estas cocinas solares varían, pero se estima de \$150 si se consiguen materiales económicos y podrían durar hasta 5 años (dato supuesto, variable según los materiales).

b) Obtención del punto de equilibrio. Para conocer el tiempo en el que se recupera la inversión de la cocina solar se parte de la ecuación 3.19 que representa el costo mensual de gas LP para cocinar:

$$Y = 101.25X$$

Posteriormente se considera el costo de la cocina solar (ec. 3.20):

$$Y = \$150$$

Igualando y despejando las ecuaciones anteriores:

$$\begin{aligned} \$101.25X &= \$150 \\ X &= \frac{\$150}{\$101.25} = 1.48 \text{ meses} \end{aligned}$$

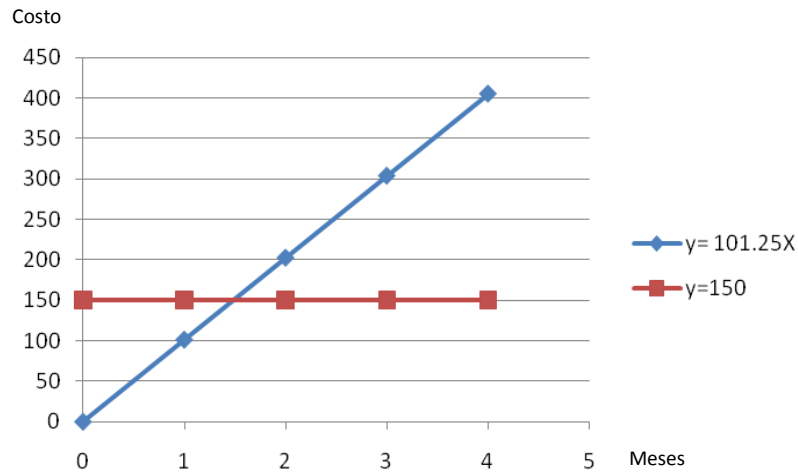


Figura 4.7 Punto de equilibrio de la cocina solar

Como se puede observar en la figura 4.7, el punto de equilibrio es de aproximadamente un mes y medio; es decir, el beneficio económico es casi inmediato.

Propuestas. En las tres opciones mencionadas en el presente capítulo la inversión se recupera en un tiempo menor que la vida útil de los sistemas propuestos (como se muestra en la tabla 4.4). Para el presente documento no se consideraron gastos de instalación.

Sistema	Tiempo de vida útil [años]	Costo inicial [\$]	Tiempo de Recuperación de la inversión [años]
Panel solar	25	48,548	10
Calentador de agua	15	11,124	3
Cocina solar	5	150	0.125

Tabla 4.4 Resumen de las propuestas

Los habitantes de Ocotla podrían verse beneficiados económicamente por la utilización de estas alternativas pues su inversión se recupera en el tiempo.

Capítulo 5

Conclusiones y recomendaciones

La energía solar es una fuente energética limpia y renovable que ocasiona beneficios ambientales y económicos a largo plazo, su utilización sustituye la combustión de materiales que emiten gases y partículas contaminantes que dañan a los ecosistemas y a la salud del ser humano.

La energía solar puede ser transformada en energía térmica o eléctrica según sea necesario su aprovechamiento, como calor o electricidad, respectivamente; en los asentamientos irregulares puede utilizarse de ambas formas y en distintos sistemas; puede emplearse, entre otras cosas en calentadores de agua, cocinas, celdas fotovoltaicas, secadores de granos y desalinizadores de agua.

En Ocotla se puede usar para cocinar, calentar agua y generar energía eléctrica, los costos de estos sistemas varían del más económico (cocina solar) al más caro (celdas fotovoltaicas), sin embargo la inversión se recupera con el tiempo y, si pudieran conseguirse facilidades de pago, se vuelve una alternativa accesible para muchos de sus habitantes.

1. Factibilidad técnica

Los sistemas de colección solar aún no alcanzan una alta eficiencia y necesitan grandes espacios para transformar energía suficiente para cubrir los requerimientos energéticos. Para elevar su eficiencia es recomendable que los rayos solares lleguen libres y directos a las superficies de captación, por lo que se deben ubicar en lugares alejados de las sombras de árboles o edificios altos que interfieran con la radiación solar.

La Ciudad de México tiene una insolación promedio de 5.3 KWh/m², es una de las zonas del país con más alto índice de insolación y de contarse con los sistemas adecuados podría satisfacerse gran parte de la necesidad energética de sus habitantes; sin embargo la mayor parte de la Ciudad no cuenta con las características idóneas para una captación eficiente de energía solar.

Si bien Ocotla se encuentra dentro del territorio de la Ciudad de México, en esta zona la libre recepción de la radiación solar sí es posible, ya que no cuenta con edificaciones muy altas que pudieran reflejar la radiación hacia afuera de la atmósfera. Habiendo analizado las características del lugar se puede deducir que la utilización de energía solar sí es técnicamente factible como alternativa de generación energética utilizando los siguientes sistemas de captación:

- Cocinas solares que pueden fabricarse por los mismos usuarios, tienen un costo aproximado de \$150.00
- Calentadores solares de agua con un costo de \$11,124.00, que cubren la necesidad de agua caliente para baño en una vivienda de 5 personas
- Páneles solares con un costo de \$48,548.00, suficientes para cubrir la necesidad de energía eléctrica por 1000 W

Los sistemas solares que se utilicen en Ocotla deberán inclinarse a 19° con respecto al suelo, apuntar hacia el sur y tendrán que colocarse en la intemperie.

2. Factibilidad ambiental

Ocotla presenta problemas de contaminación atmosférica que no pueden ser mitigados con la utilización de energía solar, como la defecación al aire libre de animales callejeros y la erosión de los suelos; sin embargo los contaminantes emitidos al generar calor por medio de combustión de gas LP, leña y basura, que desprenden partículas y gases dañinos a la salud y al medio, podrían disminuirse o evitarse con esta forma energética.

El impacto ambiental generado por los sistemas de captación solar no es nulo, se utilizan materiales que pudieran generar residuos peligrosos (como el silicio), y se gasta energía y transporte en su fabricación; sin embargo el daño es menor que el ocasionado por otras fuentes, para este fin no se utilizan combustibles fósiles por lo que puede considerarse una energía limpia; por otro lado, la utilización de la energía solar para producir calor no despiden ninguna emisión, por lo que se considera que su utilización es ambientalmente recomendable.

3. Factibilidad económica

La propuesta de cocina solar tiene un costo de \$150.00, cantidad que se recupera en aproximadamente un mes y medio, por lo que se considera una inversión accesible para casi todos los habitantes de los asentamientos, asimismo su construcción puede abarataarse si se utilizan materiales reciclados. El calentador de agua cuesta \$11,124.00, la inversión inicial de éste se recupera en aproximadamente tres años y se dejaría de gastar en gas LP. Estos dos sistemas de captación de energía solar son económicamente recomendables, pues generan un ahorro a mediano plazo. De utilizarse ambas podría eliminarse por completo el uso de gas LP lo que generaría un ahorro.

Los paneles solares implican una inversión inicial de \$48,548.00; no resultan accesibles a todos los habitantes del asentamiento por tratarse de una cantidad elevada para hacerse en una sola exhibición; sin embargo su empleo reduciría el gasto de energía eléctrica y a largo plazo (10 años aproximadamente) generaría un beneficio económico. Esta alternativa es económicamente factible para los habitantes con mayor poder adquisitivo.

Actualmente el gobierno está interesado en reducir las emisiones contaminantes del país, en parte por ser cede y participante en la COP 16 (Cooperación de las partes) que es una cumbre internacional del cambio climático. Si éste invirtiera en colocar paneles solares en los asentamientos irregulares, que pudieran conectarse a la red de distribución eléctrica, esta propuesta sería factible económicamente para más habitantes. Sin embargo, aún no ha sido posible determinar el mecanismo a seguir para realizar esta propuesta.

Conclusiones generales

En general puede concluirse que:

- La utilización de energía solar en Ocotla sí es factible técnica, ambiental y económicamente.
- Ocotla tiene las características adecuadas para captar energía solar por sus amplios espacios y construcciones bajas.
- Se encuentra localizado en un lugar de alta insolación, los sistemas solares deberán orientarse al sur y a una inclinación de 19° para su mayor aprovechamiento.
- El uso de la energía solar generaría beneficios ambientales por sustituir la combustión de gas LP, leña y basura, evitando la contaminación por partículas.
- Al usar los sistemas descritos se obtiene un ahorro económico a largo plazo, pues no se utilizan combustibles y la inversión inicial es recuperada con el tiempo.
- De llevar a cabo las propuestas mencionadas en este documento, es necesario considerar el aspecto social; las costumbres y hábitos de las comunidades pueden impedir la introducción de este tipo de tecnologías por desconocimiento.

Recomendaciones:

- Para fines de este proyecto, se utilizaron datos promedio y se generalizó el diseño de los sistemas para todo el asentamiento; conviene hacer un estudio específico de la vivienda que vaya a adquirir uno de estos sistemas.
- En caso de realizarse otro estudio de este tipo se recomienda incluir en la encuesta preguntas sobre consumo energético; en este caso no se tenían dichos datos por lo que se utilizó un estimado de 1000 W como demanda energética.
- Es recomendable que al realizar próximos estudios como el PRIA, se hagan más visitas al asentamiento y se realice una observación más detallada, para conocer en qué medida las construcciones permiten o no la adaptación de estos sistemas.

Es necesario que se siga investigando y desarrollando la tecnología para el aprovechamiento de la energía solar, reducir sus costos, aumentar su eficiencia y generar más beneficios; sin embargo ya es una alternativa aprovechable que tendrá un impacto positivo sobre el ambiente, la salud y la economía.

Fuentes de información

Acomee, *Cable de cobre desnudo*, México, [consultado 30 de octubre de 2009], disponible en internet: <http://www.acomee.com.mx/producto.fwx?idprodu=194&categoria=0&usuario=&idcarrit=>

Agri-Nova, *Desalinización de aguas de riego con energía solar*, Infoagro systems, [consultado 18 de noviembre de 2009], disponible en internet: http://www.infoagro.com/riegos/energia_solar.htm

Almanza Salgado Rafael, MUÑOS Gutiérrez Felipe, *Ingeniería de la energía solar*, El Colegio Nacional, México, 1994.

ANES, *Energías Renovables*, Asociación Nacional de Energía Solar. México, [consultado 3 de octubre de 2009], disponible en internet: http://www.anes.org/anes/index.php?option=com_wrapper&Itemid=11

Armstrong Fanny, *The Age of Stupid*, Spanner Films, Inglaterra, 25 de Septiembre de 2009, Compañía distribuidora: Cinemex.

ATSDR, *Aire: Los tipos principales de contaminación atmosférica*, Agency for Toxic Substances and Disease Registry, [consultado 15 de septiembre de 2009], disponible en internet: http://www.atsdr.cdc.gov/es/general/aire/tipos_contaminacion.html

Bergues Ciro, Griñán Pedro, Fonseca Susana, Abdala Jorge, Hernández Geovannis, *Construcción y evaluación del secador solar de granos a escala industrial de 3 m² en condiciones de explotación*, Centro de Investigaciones de Energía Solar, Chile, [consultado 23 de noviembre de 2009], disponible en internet: <http://www.uo.edu.cu/ojs/index.php/tq/article/viewFile/684/527>

Biodisol, *El calentamiento Global*, México, [consultado 8 de septiembre de 2009], disponible en internet: <http://www.biodisol.com/medio-ambiente/el-calentamiento-global-que-es-el-calentamiento-global-efecto-invernadero-cambio-climatico-medio-ambiente-gases-contaminantes/>

Blog de energía solar fotovoltaica concentrada, [consultado 1 de noviembre de 2009], disponible en internet: <http://www.energiafotovoltaicaconcentrada.info/info/>

BOUBEL Richard, FOX Donald, TURNER Bruce and STERN Arthur, *Fundamentals of air pollution*, 3rd edition, USA, 1994

BP, *BP Statistical Review of World Energy June 2009*, Estados Unidos, 2009, disponible en internet: http://www.bp.com/liveassets/bp_internet/globalbp/globalbp_uk_english/reports_a

nd_publications/statistical_energy_review_2008/STAGING/local_assets/2009_downloads/statistical_review_of_world_energy_full_report_2009.pdf

CECU, *Energía solar fotovoltaica*, Proyecto RES & RUE Dissemination de la Confederación de Consumidores y Usuarios, España, [consultado 1 de noviembre de 2009], disponible en internet: <http://www.cecua.es/campanas/medio%20ambiente/res&rue/htm/dossier/2%20fotovoltaica.htm#9.%20Impacto%20ambiental%20de%20la%20energ%C3%ADa%20solar%20fotovoltaica>

CEPIS, *Hacia una historia de la contaminación del aire*, Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS), [consultado 13 de septiembre de 2009], disponible en internet: <http://www.cepis.org.pe/bvsci/e/fulltext/toxicol/leccion1.pdf>

CFE, *Estadísticas*, Comisión Federal de Electricidad, México, 2009a, disponible en internet: <http://www.cfe.gob.mx/es/LaEmpresa/queescfe/Estad%C3%ADsticas/>

CFE, *Conoce tarifa*, Comisión Federal de Electricidad, México, 2009b, disponible en internet: <http://www.cfe.gob.mx/aplicaciones/ccfe/tarifas/tarifas/Tarifas.asp?Temporada=Verano&tarifa=DACTAR1A&Anio=2009&Periodo=-1&mes2=&imprime=>

Ciencia al día, *Nace la primera empresa que fabrica cocinas solares*, blog de World Press, [consultado 18 de noviembre de 2009], disponible en internet: <http://cienciaaldia.wordpress.com/2009/03/16/nace-la-primer-empresa-espanola-que-fabrica-cocinas-solares/>

CONAE, *La energía solar fotovoltaica*, Proyecto RES & RUE Dissemination de la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía, México, [consultado 4 de octubre de 2009a], disponible en internet: <http://www.conae.gob.mx/work/sites/CONAE/resources/LocalContent/4506/2/fotovoltaica.pdf>

CONAE, *Sistemas térmicos solares*, Comisión Nacional para el Ahorro de Energía, México, [consultado 30 de octubre de 2009b], disponible en internet: <http://www.energia.inf.cu/iee-mep/WWW/www.conae.gob.mx/renovables/fototermica.html>

CONUEE, *Programa de venta: Calentadores Solares*, Comisión Nacional de Uso Eficiente de Energía, México, [consultado 20 de noviembre de 2009], disponible en internet: http://www.conae.gob.mx/wb/CONAE/CONA_1472_que_son_los_calenta

COPO, *Día Mundial del Hábitat*, Consejo de Población del Distrito Federal, México, 2004, disponible en internet: http://www.copo.df.gob.mx/calendario/calendario_2004/octubre/habitat.html

CORETT, *Comisión para la Regularización de la Tenencia de la Tierra*, México, [consultado 11 de septiembre de 2009], disponible en internet: <http://www.corett.gob.mx/>

Davis Mackenzie Leo, *Introduction to environmental engineering*, Mc Graw Hill Higher Education, Boston 1998

Ecologistas en acción, *Impacto medioambiental de la producción de ESFV*, España, [actualizado junio de 2007], disponible en internet: <http://www.ecologistasenaccion.org/spip.php?article10057&artsuite=1>

Electricidad básica, *Fundamentos básicos sobre electricidad: Tabla de calibre de los conductores*, [consultado 30 de octubre de 2009], disponible en internet: <http://www.electricidadbasica.net/calibrealambres.htm>

Energía-Solar, *Catálogo: panel solar*, México, [consultado 30 de octubre de 2009a], disponible en internet: <http://energia-solar.com.mx/tienda/index.php?cPath=22&sort=2a&page=1>

Energía-Solar, *Catálogo: calentadores solares*, México, [consultado 20 de noviembre de 2009b], disponible en internet: <http://energia-solar.com.mx/tienda/index.php?cPath=28>

EPSEA, *Capítulo 1: La radiación solar*, El Paso Solar Energy Association, Texas, [consultado 1 de noviembre de 2009], disponible en internet: <http://www.epsea.org/esp/pdf2/Capit01a.pdf>

Eroski, *Reducir el gasto de agua*, Fundación Eroski, España, 2002, disponible en internet: http://www.consumer.es/web/es/economia_domestica/servicios-y-hogar/2002/02/06/37709.php

FAO, *Sistemas de secado*, Food and Agriculture Organization of the United Nations, [consultado 18 de noviembre de 2009], disponible en internet: <http://www.fao.org/docrep/X5028S/X5028S08.htm>

Funcosa, *Calentadores solares: lista de precios*, Funcosa S.A. de C.V., México, [consultado 20 de noviembre de 2009], disponible en internet: <http://www.funcosa.com.mx/descargas/pdf/cat/calentadores.pdf>

Galarza Claudia , *Sistemas Térmicos solares*, CONAE, 24 de septiembre de 2008, disponible en internet: http://www.conae.gob.mx/wb/CONAE/CONA_630_termosolar

Gimeno Francisco, Seguí Salvador y Orts Salvador, *Convertidores electrónicos: Energía solar fotovoltaica, aplicaciones y diseño*, Universidad Politécnica de Valencia, España, 2002.

Gobierno de Aguascalientes, *Horno solar de caja: Manual de elaboración*, Serie Comunidad Sustentable, México, [consultado 23 de noviembre de 2009],

disponible en internet:
<http://www.municipiopabellonags.gob.mx/documentos/transparencia/TECNOLOGIAS%20EN%20TU%20VIVIENDA/HORNO%20SOLAR%20DE%20CAJA0001.pdf>

Guía virtual de la ciudad de México, *Perfil de la ciudad*, México, [consultado 30 de octubre de 2009], disponible en internet: <http://www.mexicocity.com.mx/perfil.html>

IIE, *Sistemas fotovoltaicos interconectados a la red eléctrica*, Instituto de Investigaciones Eléctricas, Gobierno del estado de Baja California, México, [consultado 31 de octubre de 2009], disponible en internet: <http://genc.iie.org.mx/genc/fotovoltaico/pdfs/Vecindario%20Fotovoltaico.pdf>

INEGI, *Localidades con mayor población a 50000 habitantes*, INEGI, México, [consultado 12 de octubre de 2010], disponible en internet: <http://mapserver.inegi.gob.mx/geografia/espanol/estados/censal/09.pdf?c=1207&e=09&CFID=1100597&CFTOKEN=87654296>

ITACAB, *Ficha tecnológica: Secador solar de granos*, Centro de Recursos para la Transferencia Tecnológica, Estados Unidos, [consultado 23 de noviembre de 2009], disponible en internet: http://www.itacab.org/adminpub/web/index.php?mod=ficha&ficha_id=166

Jancovici Jean-Marc, *Could we totally substitute oil by biofuels?*, Manicore, Francia, 2003, disponible en internet: http://www.manicore.com/anglais/documentation_a/carb_agri_a.html

Kaplan George, *Understanding solar concentrators*, VITA, Estados Unidos, [consultado 23 de noviembre de 2009], disponible en internet: http://www.cd3wd.com/cd3wd_40/vita/solrconc/ES/SOLRCONC.HTM

LGEEPA, *Ley general de equilibrio ecológico y protección al ambiente*, Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), DOF, México, 28 de enero de 1998, disponible en internet: http://www.conanp.gob.mx/pdf/leygra_equilibrio.pdf

Manrique José, *Energía Solar: Fundamentos y aplicaciones fototérmicas*, Harla, México 1984

Martínez Hernández Domilio, *Control digital para convertidor multinivel alimentado con energía solar, Capítulo 2: Funcionamiento de las celdas solares*, Universidad de las Américas Puebla, México, 11 de mayo de 2006, disponible en internet: http://caterina.udlap.mx/udla/tales/documentos/meie/martinez_h_d/capitulo2.pdf

Medina Elizalde Martín, *Aspectos confusos sobre el calentamiento global*, La Jornada Ciencias, México, [consultado 8 de septiembre de 2009], disponible en internet: <http://ciencias.jornada.com.mx/ciencias/investigacion/ciencias-de-la-tierra/investigacion/aspectos-confusos-sobre-calentamiento-global>

Mercado Libre , *Inversor de corriente 200Watt Rally*, México, [consultado 30 de octubre de 2009a], disponible en internet: <http://articulo.mercadolibre.com.mx/MLM-33980567-inversor-de-corriente-200watt-rally- JM>

Mercado Libre, *Calentador solar de agua por gravedad*, México, [consultado 20 de noviembre de 2009b], disponible en internet: <http://articulo.mercadolibre.com.mx/MLM-34268261-calentador-solar-de-agua-por-gravedad-200-litros- JM>

Mollá Ruiz Gómez Manuel, *El crecimiento de los asentamientos irregulares en áreas protegidas. La delegación Tlalpan*, Instituto de Geografía, UNAM. México 2006, disponible en internet: <http://www.igeograf.unam.mx/instituto/publicaciones/boletin/bol60/b60art5.pdf>

NMSU, *Insolación global en México Tabla A-1*, International Renewable Energy at the New Mexico State University, Estados Unidos de América, [consultado 31 de octubre de 2009], disponible en internet: http://solar.nmsu.edu/wp_guide/Apen_A.htm

NRDC, *Contaminación de partícula*, Natural Resources Defense Council, USA, [consultado 2 de octubre de 2009], disponible en internet: <http://www.nrdc.org/greengate/espanol/air/particlev.asp>

Pedroza Serrano José Luis, *Infraestructura para la medición de la calidad del aire en la Ciudad de México*, CEPIS, México, [consultado 16 de octubre de 2010], disponible en internet: <http://www.cepis.org.pe/bvsaidis/caliaire/mexicon/R-0037.pdf>

PEMA, *Programa Estratégico de Manejo Ambiental*, Reporte del proyecto elaborado para la Delegación Tlalpan del Gobierno del Distrito Federal por la Coordinación de Estudios de Prograco de la Facultad de Ingeniería de la UNAM, México, 2007.....

Planeta Azul, *Con 150 pesos se puede armar un eficiente horno solar casero*, Planeta Azul: Periodismo ambiental, México, 2009, disponible en internet: <http://www.planetaazul.com.mx/www/2009/07/06/con-150-pesos-se-puede-armar-un-eficiente-horno-solar-casero/>

PMIC, *Programa de Manejo Integral de Contaminantes*, Reporte del proyecto elaborado para la Delegación de Tlalpan del Gobierno del Distrito Federal por la Coordinación de Estudios de Posgrado de la Facultad de Ingeniería de la UNAM, México 2002.

Pontificia Universidad Católica de Chile, *Contaminación Atmosférica*, Chile, [consultado 1 de septiembre de 2009], disponible en internet: http://www.uc.cl/sw_educ/contam/fratmosf.htm

PRIA, *Programa de Reducción de Impacto Ambiental*, Coordinación de Estudios de Posgrado de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México, 2009.

Proenergy, *Catálogo: celdas fotovoltaicas*, México, [consultado 30 de octubre de 2009], disponible en internet: <http://www.proenergy.com.mx/productos.php>

PVEM, *Contaminación atmosférica*, Partido Verde Ecologista de México, México, [consultado 27 de septiembre de 2009], disponible en internet: http://www.pvem.org.mx/web/index.php?option=com_content&task=view&id=239

Ramos Berumen Carlos, *Prospectiva de las Tecnologías Termosolares a Concentración para la Generación de Potencia Eléctrica*, SENER: Secretaría de Energía, México, marzo de 2005, disponible en internet: http://www.sener.gob.mx/webSener/res/168/A4_Termsol.pdf

Rau Hans, *Energía Solar: Aplicaciones prácticas*, Boixareu Editores, España, 1984.

RENA, *Radiación Solar en el Planeta Tierra*, Red Escolar Nacional del Gobierno Bolivariano de Venezuela, 2008, disponible en internet: <http://www.rena.edu.ve/cuartaEtapa/cienciasTierra/Tema6.html>

Rosas Aispuro Torres José, *Con punto de acuerdo, relativo a los subsidios al gas natural*, PRI, México, 2007, disponible en internet: http://sil.gobernacion.gob.mx/Archivos/Documentos/2007/03/asun_2320361_2007_0313_1173914993.pdf

Sánchez Barrientos Edgar, *La expansión urbana en suelo de conservación: Asentamientos humanos irregulares*, [consultado 1 de septiembre de 2009], disponible en internet: http://www.metropoli.org.mx/htm/areas/0/sanchez_barrientos.pdf

Schlumberger, *Historia del cambio de Temperatura*, [consultado 8 de septiembre de 2009], disponible en internet: http://199.6.131.12/es/scictr/watch/climate_change/change.htm

SENER, *Acerca del gas L.P.*, Secretaría de Energía, México, [consultado 27 de septiembre de 2009], disponible en internet: <http://www.sener.gob.mx/webSener/portal/index.jsp?id=446>

SMA, *Informe de la calidad del aire en la Zona Metropolitana del Valle de México. (1900-2007)*, Secretaría del Medio Ambiente, México, [consultado 1 de septiembre de 2009], disponible en internet: http://www.sma.df.gob.mx/sma/links/download/archivos/informe_anual_calidad_aire_2007.pdf

Solarex, *Agua caliente en su hogar*, Casa Solarex, México, [consultado 23 de noviembre de 2009], disponible en internet:

http://www.casasolarex.com.mx/index.php?option=com_salamandracotizador&view=sugerencia&id=529&Itemid=84

The Green Gate, *Contaminación de partículas*, [consultado 2 de octubre de 2009], disponible en internet: <http://www.nrdc.org/greengate/espanol/air/particlev.asp>

Todo Arquitectura, *Cuaderno 5: Asentamientos urbanos irregulares*, Revista digital, [consultado 11 de septiembre de 2009], disponible en internet: http://www.todoarquitectura.com/revista/38/sp03_Cuaderno5.asp

Tutorvista, *Solar Cooker*, [consultado 18 de noviembre de 2009], disponible en internet: <http://www.tutorvista.com/content/science/science-ii/sources-energy/solar-cooker.php>

Valero Antonio, Uche Javier, Serra Luis, *La destilación como alternativa al PHN*, España, [consultado 20 de noviembre de 2009], disponible en internet: <http://circe.cps.unizar.es/spanish/isgwes/spain/desala.pdf>


Vivastreet, *Panel solar, energía solar, panel fotovoltaico*, Vivastreet Clasificados, México, [consultado 30 de octubre de 2009a], disponible en internet: <http://anuncios-venta.vivastreet.com.mx/avisos-venta+los-monchis/panel-solar--energia-solar--panel-fotovoltaico/18574168>

Vivastreet, *Vendo paneles solares, inversores, controladores y más*, Maquinaria agrícola en vivastreet, México, [consultado 3 de noviembre de 2009b], disponible en internet: <http://maquinas-agricolas.vivastreet.com.mx/equipo-agricola+miguel-hidalgo/vendo-paneles-solares-inversores-controladores/17995034>

Vivastreet, *Calentador solar para agua, Accesorios de casa* en Vivastreet, México, [consultado 20 de noviembre de 2009c], disponible en internet: <http://accesorios-casa.vivastreet.com.mx/accesorios-jardin+azcapotzalco/calentador-solar-para-agua/638066>

ANEXO

Encuesta aplicada a los habitantes de Ocotla.

 Universidad Nacional Autónoma de México PRIA Ocotla Alta-Tlalpan	
No. Identificación el lote: _____	
Datos personales	
Nombre del ecuestado: _____	Nombre del encuestador: _____
Preguntas	
1. ¿Hace cuanto tiempo vive aquí?	
2. ¿Cuántas personas habitan en la casa?	
3. ¿Cuánto tiempo pasa en la casa?	
4. ¿De donde obtiene el agua?	
Pipas particulares	
Pipas delegación	
Captación lluvia	
Otro	
¿Cuánto cuesta?	
5. ¿Qué apariencia tiene el agua que usted recibe?	
Sucia	
Limpia	
Con olor	
Cloro	
Otro	
6. ¿Utiliza el agua que le abastecen para beber?	
La hierve	
Directamente	
Otro	
7. ¿Cuánta agua consume?	
8. ¿Con qué calienta el agua para bañarse?	
Gas estacionario	
Tanques de gas ¿cómo lo adquiere?	
Carbón	
Leña	
Electricidad	
Quema basura	
Otros	
9. ¿Qué tipo de baño utiliza?	
WC dentro de la casa	
Comparto con los vecinos	
Fosa séptica	
Hoyo negro / letrina	
Baño secos	
10. ¿De qué manera almacena el agua y con qué frecuencia limpia los depósitos ?	
Cisterna	
Tinacos	
Otro	
11. ¿Reusa de alguna manera el agua? ¿Cuál?	
WC	
Plantas	
Pisos	
Otros	
12. ¿Hacia donde va el agua que utiliza?	
Red de drenaje	
Fosa séptica / hoyo negro / letrina	
Otros	
13. ¿En qué cocina sus alimentos?	
Estufa eléctrica	
Horno de microondas	
Estufa de gas (estacionario o cilindros)	
Estufa de leña / anafre	
Otros	
14. ¿Utiliza calefacción en época de frío?	
Calentador eléctrico	
Calentador de gas	
Calentador de leña o carbón	
Otro	
15. ¿Cuánta basura produce? ¿Cuanto de desperdicio?	
16. ¿Qué tipo de recipiente utiliza para almacenar su basura dentro de su casa?	
Bote con tapa	
Bote sin tapa	
Caja de madera	
Caja de cartón	
Bolsa de plástico	
Otro	

17. ¿Qué tipo de animales domésticos tiene? (indicar el número en cada tipo de animal)		23. ¿Separa su basura? ¿Aprovecha los desperdicios? ¿Qué hace con los plásticos, vidrios, etc.?	
Perros			
Caballos			
Vacas			
Gallinas o guajolotes			
Otros			
18. ¿Qué enfermedades ha padecido y con qué frecuencia?		24. ¿Cómo se deshace de su basura?	
Enfermedades en la piel		Pasa el camión de basura	
Enfermedades en el estómago?		¿Cada cuantos días?	
Enfermedades respiratorias		Lleva la basura a un contenedor fijo ó algún	
Otras		La tiro en la calle / Algún vecino lo hace	
19. ¿ Tiene automóvil?		La quemo ¿Algún vecino lo hace?	
		La entierro ¿Algún vecino lo hace?	
20. ¿Qué hace con los medicamentos, pilas, solventes, aceites, productos de limpieza que se vencieron o no utiliza?		Pago para que la recojan ¿Cuánto?	
Los tiro a la basura		Otro	
Los quemo		25. ¿Dónde adquiere su despensa?	
Los entierro		Supermercado	
Otro		Tianguis / mercado	
21. ¿Ha sabido de inundaciones cerca de su casa, ¿cuál ha sido el motivo? Y ¿cada cuánto?		Otro	
Lluvias		26. ¿Qué se quema en la zona, cada cuántos días?	
Drenaje		Llantas	
Tuberías rotas		Basura	
Otro		Terrenos baldíos o	
22. ¿Ha sabido de accidentes ?		Animales muertos	
Por descargas eléctrica		Otro	
Por fuegos		¿Aceptaría asesoría para diseñar sus sistemas de abastecimiento de agua potable?	
Por derumbes		¿Sabe lo que es un baño seco?	
COMENTARIOS		¿Estaría dispuesto a separar la basura?	
¿Estaría dispuesto a pagar por el servicio de limpia?		¿Ha persido mal olor en el aire ó tolaeras?	