



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

División de Ingeniería Eléctrica

**CARACTERIZACIÓN DEL CONSUMO DE ENERGÍA EN VIVIENDAS PARA
PROPONER Y EVALUAR TECNOLOGÍAS AHORRADORAS**

TESIS

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERO ELÉCTRICO ELECTRÓNICO**

PRESENTAN:

**HERNÁNDEZ AMARO JANET
LÓPEZ JUÁREZ ERICK
MIRANDA RAMÍREZ DIEGO ALFREDO
ROSAS LEÓN FÉLIX ARMANDO
SÁNCHEZ RODRÍGUEZ ROI ALEJANDRO**

PROFESOR ASESOR:

DR. GABRIEL LEÓN DE LOS SANTOS



México D.F. 2014

AGRADECIMIENTOS

ERICK

A mis padres, Araceli y Arturo, que me han apoyado incondicionalmente y han hecho todo lo posible por darme las herramientas necesarias para enfrentar la vida, son una inspiración y mi ejemplo a seguir.

A mi hermano Mauricio, pues gran parte de quien soy y lo que he logrado se lo debo a él, sé que siempre podré contar contigo.

A Karen, por acompañarme en este viaje, porque eres mi motivo para seguir adelante día tras día, te amo.

Al Dr. Gabriel León de los Santos por su valiosa colaboración en este trabajo.

A mis compañeros de tesis, su dedicación ha hecho posible este nuevo logro.

A la UNAM, la máxima casa de estudios; mi alma máter.

AGRADECIMIENTOS

Félix Armando

**DIOS, CONCÉDEME SERENIDAD PARA ACEPTAR LAS COSAS QUE NO PUEDO CAMBIAR...
VALOR PARA CAMBIAR LAS QUE SI PUEDO... Y SABIDURÍA PARA RECONOCER LA DIFERENCIA.**

¡GRACIAS A DIOS!

A MIS PADRES Félix y Anselma por todo el amor, paciencia y comprensión. Son lo mejor de mi vida...

A MI HERMANA Rocío por su preocupación y sabios consejos...

A MI HERMANA Ana Elith, motivación e inspiración en mi vida...

A MIS FAMILIARES Rodolfo, Erick y Yael. Guillermo y Ana María, por todo el cariño...

A LUIS IBARGÜENGOITIA Por todo el apoyo brindado para poder llevar a cabo este trabajo...

A LOS BUENOS VETERANOS Los que ya no están, los que están y los que vendrán. Tripulantes de la misma embarcación en busca de las más finas perlas...

AL DIRECTOR DE TESIS Dr. Gabriel León de los Santos por su valiosa colaboración para poder cumplir con este objetivo...

A MIS COMPAÑEROS DE TESIS Por su valioso esfuerzo y dedicación...

A TODAS LAS PERSONAS Que indirectamente participaron en este trabajo con sus palabras de aliento y motivación para enderezar el barco y seguir adelante en mis proyectos. Pilar... ¡Gracias!...Tere ¡Gracias!...

A LA UNAM Nuestra gran Universidad...

A LA FACULTAD DE INGENIERÍA ¡Mil gracias!...

AGRADECIMIENTOS

JANET

Después de mucho tiempo al fin se cumple una etapa de mi vida, a veces no es de la manera que esperábamos, pero en esta vida nada lo es... Solo de una manera diferente.

Nacida de padres trabajadores, fuertes, nobles, ingenuos y amorosos... Quizás sin mucha idea de lo que sería su vida ni de cómo era el mundo de afuera en realidad, y mucho menos de lo que sería la mía, lo único que sabían era que yo debía ser feliz...

Me educaron con valores, sin ambiciones destructivas, solo con amor y comprensión, siempre dándome lo mejor que podían, enseñándome a ser autosuficiente, libre, ingeniosa y fuerte....

Gracias a ellos especialmente, porque hicieron un gran trabajo conmigo y no desperdiciaron ni un solo segundo, ni una sola plegaria que me dedicaron, porque siempre tuvieron fe y confianza, siempre supieron lo que era y de lo que soy capaz... Gracias a mis padres, a estos señores que son ejemplo de fuerza, nobleza, voluntad y valor. A ti Silvia Amaro y Franco Hernández los amo.

Gracias a mis hermanos y familia en general por su compañía y apoyo, por sus palabras, por sus enojos y admiración, por los años juntos, su paciencia y enseñanzas.

Gracias a mis amigos, esa familia de vida y no de sangre, esos a los que escogemos y son ángeles en nuestro camino, por su compañía y sus palabras que dan fuerza, porque animan a seguir adelante, por despertarte para estudiar o hacer, y por obligarme a divertirme aun cuando tenga mucho por hacer... A esa persona que me motivó para que me titulara, por los motivos que fueran, a la que llego en un momento crítico de mi vida y sin darse cuenta me inspiro y acompaño en un mal momento.

Gracias a mis compañeros de tesis, por su esfuerzo y dedicación.

Gracias a mi Director de tesis.

Gracias a Dios por las enseñanzas en cada día de vida que me ha dado.

Gracias a cada uno de los profesores que han contribuido con sus conocimientos a mi vida.

Gracias a cada persona que ha sido parte y ha influido en mi vida directa o indirectamente.

Y por último, gracias a mí.

AGRADECIMIENTOS

Roi Alejandro Sánchez Rodríguez.

A mi madre, por haberme enseñado a luchar siempre, sin importar lo difícil que sea la vida.

A mis hermanas Edith y Diana, por su ayuda diaria en mi vida.

A Samanta, Alan y Tabata, por ser un gran motivo para salir adelante.

A Guadalupe y Marcelo, por ser una segunda madre y un segundo padre para mí.

A mi hermano Akbal, por su ayuda y consejos a lo largo de este trayecto.

A Imelda, por seguirme apoyado en cada momento y haber crecido conmigo en todo este tiempo.

A mi padre por seguirme cuidando desde arriba.

A todos aquellos amigos que me alentaron a continuar y terminar el trabajo de tantos años.

Al Dr. Gabriel, por haber dirigido esta tesis.

A los sinodales, por haber dedicado su valioso tiempo a la revisión y evaluación de este trabajo.

A mis compañeros ya que sin ellos no se hubiera podido lograr la elaboración de esta tesis.

Gracias a cada uno.

ÍNDICE

RESUMEN	8
OBJETIVO GENERAL	9
JUSTIFICACIÓN	9
METAS A REALIZAR	10
CAPÍTULO I	11
ENERGÍAS RENOVABLES Y TIPOS DE SISTEMAS DE AHORRO ENERGÉTICO EN LAS VIVIENDAS	11
INTRODUCCIÓN	11
1.1 DESARROLLO SUSTENTABLE Y SISTEMAS BIOCLIMÁTICOS.....	11
1.1.1 SUSTENTABILIDAD.....	11
1.1.2 SISTEMAS BIOCLIMÁTICOS.....	13
1.1.3 TIPOS DE VIVIENDAS.....	16
1.1.3.1 Sustentabilidad en viviendas.....	18
1.2 FORMAS DE ENERGÍAS RENOVABLES	19
1.2.1 ENERGÍA SOLAR.....	19
1.2.2 ENERGÍA A PARTIR DE BIOMASA	19
1.2.3 ENERGÍA EÓLICA.....	20
1.2.4 ENERGÍA HIDRÁULICA.....	21
1.3 CALENTADOR SOLAR.....	21
1.3.1 TÉRMINOS Y CONCEPTOS UTILIZADOS EN CALENTADORES SOLARES.....	21
1.3.2 RADIACIÓN TÉRMICA.....	22
1.3.3 RADIACIÓN SOLAR SOBRE UNA SUPERFICIE PLANA.....	23
1.3.4 EFECTO INVERNADERO	23
1.3.5 APROVECHAMIENTO DE LA ENERGÍA SOLAR.....	24
1.3.6 COLECTORES SOLARES	25
1.3.6.1 Colector solar plano	25
1.3.6.2 Concentrador parabólico compuesto (CPC).....	26
1.3.6.3 Colectores de tubo de vacío.....	27
1.3.6.4 Colectores solares de plástico	28
1.3.7 PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO DE LOS CALENTADORES SOLARES.....	29
1.3.7.1 Calentador solar autocontenido.....	30
1.3.7.2 Calentador solar por convección natural	30
1.3.7.3 Calentador solar de convección forzada	32
1.4 FOCOS AHORRADORES.....	33
1.4.1 TÉRMINOS Y CONCEPTOS EN ILUMINACIÓN	34
1.4.2 LÁMPARAS FLUORESCENTES.....	36
1.4.3 LÁMPARAS LED	38
1.4.4 TEMPERATURA DE COLOR DE FOCOS AHORRADORES	39
1.4.5 PRINCIPALES DIFERENCIAS ENTRE LÁMPARAS FLUORESCENTES COMPACTAS Y LÁMPARAS LED	42
CONCLUSIONES.....	47
CAPÍTULO II	48
CARACTERIZACIÓN DE LA LÍNEA BASE DEL CONSUMO DE ENERGÉTICOS DE LAS VIVIENDAS.....	48
INTRODUCCIÓN	48
2.1 TIPOS DE VIVIENDAS DEL PROYECTO.....	49

2.2 OBTENCIÓN DE LOS CONSUMOS ENERGÉTICOS CONVENCIONALES.....	52
2.3 CUANTIFICACIÓN DE LOS INDICADORES ENERGÉTICOS	54
2.3.1 MÉTODO DE OBTENCIÓN DE LOS INDICADORES	54
2.4 VALORES MENSUALES DE CONSUMO ELÉCTRICO Y DE COMBUSTIBLES	64
2.4.1 TIPOS DE TARIFA	66
2.4.2 CONSUMO DE GAS L.P. MENSUAL.....	71
2.4.3 PRECIO DEL GAS L.P. EN PACHUCA DE SOTO, HIDALGO.....	73
CONCLUSIONES.....	76
CAPÍTULO III	77
IMPLEMENTACIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS AHORRADORAS.....	77
INTRODUCCIÓN	77
3.1 ILUMINACIÓN EFICIENTE INTERNA Y EXTERNA	78
3.2 LUMINARIAS Y LÁMPARAS AHORRADORAS.....	80
3.3 HERRAMIENTAS DE SIMULACIÓN PARA LA ILUMINACIÓN	85
3.3.1 SIMULACIÓN CON DIALUX.....	86
3.3.2 LÁMPARAS Y LUMINARIAS UTILIZADAS	87
3.3.3 REPRESENTACIÓN 3D DE LA CASA TIPO B1	88
3.3.4 REPRESENTACIÓN DE COLORES FALSOS	92
3.3.5 ILUMINANCIA EN EL PLANO EVALUADO	99
3.4 USO EFICIENTE DE ENERGÍA SOLAR EN CALENTADORES.....	101
3.4.1 TECNOLOGÍAS DE CALENTADORES SOLARES.....	103
3.5 SISTEMAS DE CALENTAMIENTO DE AGUA PARA DUCHA	104
CONCLUSIONES.....	106
CAPÍTULO IV	108
EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL PROYECTO DE REDUCCIÓN DE LOS CONSUMOS ENERGÉTICOS DE LAS VIVIENDAS	108
INTRODUCCIÓN	108
4.1 MÉTODOS DE EVALUACIÓN DE PROYECTOS.....	109
4.2 CÁLCULO DE LOS AHORROS ENERGÉTICOS Y ECONÓMICOS GENERADOS POR LOS DISPOSITIVOS IMPLEMENTADOS	114
4.3 COSTO Y EVALUACIÓN DEL PROYECTO	117
4.4 DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS ECONÓMICOS INDIVIDUALES.....	121
4.5 ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD ECONÓMICA.....	124
4.6 BENEFICIOS AMBIENTALES.....	132
4.7 PROGRAMAS O INCENTIVOS POR EL AHORRO DE ENERGÍA.....	136
CONCLUSIONES.....	137
CONCLUSIONES FINALES.....	138
ANEXOS	140
ÍNDICE DE TABLAS	199
ÍNDICE DE FIGURAS	201
BIBLIOGRAFÍA Y PAGINAS ELECTRONICAS	202

RESUMEN

En viviendas de clase media donde los costos por el uso de gas L.P. y electricidad pueden representar un porcentaje considerable de los ingresos mensuales, es relevante evaluar qué tipos de medidas de ahorro se pueden implementar, para posteriormente evaluar si son rentables o hasta que niveles de usos de los recursos, las tecnologías ahorradoras se vuelven atractivas. Por esta razón este trabajo toma como base los datos recabados por el estudio CONAVI-CONACYT “Medición de consumos energéticos en tiempo real en vivienda de interés social y media implementando tecnologías ahorradoras para establecer parámetros reales de consumo”, esto con el objetivo de evaluar las medidas de ahorro mediante una muestra representativa de viviendas de clase media, las cuales están ubicadas en un desarrollo habitacional de la ciudad de Pachuca Hidalgo, a las que se pueden acceder para saber y evaluar sus consumos energéticos actuales, para que después se pueda determinar cuánto disminuyen con las medidas ahorradoras.

Se realizó el estudio únicamente a un segmento de 16 casas de 85, de los cuáles el proyecto que resultó más viable para implementar es el correspondiente al ahorro de energía eléctrica debido a la iluminación. La reducción total de emisiones de CO₂ de estas 16 casas es de 8.5473 toneladas métricas, lo que según la página de la Agencia de Protección Ambiental de los EE.UU¹., equivale en promedio a las emisiones de gases de efecto invernadero anuales de 19.9 barriles de petróleo consumidos, 356 cilindros de propano o 3640.71 litros de gasolina utilizados. Por lo que si se aplica a todo el conjunto habitacional la reducción en el impacto al medio ambiente por gases de efecto invernadero resultaría mucho mayor.

¹ U.S. Environmental Protection Agency. [Consulta: 16 de Marzo 2014] Disponible en: <<http://www.epa.gov/cleanenergy/energy-resources/calculator.html#results>>

OBJETIVO GENERAL

Hacer un estudio de los consumos energéticos de gas licuado de petróleo (gas L.P.) para calentamiento del agua, y de electricidad para iluminación, en una unidad habitacional de clase media de la ciudad de Pachuca, Hidalgo. Para posteriormente evaluar los ahorros de combustible y electricidad por sustitución de equipos convencionales por calentadores solares y lámparas eficientes y finalmente evaluar la factibilidad económica de la implementación de las nuevas tecnologías.

JUSTIFICACIÓN

Los impactos ambientales y el aumento en los costos de combustibles y electricidad obligan al uso de fuentes renovables y el uso eficiente de energía. Evaluar la factibilidad técnica y económica de tecnologías para calentamiento de agua e iluminación en una unidad habitacional de la Ciudad de Pachuca, Hidalgo, permitirá promover medidas para su implementación.

METAS A REALIZAR

Parte 1

- Obtención de los consumos energéticos de gas L.P. y electricidad, derivados del cuestionario aplicado y/o de las mediciones a realizar
- Identificación del consumo mensual por cargas, así como su correspondencia a la tarifa eléctrica aplicable y de combustible
- Identificación de usos finales de energía
- Identificar y cuantificar los indicadores energéticos con y sin proyecto
- Establecer línea base del consumo energético de las viviendas

Parte 2

- Calcular los ahorros energéticos y económicos generados por la implementación de:
 - Calentador solar
 - Focos Ahorradores
- Determinar los costos del proyecto
- Evaluar y determinar los parámetros de la evaluación económica de los proyectos individuales
- Realizar el análisis de sensibilidad económica de algunos proyectos de interés
- Cuantificar las emisiones equivalentes de carbono del proyecto en su conjunto

CAPÍTULO I

ENERGÍAS RENOVABLES Y TIPOS DE SISTEMAS DE AHORRO ENERGÉTICO EN LAS VIVIENDAS

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, las energías renovables y las tecnologías de ahorro de energía son una alternativa para la reducción de los problemas ambientales que producen los combustibles fósiles. Se pretende que las energías renovables hagan una aportación apreciable a la solución de los problemas derivados del uso de energéticos convencionales.

En este capítulo se abordarán los conceptos básicos de algunas tecnologías que son empleadas para reducir y optimizar el uso de energía. Teniendo como punto de partida el concepto de desarrollo sustentable, se conocerán los sistemas bioclimáticos y las formas de energías renovables. Se mostrará también el principio de funcionamiento de los calentadores solares y lámparas ahorradoras, así como sus tipos y características.

1.1 DESARROLLO SUSTENTABLE Y SISTEMAS BIOCLIMÁTICOS

1.1.1 SUSTENTABILIDAD

En 1984 la Asamblea general de las Naciones Unidas hace un llamado para crear la Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo con el fin de generar una agenda global para el análisis de asuntos relacionados con el desarrollo y su influencia en el medio ambiente. La Comisión concluyó que muchos ejemplos de “desarrollo” conllevan aumento en la pobreza, vulnerabilidad de la población y deterioro del medio ambiente. Pero es hasta 1987 cuando la comisión da a conocer un informe llamado “Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future” (Informe

de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y Desarrollo: Nuestro futuro común) en donde se plantea la posibilidad de obtener un desarrollo general basado en políticas que permitan asegurar los recursos para las generaciones actuales y las futuras.

Es en ese informe donde se hace presente, por primera vez, el término “Desarrollo sustentable” (o sostenible), el cual se define como *aquel que satisface las necesidades del presente sin comprometer las posibilidades de las futuras generaciones para atender sus propias necesidades*². Este informe marca una pauta en asuntos ambientales, pero no deja de lado otros aspectos como el económico y social del desarrollo. En síntesis, con un desarrollo sustentable se pretende mantener un equilibrio entre los aspectos económicos, ambientales y sociales para satisfacer las necesidades y mejorar la calidad de vida.

En México, la Secretaría de Energía (SENER), en su Plan Nacional de Desarrollo, propone que la base de un crecimiento de calidad radica en la creación de condiciones para un desarrollo sustentable, es decir, restaurar la manera de gestionar el medio ambiente y los recursos naturales de forma que se promueva su protección. Por esta misma razón y debido a la importancia que la energía y el medio ambiente tienen para la humanidad, asegurar la sustentabilidad ambiental y el acceso a los servicios de energía es esencial para un desarrollo constante. Así, la sustentabilidad energética busca incrementar la eficiencia de la energía consumida y aprovechar otras fuentes energéticas que provengan de fenómenos naturales, materiales susceptibles a ser transformados y que se regeneren naturalmente, encontrándose disponibles continuamente.

Es por eso que en nuestro país, se hacen esfuerzos por implementar regímenes normativos y jurídicos que propicien el uso responsable y efectivo del capital natural. Sectores como el manufacturero han optado por medidas sustentables en la elaboración de sus respectivos productos. Sin embargo, no sólo las grandes industrias o dependencias gubernamentales tienen la obligación de aplicar la sustentabilidad

² UN Documents: Gathering a Body of Global Agreements, Our Common Future. [Consulta 11 de septiembre 2013] Disponible en: <<http://www.un-documents.net/ocf-02.htm>>

como principio fundamental. Existen diversos proyectos particulares que promueven dicho concepto, un buen ejemplo son las viviendas sustentables.

En una vivienda sustentable se busca aprovechar los recursos naturales y las condiciones ambientales para minimizar el impacto negativo que el consumo energético y los desperdicios de una vivienda tienen sobre el ecosistema donde ésta se sitúa además de minimizar costos a los habitantes, lo que impacta de manera positiva en la economía y al mismo tiempo desemboca en un bienestar social.

1.1.2 SISTEMAS BIOCLIMÁTICOS

Un sistema bioclimático aprovecha la interacción del clima con los elementos de dicho sistema para el aprovechamiento de energía y en algunas ocasiones para su total funcionamiento. En arquitectura, la bioclimática buscaba principalmente economizar energía mediante la interacción de la edificación con el medio ambiente, sin embargo, actualmente, engloba otros factores como la estética y la funcionalidad del inmueble. El diseño bioclimático abarca el control de la ventilación, control de la iluminación natural y el dominio de la transmisión de calor.

En una edificación, se puede hacer uso de la captación solar directa y aprovechar esta energía con el fin de climatizar una vivienda, para esto, se debe determinar la mejor ubicación de la casa respecto al sol. Existen dos formas para dicho aprovechamiento, captación directa o indirecta. Figura 1.1.1.

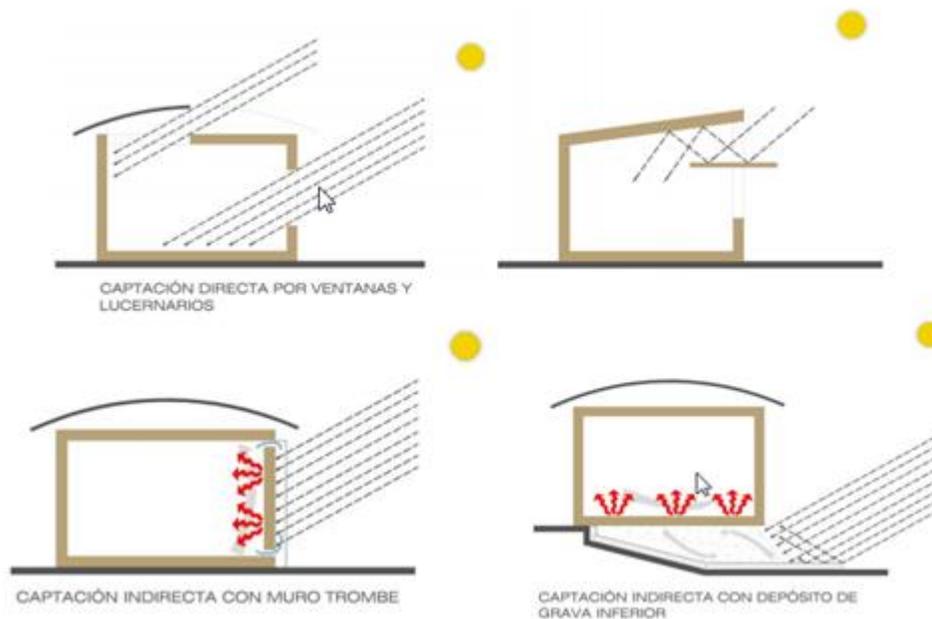


Figura 1.1.1 Captación directa e indirecta.³

La energía térmica proveniente del sol, también se puede aprovechar mediante el uso de una masa térmica, que será cualquier material de gran inercia térmica, es decir, un material que pueda conservar calor y tenga la propiedad de cederlo o absorberlo a un ritmo requerido. Dicho material puede ser un muro de ladrillo, un cerramiento de vidrio, una cubierta, etc., que además de cumplir con sus funciones habituales (estructurales, constructivas, estéticas) capten la radiación solar y la trasmitan al interior del edificio. Figura 1.1.2.

³ Universidad Internacional de Andalucía, Open CourseWare. [Consulta: 11 de septiembre 2013] Disponible en: <http://ocw.unia.es/ciencias-artes-y-letras/sostenibilidad-y-arquitectura-bioclimatica/materiales-para-descarga/UD_03_pdf.pdf>

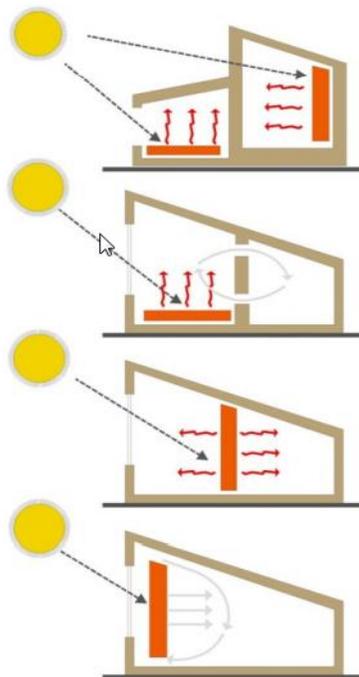


Figura 1.1.2 Lugares de colocación de la masa térmica en el edificio.⁴

Otro aspecto importante dentro del diseño bioclimático, es la iluminación natural. Un correcto diseño de la iluminación provee ventajas significativas, por ejemplo, menor consumo de energía eléctrica y el acondicionamiento del aire dentro de una habitación. Para conseguir una adecuada utilización de la luz natural se debe considerar la morfología de la estructura, la orientación del edificio respecto al movimiento del sol e inclusive los edificios circundantes al objeto de estudio. Figura 1.1.3.

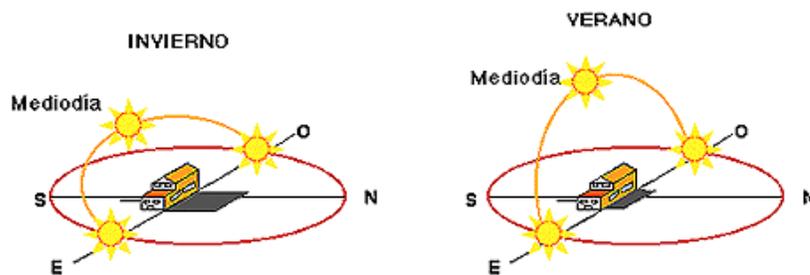


Figura 1.1.3 Orientación del edificio respecto al movimiento del sol.⁵

⁴ Universidad Internacional de Andalucía, Open CourseWare. [Consulta: 11 de septiembre 2013] Disponible en: <http://ocw.unia.es/ciencias-artes-y-letras/sostenibilidad-y-arquitectura-bioclimatica/materiales-para-descarga/UD_03_pdf.pdf>

⁵ Universidad Internacional de Andalucía, Open CourseWare. [Consulta: 11 de septiembre 2013] Disponible en: <http://ocw.unia.es/ciencias-artes-y-letras/sostenibilidad-y-arquitectura-bioclimatica/materiales-para-descarga/UD_03_pdf.pdf>

La ventilación es otro factor importante en el diseño de una vivienda, sobretodo en regiones de clima cálido, pues un adecuado uso del flujo de aire disminuirá la temperatura en el interior del inmueble, esto se consigue promoviendo el tráfico de aire a través del edificio ya que el intercambio de calor entre la vivienda y el aire dependerá de la velocidad con el que este último fluya en el interior. A mayor velocidad del aire, el intercambio de calor será mayor. El movimiento del aire facilita la conducción de calor por el fenómeno de convección. Finalmente, la capacidad de enfriamiento por ventilación natural de un edificio dependerá de la forma y tamaño de las aberturas destinadas para el flujo de aire.

Dentro de un diseño bioclimático podemos encontrar sistemas pasivos y activos de acondicionamiento. Los sistemas activos son aquellos que utilizan una fuente externa de energía auxiliar para funcionar, estos sistemas pueden hacer uso de energía convencional o energías renovables. Algunos ejemplos de sistemas activos son la generación eólica, fotovoltaica, calentadores solares de agua, etc. Por su parte los sistemas pasivos emplean directamente energías naturales y fenómenos físicos para funcionar, por lo que deben adecuarse a cada condición y particularidad del sitio donde deseen implementarse, como ejemplos de sistemas pasivos tenemos: aberturas vidriadas, invernaderos, inercia térmica, entre otros.

1.1.3 TIPOS DE VIVIENDAS

Se entiende por vivienda a la estructura material destinada a albergar a una familia o grupo social, con el fin de realizar la función de habitar, constituida por una o varias piezas habitables y un espacio para cocinar, y generalmente, sobre todo en el medio urbano, un espacio para baño y limpieza personal⁶.

Las viviendas se diferencian principalmente por el costo final en el mercado, por la forma de producción, por sus dimensiones, entre otros. La vivienda se clasifica en económica, popular y tradicional, llamadas comúnmente como viviendas de interés social, así como las viviendas media, residencial y residencial plus, construyéndose en

⁶ Comisión Nacional de Vivienda, Código de Edificación de Vivienda. [Consulta: 05 de Octubre de 2013] Disponible en: <http://www.conavi.gob.mx/php/publicaciones/documentos/CEV%20PDF.pdf>

conjuntos habitacionales y fraccionamientos. En la tabla 1.1.1 se muestran los tipos de viviendas de acuerdo a su costo promedio.

Promedios	Económica	Popular	Tradicional	Media	Residencial	Residencial Plus
Superficie construida Prom.	30 m ²	42.5 m ²	62.5 m ²	97.5 m ²	145 m ²	225 m ²
Costo promedio						
VSM MDF	Hasta 118	de 118.1 a 200	de 200.1 a 350	de 350.1 a 750	de 750.1 a 1500	Mayor de 1500
Número de cuartos	Baño, cocina, área de usos múltiples	Baño, cocina, Estancia-comedor, de 1 a 2 recámaras	Baño, cocina, Estancia-comedor, de 2 a 3 recámaras	Baño, 1/2 baño, cocina, sala, comedor, de 2 a 3 recámaras, cuarto de servicio	De 3 a 5 baños, cocina, sala-comedor, de 3 a 4 recámaras, cuarto de servicio, sala familiar	De 3 a 5 baños, cocina, sala-comedor, de 3 a más recámaras, de 1 a 2 cuartos de servicio, sala familiar

Tabla 1.1.1 Clasificación de la vivienda por costo promedio.⁷

Otro tipo de clasificación es el relacionado con la forma administrativa de construcción a cargo de desarrolladores o por la autoconstrucción. Esto puede ser por encargo a un profesionista, realizado por el propietario en forma progresiva o mediante asociaciones o formación de grupos.

La CONAVI también señala que las viviendas pueden ser clasificadas por el número de viviendas por lote. Estas se pueden definir como unifamiliar, la cual es ocupada por una sola familia o persona en un lote, dicha ocupación puede ser en propiedad o renta, así como plurifamiliar, en el que más de una familia ocupa un lote en diferente edificación. Lo anterior se muestra en la tabla 1.1.2.

⁷ Comisión Nacional de Vivienda, Código de Edificación de Vivienda. [Consulta: 05 de Octubre de 2013] Disponible en: <http://www.conavi.gob.mx/php/publicaciones/documentos/CEV%20PDF.pdf>

Vivienda Unifamiliar
Un nivel
Dos niveles
Vivienda Plurifamiliar
Duplex
Un nivel
Dos niveles
Cinco niveles
Más de cinco niveles

Tabla 1.1.2 Clasificación por número de viviendas por lote.⁸

1.1.3.1 Sustentabilidad en viviendas

La aplicación de especificaciones de diseño bioclimático, permiten disminuir o cubrir las necesidades de agua caliente, iluminación, aire acondicionado y/o calefacción, en consecuencia se favorece el ahorro de energía cubriendo el confort buscado.

Respecto a los calentadores en una vivienda sustentable, el código de edificación de vivienda indica que aquellos que se instalen deben cumplir con los requisitos de seguridad, métodos de prueba y marcado establecidos en la NOM-003-ENER-2000, “Eficiencia térmica en calentadores de agua para uso doméstico y comercial, límites, método de prueba y etiquetado”.

En el sistema de iluminación de la vivienda la CONAVI señala que se debe equipar el interior y exterior de la vivienda con lámparas compactas fluorescentes que cumplan con la normatividad para la eficiencia energética, establecida en la Norma Oficial Mexicana NOM-017-ENER/SCFI-2008, “Eficiencia energética y requisitos de seguridad de lámparas fluorescentes compactas autobalastadas. Límites y métodos de prueba”.

⁸ Comisión Nacional de Vivienda, Código de Edificación de Vivienda. [Consulta: 05 de Octubre de 2013] Disponible en: <http://www.conavi.gob.mx/php/publicaciones/documentos/CEV%20PDF.pdf>

1.2 FORMAS DE ENERGÍAS RENOVABLES

La energía renovable se define como la energía que se obtiene a partir de corrientes de energías continuas y recurrentes en el mundo natural. O bien, es todo flujo energético que se restablece al mismo ritmo al que se utiliza.⁹

1.2.1 ENERGÍA SOLAR

El Sol produce constantemente energía electromagnética, que llega directamente a la Tierra, ésta puede ser aprovechada por el ser humano por medios de dos formas de tecnologías de conversión, *el primero* es por medio de sistemas fotovoltaicos en donde la luz solar se convierte en electricidad. El segundo se refiere a los sistemas fototérmicos los cuales funcionan por medio de la conversión de la radiación solar en calor sobre superficies que transfieren dicha energía a fluidos de trabajo para producción de calor. Esto puede ser conseguido por medio de dispositivos planos con superficies selectivas o con el uso de dispositivos de concentración de radiación con superficies especulares y selectivas. Dichos sistemas pueden ser usados tanto en el hogar como la industria.

Su desventaja es que es una fuente de energía que no puede controlarse y varía su cantidad a lo largo del día.

1.2.2 ENERGÍA A PARTIR DE BIOMASA

La energía de la biomasa es un tipo de energía renovable procedente del aprovechamiento de la materia orgánica de origen vegetal o animal, así como del resultado de transformación natural o artificial de la misma o sus restos y residuos. El uso de la biomasa puede ser industrial o doméstico y se clasifica en:

⁹ González, J. (2009). Cap. 1. Energías renovables en Energías Renovables (pp. 46-47) Barcelona, España: Editorial Reverté.

- Generación de biocombustibles como biodiesel, biogás, bioetanol, biohidrógeno, etcétera.
- Su uso directo como combustible mediante cambios físicos pero sin ningún cambio químico, aquí se puede tener leña, gabazo de caña, residuos forestales e industriales.
- Mediante la gasificación que produce mezcla de gases como CO, CO₂, hidrógeno, metano y agua y gas de síntesis. Con la gasificación se trata de obtener combustibles gaseosos que pueden ser más limpios que la biomasa original, ya que durante el proceso de generación de gases se aprovecha para eliminar productos contaminantes, entre otros los residuos sólidos.

A pesar de que genera pocos residuos, los cuales son biodegradables, este tipo de energía tiene la desventaja de que se necesitan grandes cantidades de biomasa para poder generar la energía.

1.2.3 ENERGÍA EÓLICA

La energía del viento está relacionada con el movimiento de las masas de aire que se desplazan de zonas de alta presión atmosférica hacia otras zonas de baja presión adyacentes. La energía eólica emplea la energía cinética de las corrientes del viento en turbinas eólicas para generar energía mecánica y a su vez esta pueda ser transformada en energía eléctrica. Su empleo puede ser a pequeña o gran escala ya que la construcción de parques eólicos tiene un bajo impacto en el medio ambiente, pudiendo colocar los aerogeneradores en campos de cultivo.

La energía eólica tiene la desventaja de que no se puede controlar el viento ya que es una de las energía menos predecible, por lo que no puede ser utilizada como única fuente de generación eléctrica y debe ser respaldada por alguna otra fuente de energía.

1.2.4 ENERGÍA HIDRÁULICA

Emplea la energía potencial de una caída de agua, la cual puede tener una salida controlada. Posteriormente se transforma en energía cinética, para generar energía mecánica y después convertirla en eléctrica. Es una fuente continua de energía empleada sólo a gran escala.

Tiene la desventaja de generar un gran impacto en el entorno ambiental debido a la construcción de presas, centrales eléctricas y demás infraestructura necesaria para su explotación.

1.3 CALENTADOR SOLAR

Cuando se llevan a cabo estudios de energía y diseño de colectores solares, se requiere saber la cantidad total de radiación que recibe una superficie durante un período determinado. Se tiene que saber diferenciar entre la máxima radiación que podría incidir sobre una superficie en un momento determinado (esencial para los cálculos de carga) y los valores promedio de irradiación para esa misma superficie (datos requeridos para cálculos de energía disponible y para el diseño de colectores solares).

1.3.1 TÉRMINOS Y CONCEPTOS UTILIZADOS EN CALENTADORES SOLARES

- Temperatura máxima de entrega de agua: Es la temperatura máxima del agua que el sistema entregará para hacer uso de ella.
- Sensibilidad a impactos: Debido a que los colectores solares cuentan con componentes a la intemperie, están expuestos a fenómenos meteorológicos como el granizo que pueden dañar al colector solar.
- Sensibilidad a heladas: Se debe de contar con un mecanismo que evite que el agua se congele dentro de los tubos del colector. Estos mecanismos pueden ser

mezclas anticongelantes o bien dispositivos que recirculen el agua dentro del circuito.

- Sensibilidad a cambios de temperaturas ambientales: La temperatura o contaminación del aire afectan a la operación y rendimiento de los sistemas de calentamiento de agua. Para ello es necesario contar con un buen aislamiento dentro del colector para evitar afectaciones dentro del colector solar.
- Sensibilidad a cortes de agua: Estos pueden resultar peligrosos para el sistema debido a que si el equipo se queda sin agua, la temperatura en el colector puede elevarse mucho dado que no hay agua para transportar el calor. Las grandes diferencias de temperatura del colector caliente y el agua fría una vez que ha sido restaurado el servicio puede provocar tensiones en el material del colector las cuáles pueden llegar a destruir al equipo.
- Sensibilidad a aguas duras: Las aguas duras contienen gran cantidad de minerales y sales. Esto puede provocar que en las tuberías y tanques se formen sedimentos que obstruyan la circulación del agua por estos y con ello baje el rendimiento del sistema.

1.3.2 RADIACIÓN TÉRMICA

Los fotones de radiación electromagnética son una forma de emisión de energía por radiación. Las longitudes de onda de la mayor parte de la radiación infrarroja, la totalidad de la luz visible y una parte del espectro ultravioleta constituyen la porción de la radiación solar llamada radiación térmica, por ser la parte del espectro electromagnético que más participa en la transmisión de energía calorífica por radiación. Esto es, la energía radiante puede convertirse en calor. En el límite de la atmósfera, el valor de la intensidad de radiación sobre una superficie perpendicular a los rayos que inciden sobre ella es en promedio 1353W/m^2 y se le denomina constante solar¹⁰. Cuando esta radiación atraviesa la atmósfera se debilita por dos razones:

¹⁰ Quadri, N. (2010). Cap. 1. Características de la energía solar en Energía Solar (pp. 1-17) Buenos Aires, Argentina: Editorial Alsina.

- Debido a la dispersión provocada por las moléculas gaseosas y partículas de polvo reflejando los rayos en todas las direcciones.
- Por la absorción de los rayos de determinadas longitudes de onda debido al vapor de agua y anhídridos carbónicos presentes en la atmósfera.

La radiación que llega hasta la superficie de la Tierra sin ser dispersada o absorbida se le conoce como radiación directa. Esta radiación viene asociada con la radiación que fue dispersada y a la cual se le denomina radiación difusa. El debilitamiento que sufren los rayos solares cuando atraviesan la atmósfera depende de las condiciones de ésta y que pueden ser: presencia o ausencia de nubosidades, acumulamiento de polvo y contaminantes, presión atmosférica y el grado de humedad. Otros factores importantes que contribuyen al debilitamiento de los rayos solares son la longitud de su trayectoria a través de la atmósfera, la posición en la que se ubica el observador y las estaciones del año.

1.3.3 RADIACIÓN SOLAR SOBRE UNA SUPERFICIE PLANA

De lo anteriormente descrito, la radiación que se ejerce sobre una superficie plana es función de la inclinación de la superficie plana, la latitud, el día del año, hora del día y estado del clima. La orientación e inclinación son los parámetros que se utilizan para variar la incidencia de los rayos solares sobre la superficie plana¹¹.

1.3.4 EFECTO INVERNADERO

Las sustancias que absorben radiación solar son calentadas por ésta, provocando que las ondas electromagnéticas activen el movimiento molecular, aumentando con ello su contenido de energía calórica. Los cuerpos transparentes dejan pasar la radiación solar en forma de luz visible y por lo tanto no son calentadas apreciablemente por ella. Para que la energía radiante pueda ser convertida en calor, se necesita que primero sea absorbida por la sustancia. Todos los cuerpos emiten energía radiante; a medida que

¹¹ Quadri, N. (2010). Cap. 1. Características de la energía solar en Energía Solar (pp. 1-17) Buenos Aires, Argentina: Editorial Alsina.

éste pierde energía por radiación, su temperatura disminuye, a menos que se le suministre calor para reponer la energía perdida. Así mismo, todos los cuerpos y sustancias absorben energía radiante, de tal forma que existe un continuo intercambio entre los cuerpos que están a diferentes temperaturas. Los vidrios de las ventanas dejan pasar grandes cantidades de energía radiante al interior y una vez absorbida se convierte en calor sensible.

El vidrio tiene la propiedad de ser transparente a la luz visible pero no así a longitudes de onda corta como la radiación ultravioleta o a longitudes de onda larga como la radiación infrarroja. Esto quiere decir que el vidrio es transparente a fuentes de alta temperatura como la luz solar y absorbente casi por completo de la radiación de las fuentes de baja temperatura como las paredes, pisos, muebles o los ocupantes de un inmueble. Entonces, el vidrio actúa como una trampa de calor, llamando a este efecto fundamental para la captación de energía solar como efecto invernadero.

La atmósfera está compuesta básicamente por nitrógeno y oxígeno, que son gases que tienen la propiedad de ser transparentes a la luz visible y a la radiación infrarroja que emite la superficie terrestre cuando está caliente. Sin embargo, en la atmósfera existe un pequeño porcentaje de bióxido de carbono que es transparente a la luz visible pero no lo es demasiado a la radiación infrarroja, por lo que entonces, guardando las proporciones adecuadas, actúa en la atmósfera como el vidrio del invernadero¹².

1.3.5 APROVECHAMIENTO DE LA ENERGÍA SOLAR

Para aprovechar la energía solar es necesario realizar los siguientes procesos:

- Captación y concentración de la energía solar
- Transformación para su utilización
- Almacenamiento en función de la demanda
- Transporte de la energía almacenada para su utilización en los puntos de consumo deseado.

¹² Quadri, N. (2010). Cap. 1. Características de la energía solar en Energía Solar (pp. 1-17) Buenos Aires, Argentina: Editorial Alsina.

En la figura 1.3.1 se esquematiza el proceso para el aprovechamiento de la energía solar.

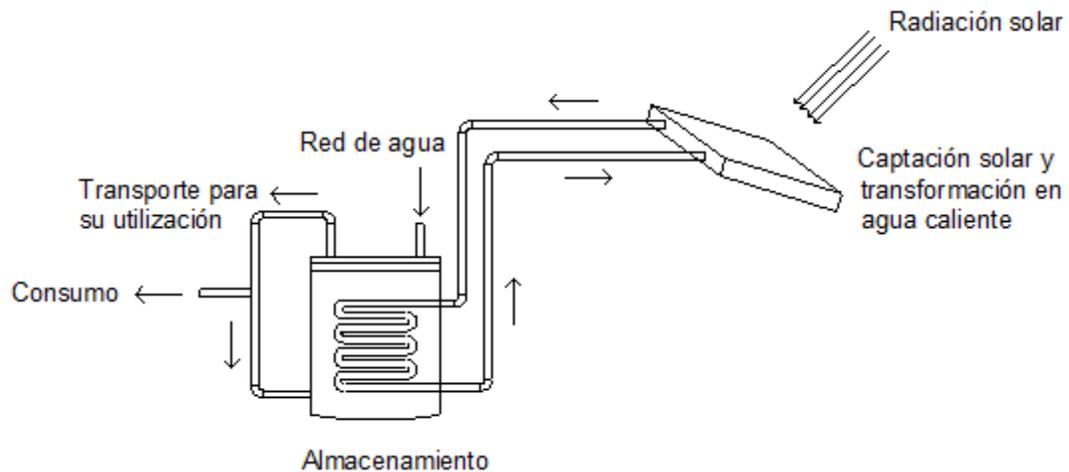


Figura 1.3.1 Proceso de calentamiento de agua con energía solar¹³

1.3.6 COLECTORES SOLARES

Un colector solar es un dispositivo capaz de absorber la radiación solar transformándola en calor. El calor se transfiere a un fluido (agua, aire u otro fluido) para calentarlo. Una vez calentado el fluido puede ser empleado para satisfacer las demandas de energía de una vivienda o edificio. Cuando los colectores solares poseen una cubierta transparente basan su principio de funcionamiento en el efecto invernadero. Existen básicamente tres tipos de colectores solares: de placa plana, concentradores y tubo de vacío.

1.3.6.1 Colector solar plano

Como se mencionó anteriormente, el principio básico de funcionamiento de un colector solar plano es el efecto invernadero. Las partes que lo conforman son las siguientes: 1) el absorbente, que es el elemento principal del colector, formado por una placa de absorción negra y donde la energía radiante se convierte en calor; 2) la cubierta de vidrio que sirve para permitir la entrada de la radiación solar hasta la placa de absorción

¹³ Quadri, N. (2010). Cap. 1. Características de la energía solar en Energía Solar (pp.9) Buenos Aires, Argentina: Editorial Alsina.

y además para minimizar las pérdidas de calor por radiación y convección hacia el medio ambiente por la parte superior del colector ; 3) el aislamiento, que es colocado a los lados y en la parte inferior para disminuir las pérdidas de calor hacia el medio ambiente; 4) los tubos por donde fluye el líquido o anticongelante a calentar y 5) el marco o estructura del colector solar que puede ser fabricada en lámina metálica, madera o plástico. La estructura del colector solar plano anteriormente descrita se muestra en la figura 1.3.2.

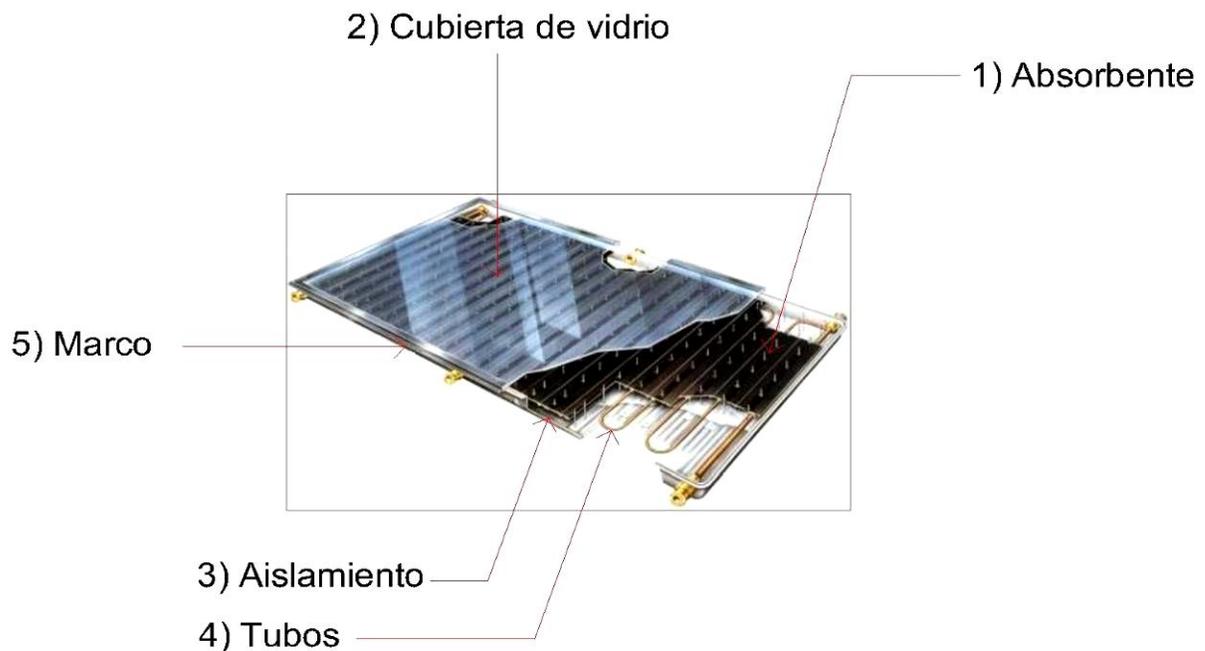


Figura 1.3.2 Estructura básica de un colector solar plano.¹⁴

1.3.6.2 Concentrador parabólico compuesto (CPC)

Los colectores tipo CPC consisten en una serie de tubos de cristal, dispuestos paralelamente entre sí, por los que circula el fluido de trabajo, y situados sobre un reflector de forma cilíndrica, que concentra los rayos solares sobre el tubo.

¹⁴ Demo-E-Educativa-Catedu. [Consulta: 04 de Noviembre de 2013] Disponible en: <http://educativa.catedu.es/44700165/aula/archivos/repositorio/1000/1088/html/34_energia_solar_de_media_y_baja_temperatura.html>

1.3.6.3 Colectores de tubo de vacío¹⁵

Los colectores de tubo de vacío se caracterizan por disponer de un tubo de vidrio que aísla el interior del tubo del medio ambiente.

- **Heat Pipe**

Se trata de un tubo de calor sobre el que se monta el absorbedor, encargado de captar la radiación solar que incide sobre el tubo de vacío. Por el interior del tubo de calor circula una pequeña cantidad de fluido que es evaporada bajo la acción de la radiación solar, ascendiendo hacia la parte superior, y es condensado en el intercambiador de calor al ceder el calor al fluido frío que circula por los conductos del colector, situado, generalmente, en la parte más alta del equipo. El principio de funcionamiento anteriormente descrito se muestra en la figura 1.3.3.

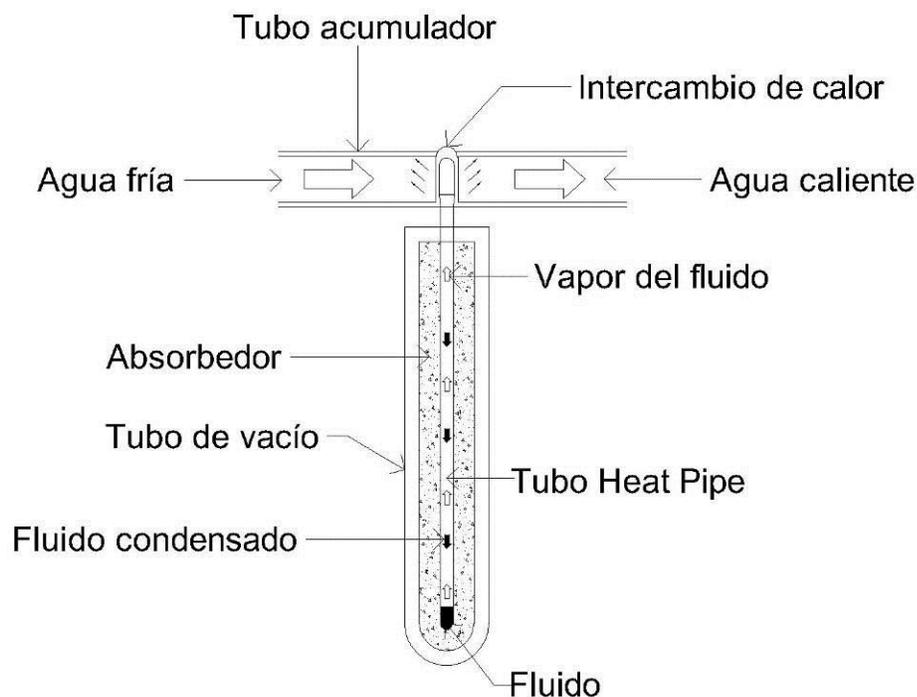


Figura 1.3.3 Funcionamiento del tubo Heat Pipe.¹⁶

¹⁵ Fernández Salgado, J. (2010). Cap. 4. Energía solar térmica: el subsistema de captación en Compendio de energía solar fotovoltaica, térmica y termoeléctrica (pp.72-96) Madrid, España: AMV Ediciones.

¹⁶ augusta-solar [Consulta: 05 de Noviembre de 2013]. Disponible en : <http://www.solartecnik.es/solar_termica/augusta_4s_hp_sp%20ver%20final.pdf>

- **Flujo directo**

En este tubo de vacío el fluido de trabajo del circuito primario pasa directamente a través del tubo que está soldado a una aleta, de modo similar a lo que ocurre en muchos tipos de colectores solares planos. El conjunto de la aleta y el tubo por el que discurre el fluido de trabajo se encuentran dentro de un tubo de vidrio que los aíslan del exterior.

- **Sidney**

Este tubo se desarrolló con una doble pared que evita las posibles pérdidas de vacío a través de la unión vidrio-metal. El absorbente se deposita directamente sobre el lado interno del cristal. Debido a que la superficie absorbente es cilíndrica, es necesario disponer de un reflector.

- **Schott**

Se trata de un tubo de vidrio dentro de otro tubo de vidrio, que tiene como función absorber la radiación solar, y sobre el que se ha depositado el fluido. Este fluye a través del tubo de vidrio interior, sin que se requiera la unión vidrio-metal, que pueda ocasionar problemas de resistencia mecánica a las dilataciones. Al igual que el tubo de Sidney, necesita un reflector, que ocupa la mitad del perímetro de la circunferencia interna del tubo, protegida por el vacío.

1.3.6.4 Colectores solares de plástico

Este tipo de colector se emplea en aplicaciones que no requieren temperaturas elevadas. Una aplicación típica es para el calentamiento de agua en las albercas. Se asemejan a una alfombra y están conformados por una superficie captadora color negro de 3.1 m. de ancho y en diferentes metros de largo y contienen dos colectores de cabecera. La radiación solar incide sobre la superficie captadora, ésta la transforma en calor y posteriormente la transfiere al agua que circula a través de los canales o tubos de plástico que están integrados a dicha superficie. En la figura 1.3.4 se muestra este tipo de colector solar.



Figura 1.3.4 Colector solar de plástico.¹⁷

1.3.7 PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO DE LOS CALENTADORES SOLARES

La energía solar no es una fuente continua de energía, por lo cual es necesario contar con elementos que ayuden al funcionamiento continuo de los calentadores solares, estos serán: un colector y un tanque de almacenamiento, en donde la radiación solar se transforme en lo que necesitamos y en donde se pueda tener una reserva de la misma, respectivamente.

La circulación del líquido dentro del sistema puede llevarse a cabo mediante dispositivos como bombas recirculadoras o bien por gravedad, este último llamado también convección natural o acción termosifónica.

¹⁷ Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía. [Consulta:12 de Noviembre de 2013] Disponible en : <<http://www.procalso.gov.mx/wb/procalso/componentes>>

1.3.7.1 Calentador solar autocontenido

Es uno de los calentadores solares más sencillos. El calentador autocontenido es simplemente un recipiente instalado de tal manera que la cara de mayor área está en una posición que capta los rayos del sol, esta cara se pinta de negro y hace la función de colector solar, el recipiente se llena con agua, que se calienta directamente por contacto con la cara expuesta al sol, los otros lados y el fondo se aíslan térmicamente para evitar las fugas de calor.

El nombre de autocontenido hace referencia a que el calentador conjuga las funciones de colector y de tanque de almacenamiento, la parte superior del recipiente, cumple la función de colector y realiza la transferencia de calor, a su vez en el mismo recipiente se mantiene almacenada el agua caliente.

1.3.7.2 Calentador solar por convección natural

El principio de flujo por termosifón es aplicado a este tipo de calentadores. En la figura 1.3.5 se observa que si se aplica calor al lado izquierdo del recipiente con agua en forma de U la densidad decrecerá. El balance en el tubo se ve afectado y el agua fría más pesada en el lado derecho fluirá para balancear la situación. El agua se calentará y subirá logrando crear un flujo. Dicho flujo continuará hasta que la fuente de calor sea retirada o bien cuando la temperatura dentro del sistema sea la misma. Justo en este momento las densidades de las dos partes del tubo son iguales y el flujo cesa.

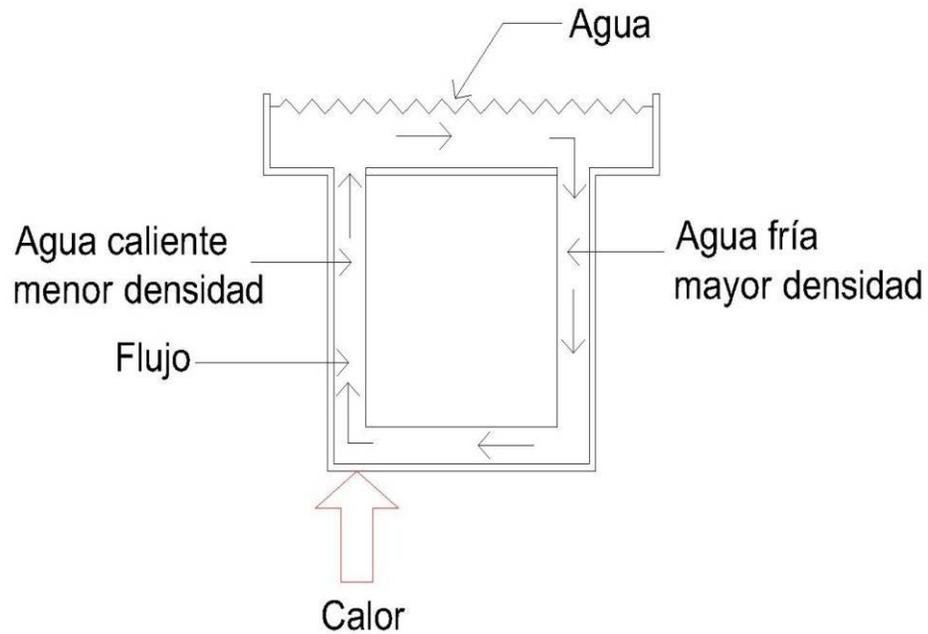


Figura 1.3.5 Principio de flujo por termosifón.¹⁸

Este principio puede ser aplicado en un calentador solar como se muestra en la figura 1.3.6, en donde la energía solar incide sobre el colector y calienta el líquido que contiene. Debido al calentamiento la densidad del líquido es menor y por lo tanto sube. Este es empujado por el líquido frío que es más denso en la entrada del colector. Cuando el líquido frío llega al colector solar se calienta, sube y más líquido frío empuja en la parte inferior del colector. De esta manera se establece un flujo y terminará cuando el líquido deje de ganar calor del sol. En este tipo de calentador no es necesario contar con dispositivos recirculadores de agua, control de temperatura y energía eléctrica lo que los hace mucho más ahorradores de energía.

¹⁸ Paz Gutiérrez, J. (2006). Cap.1. Colectores solares planos en Energía solar. Colectores solares planos. Tratamiento teórico. Vol. 1 (pp.10) Ciudad Juárez, Chihuahua: UACJ.

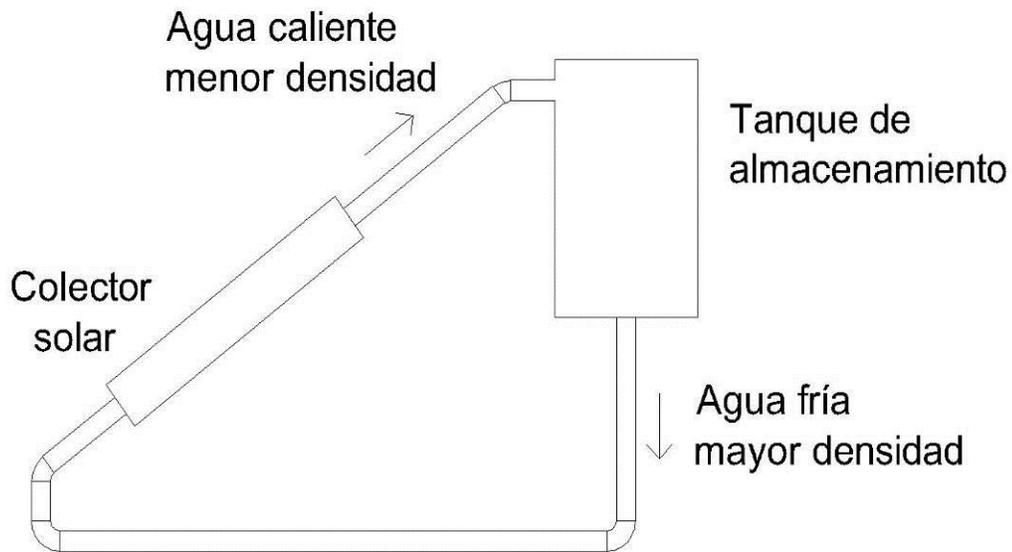


Figura 1.3.6 Calentador solar por convección natural.¹⁹

1.3.7.3 Calentador solar de convección forzada

Para solucionar el problema de los lugares donde no es adecuado usar un calentador solar por convección natural, existen los calentadores por convección forzada, donde se emplea una pequeña bomba para hacer circular el agua entre el colector y el tanque de almacenamiento. Con esto no existe restricción alguna de la ubicación del colector y el tanque de almacenamiento, pero si este último se encuentra por debajo del colector se tendrá que emplear agua con anticongelante para evitar que el agua en las tuberías por sí sola se congele. Se requiere un intercambiador de calor, para transferir el calor del fluido de trabajo al agua.

Un termostato diferencial o control diferencial de temperatura será un elemento importante para el calentador de convección forzada, este encenderá o apagará la bomba, según se requiera. Este deberá tener un sensor a la salida del colector y otro en el tanque de almacenamiento para enviar la señal de encender la bomba sólo cuando el colector se encuentre a una temperatura suficientemente mayor que la del tanque de almacenamiento. De otro modo, el colector podría funcionar como enfriador, este deberá tener a su vez un tipo de control que sea sensible a las variaciones diurnas de la

¹⁹ Paz Gutiérrez, J. (2006). Cap. 1. Colectores solares planos en Energía solar. Colectores solares planos. Tratamiento teórico. Vol. 1 (pp.10) Ciudad Juárez, Chihuahua: UACJ.

radiación solar u oscurecimientos que puedan existir sobre el colector. Un esquema de este tipo de calentador se muestra en la figura 1.3.7

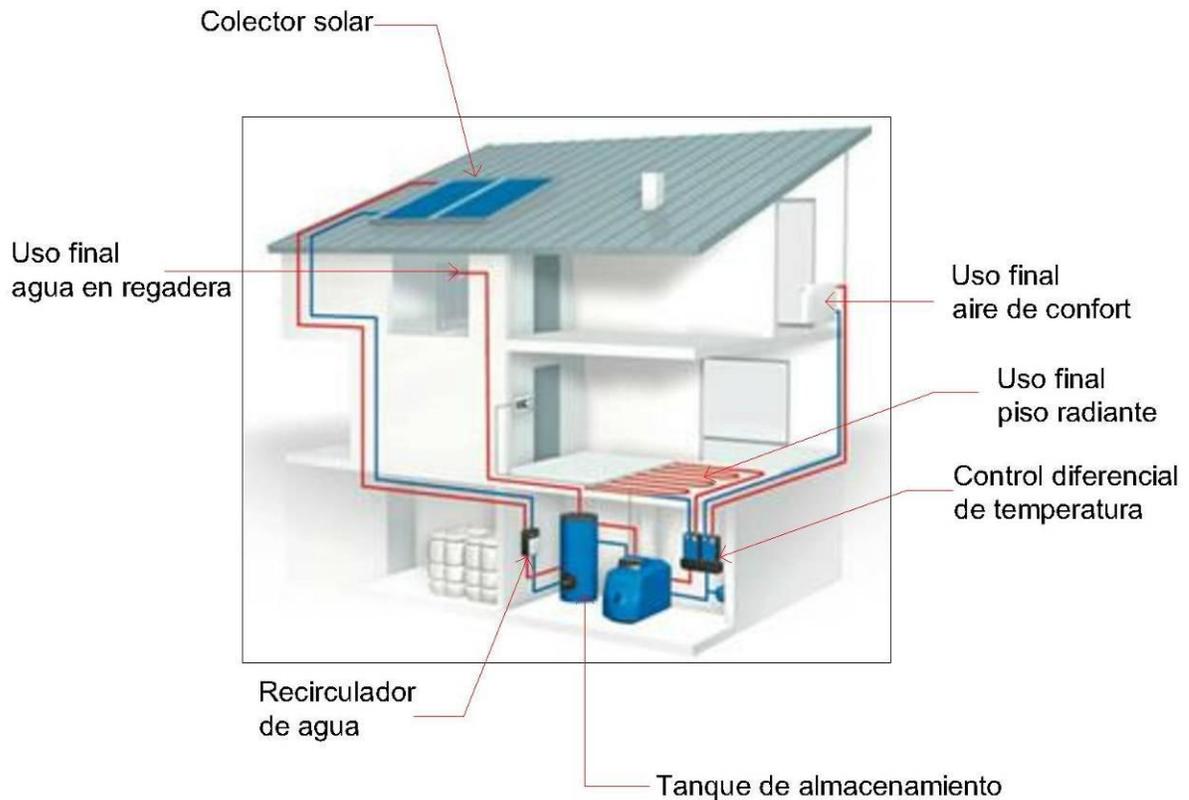


Figura 1.3.7 Calentador solar por convección forzada.²⁰

1.4 FOCOS AHORRADORES

Existen diferentes tipos de lámparas ahorradoras, dentro de las que encontramos lámparas fluorescentes compactas y lámparas LED. Estas producen luz de manera diferente a los focos incandescentes. En un foco incandescente la corriente fluye a través de un filamento, esto calienta dicho filamento hasta que este comienza a brillar.

²⁰ QuimiNet.com. [Consulta: 06 de Noviembre de 2013] Disponible en : <http://www.quiminet.com/articulos/funcionamiento-de-los-sistemas-de-calentamiento-de-agua-por-conveccion-forzada-2666419.htm>

A continuación se presentan los conceptos empleados frecuentemente en la iluminación para posteriormente hablar sobre los tipos de lámparas ahorradoras.

1.4.1 TÉRMINOS Y CONCEPTOS EN ILUMINACIÓN

- Lumen: Unidad del Sistema Internacional de Medidas empleada para la medición del flujo luminoso.
- Flujo luminoso (Φ): Es la cantidad de luz emitida por una fuente luminosa en todas las direcciones por unidad de tiempo. Se mide en lumen [lm].
- Flujo luminoso total nominal: Flujo luminoso total emitido de una fuente de luz, en su posición ideal, que declara el fabricante, [lm].
- Flujo luminoso total mantenido: Relación del flujo luminoso después de un tiempo de uso determinado de la lámpara y el flujo luminoso inicial de la lámpara, [%].
- Índice de rendimiento de color (IRC): Medida cuantitativa sobre la capacidad de la fuente luminosa para reproducir fielmente los colores de diversos objetos, comparándolo con una fuente de luz ideal.
- Temperatura de color correlacionada (TCC): Expresa la apariencia cromática de una fuente de luz por comparación con la apariencia cromática de la luz emitida por un cuerpo negro a una temperatura absoluta determinada, se mide en Kelvin, [K].
- Luminancia (L): Es la cantidad de flujo que incide sobre una superficie dividido por el tamaño de la misma medido en candela por cada metro cuadrado [Cd/m^2].
- Iluminancia o niveles de iluminación (E): Densidad del flujo luminoso que incide sobre una superficie. La unidad de iluminancia es el lux [lx]= [lm/m^2].
- Luminaria: Aparato de iluminación que distribuye, filtra o transforma la luz emitida por una o más lámparas, incluye todas las partes necesarias para soporte, fijación y protección de dichas lámparas, de ser necesario también incluye los circuitos auxiliares con los medios para conectarlos a la fuente de alimentación.
- Intensidad luminosa (I): Es la cantidad de flujo luminoso que emite una fuente por unidad de ángulo sólido. Se mide en candela, [cd]= [lm/sr].

- **Ángulo sólido:** Es el ángulo espacial que abarca un objeto visto desde un punto dado, que se corresponde con la zona del espacio limitada por una superficie cónica. Mide el tamaño aparente de ese objeto. Su unidad es el estereorradián [sr].
- **Curva de distribución luminosa o curva fotométrica:** Gráfica que representa en coordenadas polares la distribución de las intensidades luminosas de una lámpara en planos definidos. Generalmente se representan los planos $C = 0^\circ - 180^\circ$, $C = 90^\circ - 270^\circ$ y plano de intensidad máxima.
- **Isolíneas o curvas isolux:** Representación gráfica en 2 dimensiones de la unión de los puntos del plano que tienen el mismo valor de iluminación
- **Altura de montaje:** Distancia vertical entre la superficie de la vía por iluminar y el centro óptico de la fuente de luz de la luminaria.
- **Lámpara, foco o bombilla:** Término para denominar una fuente de luz fabricada por el hombre. Por extensión, el término también es usado para denotar fuentes que emiten radiación en regiones del espectro adyacente a la zona visible.
- **Coeficiente o Factor de utilización (CU o k):** Relación entre el flujo luminoso que llega a la superficie a iluminar (flujo útil) y el flujo total emitido por una luminaria. Usualmente se aplica este término cuando se refiere a luminarias de alumbrado público.
- **Eficacia luminosa de una fuente:** Relación entre el flujo luminoso total emitido por una fuente luminosa y la potencia eléctrica de la misma. La eficacia de una fuente se expresa en lumen por cada watt [lm/W].
- **Eficiencia de una luminaria:** Relación de flujo luminoso emitido por una luminaria y el emitido por la lámpara usada en su interior.
- **Depreciación lumínica:** Disminución gradual de emisión luminosa durante el transcurso de la vida útil de una fuente luminosa.
- **UGR:** Es el índice de deslumbramiento molesto procedente directamente de las luminarias de una instalación de iluminación interior.

1.4.2 LÁMPARAS FLUORESCENTES

Podemos encontrar dos tipos principales de estas lámparas, la lámpara fluorescente de tubo largo y la lámpara fluorescente compacta (LFC o CFL, por su nombre en inglés Compact Fluorescent Lamp). Esta última es la versión reducida de las lámparas convencionales de tubo largo, además de que una LFC tiene un balastro incluido dentro de la lámpara, mientras que las lámparas de tubo largo necesitan un balastro externo.

En una lámpara fluorescente compacta una corriente alterna llega al balastro interno, este rectifica la corriente, que es dirigida hacia los filamentos excitando los electrones, los cuales ionizan los gases contenidos en el tubo. El balastro genera una chispa, con la que se enciende un arco eléctrico entre ambos filamentos. La corriente eléctrica es conducida a través de un tubo que contiene por lo regular argón y una pequeña cantidad de mercurio que pasa a estado gaseoso debido a la energía generada. Los iones chocan con los átomos de mercurio y éstos despiden luz ultravioleta, la cual al chocar con un recubrimiento fluorescente llamado fósforo, excita dicha capa que recubre el interior del tubo lo que convierte la luz ultravioleta en luz visible.

En cuanto a diseño tenemos los siguientes tipos básicos: las de tubo recto (Figura 1.4.1), las de tubo circular, las de tipo curvado en forma de “U” (figura 1.4.2) y las de tipo espiral (figura 1.4.3), estas últimas en ciertos modelos tienen una cubierta para que en aspecto parezcan focos incandescentes. Debido a que los tubos en espiral incrementan la superficie emisora de luz, este modelo ofrece mayor flujo luminoso que las de bajo consumo convencionales.

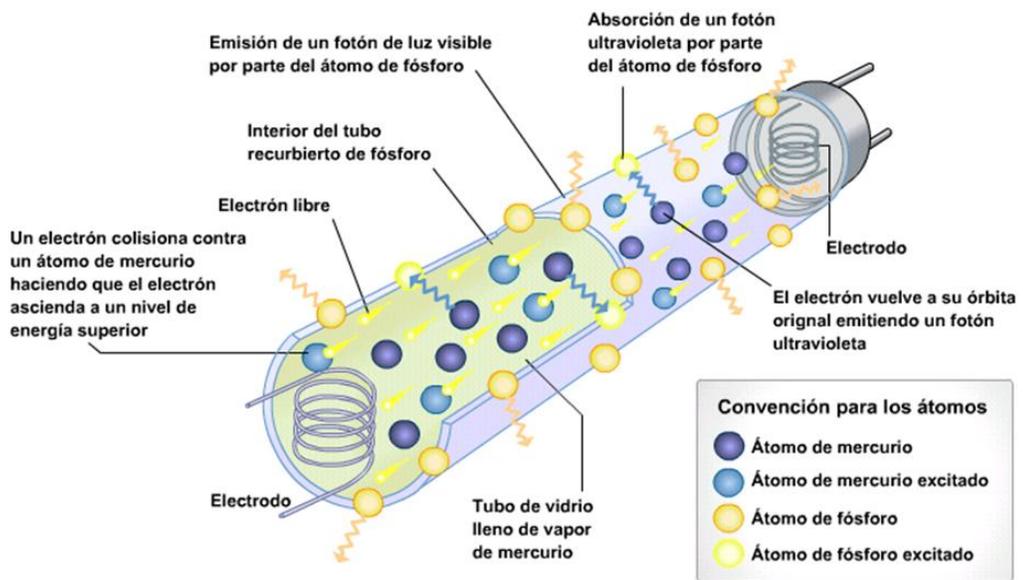


Figura 1.4.1 Lámpara fluorescente de tubo largo.²¹

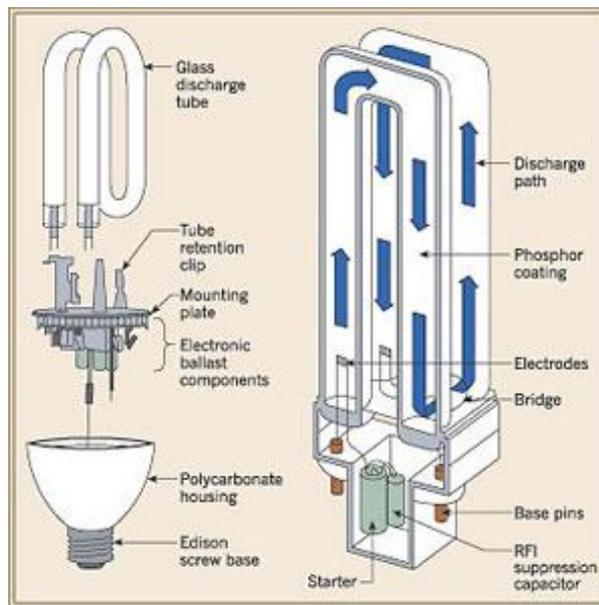


Figura 1.4.2 Lámpara fluorescente compacta curvada en forma de "U"²².

²¹ Solmad, España. [Consulta: 13 de septiembre 2013] Disponible en: <<http://solmad.es>>

²² Bulbs. [Consulta: 13 de septiembre 2013] Disponible en <<http://www.bulbs.com>>

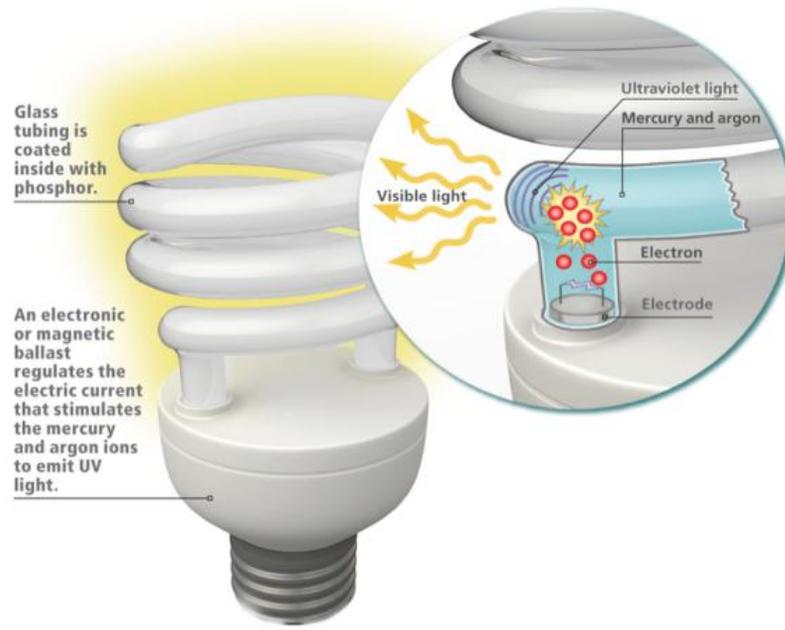


Figura 1.4.3 Lámpara fluorescente compacta en espiral.²³

Una lámpara fluorescente compacta necesita un poco más de energía cuando se enciende por primera vez, pero una vez que la electricidad comienza a circular, utilizan aproximadamente un 75 por ciento menos de energía que los focos incandescentes.

1.4.3 LÁMPARAS LED

Las lámparas de tecnología LED utilizan como fuente de luz a los diodos emisores de luz (LED por su nombre en inglés Light Emitting Diodes) los cuales, como su nombre lo indica, son dispositivos semiconductores que poseen la propiedad de emitir fotones de luz la cual se produce por la recombinación de electrones y de iones positivos cuando se polariza de forma directa la unión p-n al pasar una corriente eléctrica a través de ellos.

Para crear un diodo, un material semiconductor tipo "P"(ánodo), que contiene portadores de cargas positivas llamados huecos, se combina con un semiconductor tipo "N"(cátodo), portador de cargas negativas llamadas electrones. Cuando una corriente eléctrica atraviesa el LED los electrones comienzan a fluir, un electrón libre adquiere la

²³ DenghuiLighting. [Consulta: 13 de septiembre 2013] Disponible en: <<http://denghui-lighting.com>>

suficiente energía como para poder vencer la resistencia de la barrera de potencial, al atravesarla y acercarse a un hueco se combina con este. El hueco se encuentra en un nivel de energía menor que el electrón libre por lo que el electrón debe perder energía para combinarse, esta energía excedente es liberada en forma de fotón.

El tipo de elementos utilizados en la fabricación de los semiconductores determina el color de los fotones y la intensidad luminosa del LED. Después de procesar los materiales dentro de un chip, el chip es instalado en un empaque que permite la conexión eléctrica y la emisión de luz en la dirección deseada. A continuación en la figura 1.4.4 se presenta la estructura de un LED convencional y uno de alta luminosidad, este último es más empleado en las lámparas comerciales.



Figura 1.4.4 LED convencional y de alta luminosidad.²⁴

1.4.4 TEMPERATURA DE COLOR DE FOCOS AHORRADORES

La temperatura de color es la medida que se utiliza para definir el color de la iluminación del foco, esta se mide en grados Kelvin. Para definir el color se toma una barra de hierro negro y se calienta teniendo así una relación entre el color que toma la barra de hierro con respecto a la temperatura. Por ejemplo, una barra de hierro que está a una temperatura de 6,000 grados Kelvin, su flama se ve de color blanco, y si está

²⁴ Fillipo Rugeles, Victor; Cano Garzón, Hugo; Chaves Osorio, José Andres. Aplicaciones de iluminación con LEDs. Scientia Et Technica, 2010. [Consulta: 15 de septiembre 2013] Disponible en: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=84917249003>>

a 3,000 grados Kelvin el color de su flama es amarillo. Cuanto más cálida es una luz más baja es su temperatura de color y cuanto más fría es la luz su temperatura de color es más alta.

Comercialmente existen tres principales rangos de temperatura de color: luz fría (5500-6500 [K]), luz blanca (4000-4600 [K]) y luz cálida (2700-3000 [K]). En la figura 1.4.5 se muestran recomendaciones para el uso de focos ahorradores respecto a su temperatura de color.



Figura 1.4.5 Uso sugerido de focos ahorradores respecto a su tono.²⁵

En la figura 1.4.6 se muestran los rangos de temperatura de color más comunes dependiendo del tipo de foco ahorrador.

²⁵ Voltech. [Consulta: 13 de septiembre 2013] Disponible en: <<http://www.voltech.com.mx/focos.php>>

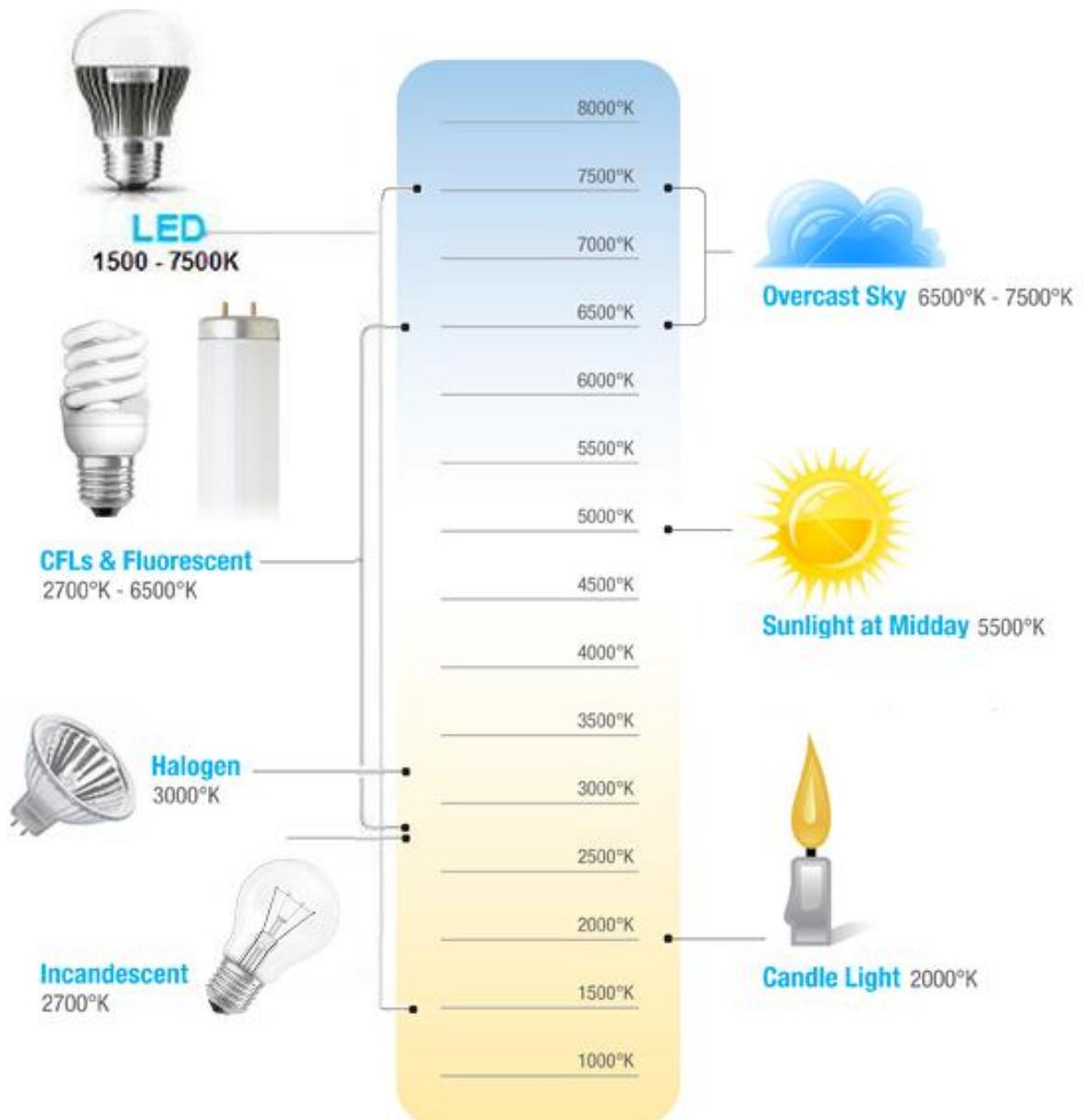


Figura 1.4.6 Rango de temperatura de color²⁶.

²⁶ Modificado de SVETILA.com - Lighting, Lamps, Light Bulbs and Luminaires [Consulta: 13 de septiembre 2013]
 Disponible en: <<http://www.svetila.com>>

1.4.5 PRINCIPALES DIFERENCIAS ENTRE LÁMPARAS FLUORESCENTES COMPACTAS Y LÁMPARAS LED

En la tabla 1.4.1 se muestra la comparación de algunas características principales entre lámparas ahorradoras e incandescentes.

Características	LED	Lámpara incandescente	LFC
Vida promedio	25,000 horas	1,200 horas	8,000 horas
Sustancia tóxica	No	No	Sí. Contiene mercurio
Sensibilidad a bajas temperaturas	No	Algunos	Sí. Su funcionamiento puede verse afectado a bajas temperaturas
Sensibilidad a humedad	No	Algunos	Sí
Sensibilidad a encendido y apagado continuo	No	Algunos	Sí. Puede reducir la vida útil
Encendido inmediato	Sí	Sí	No. Tiene un ligero retraso
Durabilidad	Muy durable. Puede soportar sacudidas y golpes	No muy durable. El vidrio puede romperse fácilmente	No muy durable. El vidrio puede romperse fácilmente
Calor emitido	Bajo	Alto	Bajo
Costo	Alto	Bajo	Medio

Tabla 1.4.1 Características principales entre lámparas ahorradoras e incandescentes.

Fuente: Elaboración propia en base a datos de fabricante.

En las tablas 1.4.2, 1.4.3 y 1.4.4 se muestran los niveles de eficacia luminosa en LFC de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NOM-017-ENER/SCFI-2012, “Eficiencia energética y requisitos de seguridad de lámparas fluorescentes compactas autobalastadas. Límites y métodos de prueba”²⁷. En dicha norma se menciona que la clasificación de las LFC puede ser en 3 tipos: sin envoltente, con envoltente y con reflector, se muestra un ejemplo de estas en la figura 1.4.7.

²⁷ Secretaría de Gobernación, Diario Oficial de la Federación. NOM-017-ENER/SCFI-2012. [Consulta: 09 de noviembre 2013] Disponible en: <http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5284393&fecha=09/01/2013>



Figura 1.4.7 Clasificación de Lámparas Fluorescentes Compactas.²⁸

Intervalos de potencia eléctrica	Eficacia luminosa mínima [lm/W]
Menor o igual que 7 [W]	45
Mayor que 7 [W] y menor o igual que 10 [W]	48
Mayor que 10 [W] y menor o igual que 14 [W]	50
Mayor que 14 [W] y menor o igual que 18 [W]	52
Mayor que 18 [W] y menor o igual que 22 [W]	57
Mayor que 22 [W]	60

Tabla 1.4.2 Límites de eficacia luminosa para las Lámparas Fluorescentes Compactas Autobalastradas sin envolverte.²⁹

Intervalos de potencia eléctrica	Eficacia luminosa mínima [lm/W]
Menor o igual que 7 [W]	35
Mayor que 7 [W] y menor o igual que 10 [W]	38
Mayor que 10 [W] y menor o igual que 14 [W]	40
Mayor que 14 [W] y menor o igual que 18 [W]	46
Mayor que 18 [W] y menor o igual que 22 [W]	48
Mayor que 22 [W]	52

Tabla 1.4.3 Límites de eficacia luminosa para las Lámparas Fluorescentes Compactas Autobalastradas con envolverte.³⁰

²⁸ Imágenes recopiladas de Hubei DerunLightingAppliance Co., Ltd. [Consulta: 09 de noviembre 2013] Disponible en: <http://es.made-in-china.com/co_derun5598/>

²⁹ Secretaría de Gobernación, Diario Oficial de la Federación. NOM-017-ENER/SCFI-2012. [Consulta: 09 de noviembre 2013]. Disponible en: <http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5284393&fecha=09/01/2013>

Intervalos de potencia eléctrica	Eficacia luminosa mínima [lm/W]
Menor o igual que 7 [W]	33
Mayor que 7 [W] y menor o igual que 10 [W]	33
Mayor que 14 [W] y menor o igual que 18 [W]	33
Mayor que 18 [W]	40

Tabla 1.4.4 Límites de eficacia luminosa para las Lámparas Fluorescentes Compactas Autobalastradas con reflector.³¹

En la NOM-030-ENER-2012, “Eficacia luminosa de lámparas de diodos emisores de luz (LED) integradas para iluminación general. Límites y métodos de prueba” se menciona que se puede clasificar las lámparas LED en lámparas Direccionales y Omnidireccionales como se muestran en las figuras 1.4.8. y 1.4.9 respectivamente.

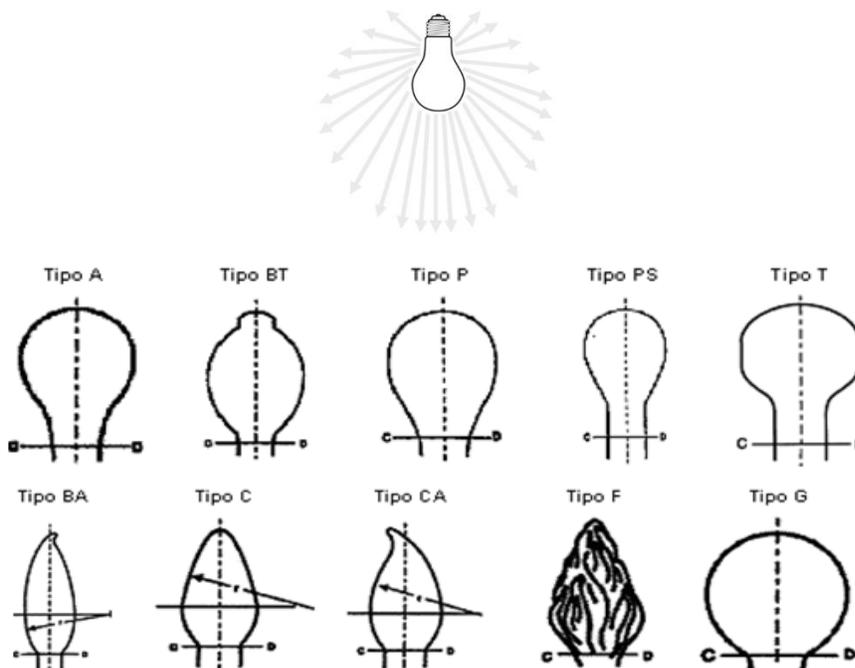


Figura 1.4.8 Lámparas LED Omnidireccionales.³²

³⁰ Secretaría de Gobernación, Diario Oficial de la Federación. NOM-017-ENER/SCFI-2012. [Consulta: 09 de noviembre 2013] Disponible en: <http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5284393&fecha=09/01/2013>

³¹ Secretaría de Gobernación, Diario Oficial de la Federación. NOM-017-ENER/SCFI-2012 [Consulta: 09 de noviembre 2013] Disponible en: <http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5284393&fecha=09/01/2013>

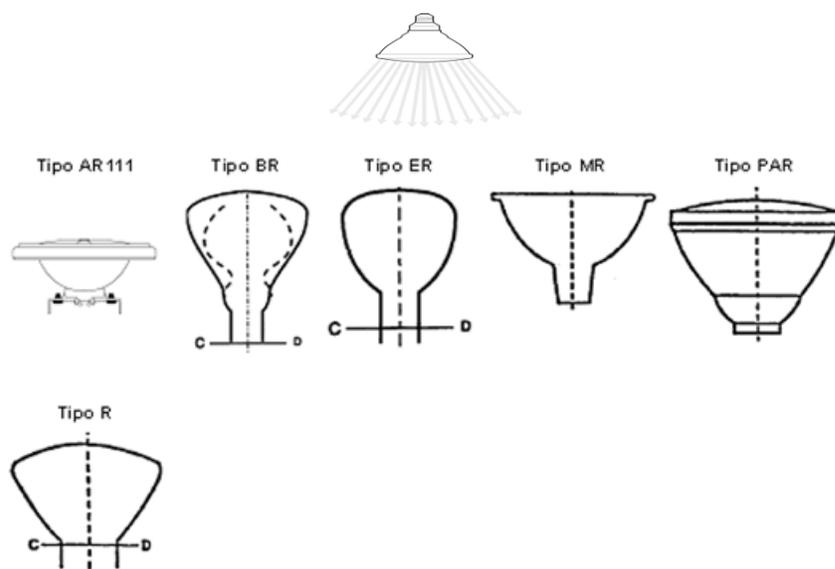


Figura 1.4.9 Lámparas LED Direccionales.³³

El las tablas 1.4.5, 1.4.6 y 1.4.7 se muestra los niveles de eficacia luminosa en LED de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NOM-030-ENER-2012.

Intervalo de flujo luminoso total nominal [lm]	Eficacia luminosa mínima [lm/W]
Menor o igual que 325	50,00
Mayor que 325 y menor o igual que 450	50,00
Mayor que 450 y menor o igual que 800	55,00
Mayor que 800 y menor o igual que 1 100	55,00
Mayor que 1 100 y menor o igual que 1 600	55,00
Mayor que 1 600	55,00

Tabla 1.4.5 Eficacia luminosa mínima para lámparas de LED integradas y omnidireccionales con forma de bulbo A, BT, P, PS y T.³⁴

³² Secretaría de Gobernación, Diario Oficial de la Federación. NOM-017-ENER/SCFI-2012. [Consulta: 09 de noviembre 2013] Disponible en: <http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5284393&fecha=09/01/2013>

³³ Secretaría de Gobernación, Diario Oficial de la Federación. NOM-030-ENER-2012. [Consulta: 09 de noviembre 2013] Disponible en: <http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5256182&fecha=22/06/2012>

Intervalo de flujo luminoso total nominal [lm]	Eficacia luminosa mínima [lm/W]
Menor o igual que 150	40,00
Mayor que 150 y menor o igual que 300	
Mayor que 300	

*Tabla 1.4.6 Eficacia luminosa mínima de las lámparas de LED integradas y omnidireccionales con forma de bulbo BA, C, CA, F y G.*³⁵

Diámetro [cm]	Eficacia luminosa mínima [lm/W]
Menor o igual que 6,35	40,00
Mayor que 6,35	45,00

*Tabla 1.4.7. Eficacia luminosa mínima de las lámparas de LED integradas y direccionales con forma de bulbo AR111, BR, ER, MR, PAR y R.*³⁶

³⁴ Secretaría de Gobernación, Diario Oficial de la Federación. NOM-030-ENER-2012 [Consulta: 09 de noviembre 2013.] Disponible en: <http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5256182&fecha=22/06/2012>

³⁵ Secretaría de Gobernación, Diario Oficial de la Federación. NOM-030-ENER-2012. [Consulta: 09 de noviembre 2013.] Disponible en: <http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5256182&fecha=22/06/2012>

³⁶ Secretaría de Gobernación, Diario Oficial de la Federación. NOM-030-ENER-2012 [Consulta: 09 de noviembre 2013]. Disponible en: <http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5256182&fecha=22/06/2012>

CONCLUSIONES

Un uso más sustentable de la energía va acompañada de tecnologías de uso eficiente y fuentes renovables. Muchas de las tecnologías que se presentan son tecnologías que surgieron hace décadas, solo que es hasta nuestros días que toman tal importancia pues proporcionan alternativas a las tecnologías más comunes en nuestra sociedad. No podemos reducir nuestras decisiones sobre que tecnología utilizar, a una cuestión de si cumple o no con el objetivo que pretendemos pensando sólo en nuestra necesidad, sino que debemos considerar el impacto que esa decisión tendrá en nuestro bienestar físico, económico y también el de nuestro medio ambiente.

Al fin de este capítulo se tiene un conocimiento básico de los principios de funcionamiento de las tecnologías existentes y más concretamente, de los productos que se encuentran en el mercado y que serán evaluados en los capítulos siguientes y que permiten formar un criterio sobre ventajas y desventajas de los mismos.

CAPÍTULO II

CARACTERIZACIÓN DE LA LÍNEA BASE DEL CONSUMO DE ENERGÉTICOS DE LAS VIVIENDAS

INTRODUCCIÓN

El sector residencial es un elemento clave en el contexto energético actual, es el tercer³⁷ consumidor de energía tanto a nivel nacional como internacional, al igual que los demás sectores, presenta un aumento gradual en el consumo de energía. Diversos factores explican la tendencia al alza de sus consumos energéticos, tales como el incremento del número de hogares, el mayor confort requerido por los mismos y, consecuentemente, el aumento de equipamiento. Con el objetivo de minimizar el impacto que este incremento en el consumo genera, se tomarán medidas de ahorro en el hogar. Para esto se debe hacer un cálculo de la energía consumida en una vivienda. Con base en los datos obtenidos, se propondrán medidas que optimicen el uso de los recursos energético en el hogar.

En este capítulo se mostrará el tipo de vivienda en el Conjunto Habitacional Real Toledo de Pachuca, Hidalgo. Se expondrá también, el procedimiento mediante el cual se recabó la información y la manera en que esta se procesa para obtener los indicadores de consumos energéticos, por último, se presentarán estadísticas de consumo de electricidad por concepto de iluminación y del gas L.P. debido al uso del calentador convencional de agua en la ducha.

³⁷ SENER. Indicadores de eficiencia energética en el sector residencia (2011), México. [Consulta: 17 de octubre 2013] Disponible en: <http://www.energia.gob.mx/taller/res/1858/IEE_Mexico.pdf>

2.1 TIPOS DE VIVIENDAS DEL PROYECTO

El concepto de vivienda como urbanización cerrada ha sufrido una variación. La aparición de viviendas de interés social organizadas bajo el esquema de propiedad en condominio se presenta cada vez con mayor frecuencia. Este fenómeno parece ser común en muchas ciudades sin importar el contexto, social, cultural o físico, en donde se emplaza: fenómenos similares pueden observarse en todo México y Latinoamérica, y otros semejantes en Estados Unidos y Europa: es un fenómeno global.

Actualmente, este tipo de urbanización ha sufrido una nueva transformación al surgir una versión híbrida dirigida al sector popular con menores ingresos. En ella, las urbanizaciones cerradas en régimen de condominio están constituidas por viviendas de interés social, particularmente la que conocemos como vivienda tipo económica, cuyo esquema obedece la política de vivienda que el Gobierno Federal ha puesto en marcha a partir del año 2001. Esta versión de vivienda consiste en una extensión de suelo subdividida a manera de fraccionamiento tradicional.

La vivienda económica o Unidad Básica de Vivienda, UBV, es aquella promovida por el Programa Nacional de Vivienda Económica del Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores, INFONAVIT, este tipo de vivienda está dirigida a trabajadores y son financiadas por el Programa Especial de Subsidios y Créditos a la vivienda, PROSAVI, la Sociedad Hipotecaria Federal, SHF, y el propio INFONAVIT. Sus características principales son que sólo posee una habitación de usos múltiples en donde se puedan preparar alimentos, una recámara y un baño completo.

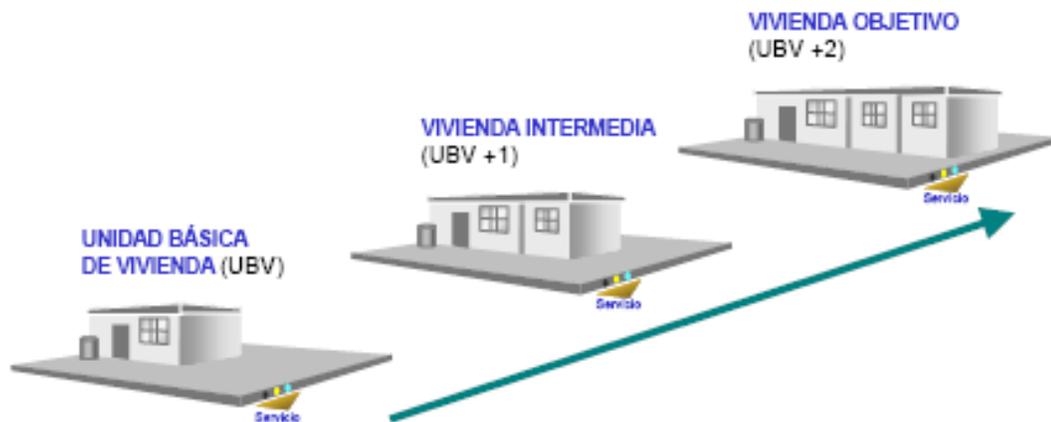


Figura 2.1.1 Proceso de crecimiento de la vivienda tipo económica³⁸.

En su primera etapa -la UBV- se busca que puedan cohabitar cuatro miembros de una familia y conforme aumenten los ingresos de ésta se tenga la posibilidad de ampliarla para que se adecue mejor a las necesidades, debiendo pasar para ello por la UBV+1 – con una habitación adicional- y la UBV+2 o vivienda objetivo -con dos habitaciones adicionales-. La figura 1 muestra el proceso de crecimiento de la vivienda tipo económica, desde su primera etapa hasta la final.

Otra versión de viviendas son los llamados conjuntos o desarrollos habitacionales (unidades habitacionales) que son una agrupación de viviendas que tienen en común las siguientes características:

- Una planeación en conjunto;
- Conservan en común servicios de administración, vigilancia, estacionamiento y mantenimiento de áreas abiertas;
- Mínimo 3 viviendas construidas en forma vertical, horizontal o mixta;
- Se constituyen en régimen de propiedad en condominio.

³⁸ Comisión Nacional de Fomento a la Vivienda, CONAFOVI. [Consulta: 17 de octubre 2013] Disponible en: <<http://www.gobierno.com.mx/conafovi.html>>

Por último definiremos condominio como una forma de apropiación que otorga a su titular el derecho exclusivo de uso, goce y disfrute de su unidad privativa y a la vez el derecho de copropiedad sobre los bienes de uso común.

Para fines de estudio del consumo de energía en viviendas, este trabajo se enfocará en viviendas de interés social y media del tipo casa-habitación del conjunto habitacional denominado Real Toledo y que se encuentra ubicado en la ciudad de Pachuca en el Estado de Hidalgo, México.

La ubicación particular de este conjunto habitacional es la siguiente: Calle Paseo Toledo, Manzana 10, Lote 2, Número 21, Loc. 1, Fraccionamiento Real Toledo.

En la tabla 2.1.1 se muestran los tipos de viviendas con los que cuenta este conjunto habitacional y que serán parte del diagnóstico del consumo energético derivados del uso de electricidad y gas.

CASA HABITACIÓN			
TIPO]	AREA [m²]		ÁREA TOTAL [m²]
	PLANTA BAJA	PLANTA ALTA	
A	NA	NA	NA
B	31.664	33.978	65.642
B1	31.664	33.978	65.642
B3	39.924	61.729	101.653

Tabla 2.1.1 Tipos de casas y áreas totales del conjunto habitacional Real Toledo.

Referencia: Elaboración propia

En la figura 2.2.2 se muestra el plano de conjunto donde se observa el área y la distribución de casas a manera esquemática dentro del conjunto habitacional Real Toledo³⁹.

De acuerdo con la clasificación de la CONAFOVI las viviendas del conjunto habitacional quedarían en la categoría UBV+2

³⁹ Real Toledo. [Consulta: 17 de octubre 2013] Disponible en: <http://www.realparaiso.com/es/desarrollos/hidalgo/real-toledo/toledo/view/>



Figura 2.2.2 Plano de conjunto de Residencial Toledo

2.2 OBTENCIÓN DE LOS CONSUMOS ENERGÉTICOS CONVENCIONALES

Es evidente que una población grande conlleva una demanda energética mayor, así mismo, consumos energéticos más elevados se relacionan con un mayor poder adquisitivo. Algunos factores de utilidad para conocer la demanda energética, la frecuencia de consumo de energías y el tipo de energéticos utilizados en una vivienda son: el área y ubicación geográfica de la residencia, la cantidad de miembros que la habitan, así como la edad, empleo y/o educación de estos. Estos elementos proporcionan un reflejo de las necesidades básicas de los hogares.

Para elaborar el diagnóstico energético del conjunto habitacional Real Toledo, en el estudio CONAVI-CONACYT⁴⁰ se realizó un cuestionario compuesto por 4 módulos. En el primer módulo la información se centró en conocer la cantidad y edad de los habitantes, así como su género y nivel de estudios, también se realizaron preguntas para tener un registro de cantidad de cuartos, focos y ciertos bienes para generar una idea del poder adquisitivo de cada hogar evaluado. El segundo módulo está centrado en el tipo, cantidad, ubicación y duración de operación de los focos empleados en cada casa de estudio. El tercer módulo tiene como objetivo la estimación del consumo de gas LP al mes utilizado para calentar el agua en la ducha. En el cuarto módulo se realizaron una serie de preguntas para conocer la cultura de ahorro de energía de los residentes en la unidad habitacional estudiada.

Con los datos de los cuestionarios completos se procedió a la captura electrónica e integración de los datos recabados. Al no emplearse instrumentos de medición para el estudio, los datos obtenidos en los cuestionarios se procesaron empleando un método indirecto basado en los hábitos de uso de energéticos de los residentes, con lo cual se obtuvo la estimación de los consumos energéticos convencionales de interés por mes y posteriormente por año, mediante la propuesta de un comportamiento típico esperado anual, en función de las estaciones del año, temperaturas, horario de verano y hábitos de higiene más usuales. Lo anterior es representado mediante una curva que se ajustó al valor de 1 para los datos obtenidos mediante las encuestas, y ajustada en función de la variación del consumo acorde con la época del año, así el valor de la curva varía de 0.8 a 1.2, siendo 1 la base. Ver la *Figura 2.4.4 Modelo de simulación de consumo eléctrico durante el año*.

Los cuestionarios que corresponden a las encuestas aplicadas para la obtención de los datos de consumo de electricidad y de gas L.P. en las viviendas son presentados en el anexo 1 Y 2.

⁴⁰ Estudio CONAVI-CONACYT "Medición de consumos energéticos en tiempo real en vivienda de interés social y media implementando tecnologías ahorradoras para establecer parámetros reales de consumo", AÑO 2009. realizado por el Dr. Gabriel León de los Santos y el M.I. Javier Labastida Alvarado

2.3 CUANTIFICACIÓN DE LOS INDICADORES ENERGÉTICOS

Los indicadores energéticos que se consideraron más eficientes de acuerdo al análisis de la información derivadas de los cuestionarios se muestran en la tabla 2.3.1.

TIPO DE CONSUMO	UNIDADES	USO FINAL
Eléctrico	[kWh/día]	Iluminación en viviendas
Gas LP	[kg/mes]	Calentamiento de agua calentador-regadera en viviendas

Tabla 2.3.1 Indicadores energéticos.

La cuantificación de estos indicadores, se realizó a través de estimaciones y modelos de simulación.

2.3.1 MÉTODO DE OBTENCIÓN DE LOS INDICADORES

Para la obtención de los indicadores eléctricos por cada casa, se multiplicó la potencia en Watts (W) de las luminarias instaladas en cada una de las áreas por las horas de uso. El día fue dividido en mañana, tarde, noche y madrugada para poder obtener mediciones más precisas del consumo de energía eléctrica. El resultado de la suma de los consumos eléctricos de cada una de las áreas es igual al consumo total de energía eléctrica por iluminación en [kWh] de la casa en un día.

La ecuación 2.3.1 representa el modelo matemático para la obtención de este indicador.

$$P = \frac{\sum_{i=1}^n p_i HT_i}{1000} [kWh] \quad 2.3.1$$

Donde:

P es la Energía eléctrica consumida al día en [kWh].

p es la potencia en Watts [W] de cada uno de los focos existentes en cada área de las viviendas.

HT son las horas totales [h] de uso de cada uno de los focos en cada área de las viviendas

n es el número de áreas de la vivienda en estudio.

Para la obtención de las horas totales de uso HT en cada área se considera el total de las sumas parciales de las horas de uso en la mañana, tarde, noche y madrugada de acuerdo a la ecuación 2.3.2.

$$HT = \sum_{i=1}^4 h_i \quad [h] \quad 2.3.2$$

Donde:

HT horas de uso de cada foco tomando en cuenta lo siguiente:

$i=1$ horas de uso en la mañana h_1

$i=2$ horas de uso por la tarde h_2

$i=3$ horas de uso por la noche h_3

$i=4$ horas de uso por la madrugada h_4

Dado que al tener una tarifa residencial no importa el horario de uso, el costo de la energía es el mismo para cualquier horario, solo se ajusta de acuerdo al consumo y su respectivo valor de acuerdo a la tarifa residencial 1 de la CFE.

En el siguiente ejemplo se hará uso de las ecuaciones anteriormente descritas para mostrar con mayor claridad la obtención de este cuantificador.

Ejemplo 2.3.1

De los cuestionarios aplicados durante la encuesta, en las siguientes tablas se muestran los datos obtenidos para la casa número 38 Tipo B1.

Área: Sala			Horas de uso[h]			
# de foco	Tipo de foco	Potencia	h1	h2	h3	h4
		p [W]				
1	Incandescente	80	0.167	0	4	0
2	Incandescente	80	0.167	0	3	0

Tabla 2.3.2 Número de focos, potencia y horas de uso en la Sala de la casa 38 Tipo B1.

Fuente: proyecto CONAVI-CONACYT

De la ecuación 2.3.2 se obtienen las horas totales de uso (HT) para cada foco. Entonces para el foco 1 se tiene:

$$HT1 = h1 + h2 + h3 + h4 [h]$$

$$HT1 = 0.167 + 0 + 4 + 0 = 4.167 [h]$$

Del mismo modo, aplicando la ecuación 2.3.2 para el foco 2 se obtiene:

$$HT2 = 0.167 + 0 + 3 + 0 = 3.167 [h]$$

Área: Comedor			Horas de uso[h]			
# de foco	Tipo de foco	Potencia	h1	h2	h3	h4
		$p [W]$				
3	Incandescente	100	0.5	0	2	0

Tabla 2.3.3 Número de focos, potencia y horas de uso en el Comedor de la casa 38 Tipo B1.

Fuente: proyecto CONAVI-CONACYT

De los datos que se muestran en la tabla 2.3.3 y aplicando la ecuación 2.3.2 para el caso del foco 3 se tiene:

$$HT3 = 0.5 + 0 + 2 + 0 = 2.5 [h]$$

Área: Cocina			Horas de uso[h]			
# de foco	Tipo de foco	Potencia	h1	h2	h3	h4
		$p [W]$				
4	Incandescente	80	0.5	0	1	0

Tabla 2.3.4 Número de focos, potencia y horas de uso la Cocina de la casa 38 Tipo B1.

Fuente: proyecto CONAVI-CONACYT

Aplicando 2.3.2 para el caso del foco 4

$$HT4 = 0.5 + 0 + 1 + 0 = 1.5 [h]$$

Área: Recámara 1			Horas de uso[h]			
# de foco	Tipo de foco	Potencia	h1	h2	h3	h4
		p [W]				
5	Incandescente	80	0.333	0	2	0

Tabla 2.3.5 Número de focos, potencia y horas de uso en la Recámara 1 de la casa 38 Tipo B1.

Fuente: proyecto CONAVI-CONACYT

Aplicando 2.3.2 para el caso del foco 5

$$HT5 = 0.333 + 0 + 2 + 0 = 2.333 \text{ [h]}$$

Área: Recámara 2			Horas de uso[h]			
# de foco	Tipo de foco	Potencia	h1	h2	h3	h4
		p [W]				
6	Incandescente	80	0.5	0	1	0

Tabla 2.3.6 Número de focos, potencia y horas de uso en la Recámara 2 de la casa 38 Tipo B1.

Fuente: proyecto CONAVI-CONACYT

Aplicando 2.3.2 para el caso del foco 6

$$HT6 = 0.5 + 0 + 1 + 0 = 1.5 \text{ [h]}$$

Área: Recámara 3			Horas de uso[h]			
# de foco	Tipo de foco	Potencia	h1	h2	h3	h4
		p [W]				
7	Incandescente	80	0	0	0.333	0

Tabla 2.3.7 Número de focos, potencia y horas de uso en la Recámara 3 de la casa 38 Tipo B1.

Fuente: proyecto CONAVI-CONACYT

Aplicando 2.3.2 para el caso del foco 7

$$HT7 = 0 + 0 + 0.333 + 0 = 0.333 \text{ [h]}$$

Área: Baño 1			Horas de uso[h]			
# de foco	Tipo de foco	Potencia	h1	h2	h3	h4
		p [W]				
8	Incandescente	60	0.5	0	0.5	0

Tabla 2.3.8 Número de focos, potencia y horas de uso en el Baño 1 de la casa 38 Tipo B1.

Fuente: proyecto CONAVI-CONACYT

Aplicando 2.3.2 para el caso del foco 8

$$HT8 = 0.5 + 0 + 0.5 + 0 = 1.0 [h]$$

Área: Baño 2			Horas de uso[h]			
# de foco	Tipo de foco	Potencia	h1	h2	h3	H4
		p [W]				
9	Incandescente	60	0.167	0.167	0.333	0

Tabla 2.3.9 Número de focos, potencia y horas de uso en el Baño 2 de la casa 38 Tipo B1.

Fuente: proyecto CONAVI-CONACYT

Aplicando 2.3.2 para el caso del foco 9

$$HT9 = 0.167 + 0.167 + 0.333 + 0 = 0.667 [h]$$

Área: Pasillo 1			Horas de uso[h]			
# de foco	Tipo de foco	Potencia	h1	h2	h3	h4
		p [W]				
10	Incandescente	60	0.5	0	3	0

Tabla 2.3.10 Número de focos, potencia y horas de uso en el Pasillo 1 de la casa 38 Tipo B1.

Fuente: proyecto CONAVI-CONACYT

Aplicando 2.3.2 para el caso del foco 10

$$HT10 = 0.5 + 0 + 3 + 0 = 3.5 [h]$$

Área: Jardín			Horas de uso[h]			
# de foco	Tipo de foco	Potencia	h1	h2	h3	h4
		<i>p</i> [W]				
11	Incandescente	60	0	0	1	0

Tabla 2.3.11. Número de focos, potencia y horas de uso en el Jardín de la casa 38 Tipo B1.

Fuente: proyecto CONAVI-CONACYT

Aplicando 2.3.2 para el caso del foco 11

$$HT_{11} = 0 + 0 + 1 + 0 = 1.0 [h]$$

Área: Cochera			Horas de uso[h]			
# de foco	Tipo de foco	Potencia	h1	h2	h3	h4
		<i>p</i> [W]				
12	Fluorescente	25	0	0	2	0

Tabla 2.3.12 Número de focos, potencia y horas de uso en la Cochera de la casa 38 Tipo B1.

Fuente: proyecto CONAVI-CONACYT

Aplicando 2.3.2 para el caso del foco 12

$$HT_{12} = 0 + 0 + 2 + 0 = 2.0 [h]$$

Una vez obtenidas las horas totales de uso (**HT**) de cada una de los focos existentes en cada área, procedemos aplicar 2.3.1 para obtener el consumo eléctrico total debido a la iluminación y así determinar el consumo de energía eléctrica (**P**) por día de la casa en estudio debido a la iluminación. Entonces se tiene que:

$$P = [(80 \times 4.167) + (80 \times 3.167) + (100 \times 2.5) + (80 \times 1.5) + (80 \times 2.333) + \dots + (80 \times 1.5) + (80 \times 0.333) + (60 \times 1.0) + (60 \times 0.667) + (60 \times 3.5) + (60 \times 1.0) + \dots + (25 \times 2.0)] / 1000$$

$$P = 1.71 [kWh]$$

Como se mencionó anteriormente, este es el valor total del consumo de energía eléctrica por día en la vivienda número 38 Tipo B1 debido a la iluminación.

Para la obtención de los indicadores del consumo de gas L.P. debido al calentamiento de agua por el uso de la ducha, se consideran los kilogramos de gas L.P. que se consumen durante un mes en cada vivienda. Para ello es necesario conocer el tipo de calentador empleado para determinar su eficiencia, el poder calorífico PCI del gas L.P. a condiciones ISO en $[J/m^3]$, el gasto de agua mínimo por ducha dado en litros por minuto $[L/min]$, el tiempo de uso total de la ducha en el que se toma en cuenta el número de personas y las veces en que es usada, la temperatura de inicio del agua a partir de la cual se calienta y la temperatura final de confort del agua que es empleada para su uso en la ducha.

Para ello, se parte de la ecuación 2.3.3 que corresponde a la ecuación del calor específico y así poder determinar la cantidad de calor necesaria para elevar la temperatura del agua a los rangos requeridos para su uso en la ducha.

$$Q = mcp\Delta T \text{ [kJ]} \quad 2.3.3$$

De donde:

Q es el calor que se absorbe durante el calentamiento del agua.

m es la masa del agua calentada en $[kg]$

cp es la capacidad térmica específica del agua igual a $4.186 \text{ [kJ/kg } ^\circ\text{C]}$

ΔT incremento de la temperatura de la masa del agua ($t_f - t_i$) en $^\circ\text{C}$

Con la información obtenida de las encuestas aplicadas, se pueden determinar los valores del tiempo de uso total en la ducha considerando el número de personas que hacen uso de ella y las veces en que es utilizada. En este punto es necesario considerar que los valores de gasto de agua mínimo y máximo que especifica la NOM-008-CNA-1998 por ducha son respectivamente 4.0 [L/min] y 10 [L/min] .

Cuando el gasto mínimo sea menor a 3.8 [L/min] se podrá calificar como “ecológica”, en ningún caso se podrá rebasar el gasto máximo⁴¹.

⁴¹ ANCE. Especificación de calentadores para agua que utilizan combustible de gas destinados a ser usadas en desarrollos de “Hipoteca verde” (2012). Página 6

Para el caso particular de las viviendas en estudio el gasto mínimo será considerado de 3 [L/min].

Ejemplo 2.3.2

Para hacer uso de la ecuación 2.3.3 tomamos los datos obtenidos en la encuesta para la casa 38 Tipo B1 y que son mostrados en la tabla 2.3.2.

No. de baños con regadera	Tipo de calentador	Eficiencia Ef	No. de personas	Días a la semana que se toma baño	Tiempo que tarda en bañarse [min]
			A	B	C
1	Gas butano ⁴²	0.62	3	6	10

Tabla 2.3.13 Valores obtenidos de la encuesta para uso de la ducha de la casa 38 Tipo B1.

Fuente: proyecto CONAVI-CONACYT

De los datos mostrados en la tabla 2.3.2 se obtiene el tiempo de uso total t [min/mes] de la ducha de la siguiente manera:

$$t = \frac{[(A \times B \times C)]30}{7} \quad [\text{min/mes}]$$

Sustituyendo los valores en la ecuación anterior se obtiene:

$$t = 771.43 \quad [\text{min/mes}]$$

Ahora bien, considerando el valor del caudal mínimo para un servicio de ducha igual a 3 [L/min] se tiene que el consumo de agua al mes es:

$$q = \text{Caudal mínimo} \times t \quad [L/mes]$$

⁴² Calentador de depósito

$$q = (3 \text{ L/min}) \times (771.43 \text{ min/mes}) [\text{L/mes}]$$

$$q = 2314.28 [\text{L/mes}]$$

A partir de este resultado se obtiene la masa en kilogramos del agua que se consume en la vivienda por el uso de la ducha y cuyo valor es $m = 2314.28 [\text{kg/mes}]$.

La temperatura media ambiente en la ciudad de Pachuca, Hidalgo es de $14.8 [^{\circ}\text{C}]$ ⁴³ (aproximadamente $15 [^{\circ}\text{C}]$). Este último valor será útil para fines de cálculo ya que se considera como el valor inicial de la temperatura a la cual se encuentra el agua que será calentada. Por otra parte, la temperatura de confort, es la temperatura del agua a la cual se baña una persona, valor que se considera de $38[^{\circ}\text{C}]$ como límite inferior y de $44[^{\circ}\text{C}]$ como límite máximo. Así mismo, la temperatura de entrega en punto de uso, es la temperatura de agua que deberá registrarse a la salida de la ducha y que se considera con un valor de $42[^{\circ}\text{C}] \pm 2[^{\circ}\text{C}]$ ⁴⁴.

Con lo anterior puede obtenerse el diferencial de temperatura ΔT considerando las temperaturas de entrega en punto de uso como se muestran en la tabla 2.3.14.

Rango	Temperatura [C]
Tibia	43
Caliente	46
Muy caliente	48

Tabla 2.3.14 Temperaturas de entrega de agua en punto de uso.

Fuente: proyecto CONAVI-CONACYT

Entonces, de los datos de la encuesta para la casa 38 Tipo B1 se tiene que:

$$t_i = 15 [^{\circ}\text{C}]$$

$$t_f = 46 [^{\circ}\text{C}]$$

$$\Delta T = 31 [^{\circ}\text{C}]$$

⁴³ Normales Climatológicas CONAGUA, Pachuca, Hgo. Período 1981-2000.

⁴⁴ Especificación de calentadores para agua que utilizan combustible de gas destinados a ser usadas en desarrollos de "Hipoteca verde". Página 1

En resumen, $m = 2314.28$ [kg/mes], $cp = 4.186$ [kJ/kg °C] y $\Delta T = 31$ [°C]. Sustituyendo estos valores en la ecuación 2.3.2 se obtiene el calor que se absorbe durante el calentamiento del agua.

$$Q = 300,314.85 \text{ [kJ/mes]}$$

El poder calorífico superior es la cantidad de calor que produce una unidad de masa o de volumen de combustible durante su combustión. El poder calorífico inferior es la diferencia entre el poder calorífico superior y la energía necesaria para evaporar toda la humedad presente en los gases de combustión residuales⁴⁵. Para el caso del gas L.P., el poder calorífico superior PCS e inferior PCI a condiciones ISO ($P = 101,325$ [kPa] y $T = 288.65$ [K]) son respectivamente $PCS = 49\,000$ [kJ/kg] y $PCI = 46\,054.8$ [kJ/kg]⁴⁶.

La relación entre la cantidad de energía que se consume por el calentamiento del agua durante un mes y el valor del poder calorífico superior del gas L.P. da como resultado el consumo de gas L.P. durante un mes en la vivienda 38 Tipo B1. Esto es:

$$\text{Consumo de gas L.P.} = Q/PCS = (300,314.85 \text{ [kJ/mes]})/(49\,000 \text{ [kJ/kg]})$$

$$\text{Consumo de gas L.P.} = 6.129 \text{ [kg/mes]}$$

Multiplicando por el factor de ajuste $PCS/PCI = 1.06$

$$\text{Consumo de gas L.P.} = 6.496 \text{ [kg/mes]}$$

Y dividiendo entre la eficiencia E_f del calentador que es igual a 0.62 ⁴⁷

$$\text{Consumo de gas L.P.} = 10.47 \text{ [kg/mes]}$$

⁴⁵ NOM-003-ENER-2011, Eficiencia térmica de calentadores de agua para uso doméstico y comercial. Límites, métodos y etiquetado. Página 5.

⁴⁶ CONAEE. [Consulta]: 29 de Octubre de 2013] Disponible en: <http://www.conae.gob.mx> CONUUE Tabla 3.2 Poderes caloríficos típicos de combustibles gaseosos y líquidos.>

⁴⁷ Dependiendo del tipo de calentador, la eficiencia puede alcanzar un valor hasta de 0.84

Que es finalmente el valor del consumo de gas L.P. que se utiliza durante un mes, debido al calentamiento del agua para el uso en la ducha de la vivienda número 38 Tipo B1.

Para la obtención de los indicadores energéticos de todas las viviendas en estudio, los datos encuestados serán trabajados en hojas de cálculo como herramienta para hacer más simples los cálculos que fueron mostrados en este tema sólo para la casa número 38 Tipo B1.

Debido a que no se cuenta con mediciones en tiempo real de los consumos tanto de iluminación como de gas L.P. en las viviendas, se recurre a este procedimiento analítico para estimar los indicadores energéticos basados en los datos encuestados y que toman en cuenta el punto de vista de una sola persona por lo que puede existir discrepancia entre los valores estimados con el procedimiento anterior y los consumos reales de las viviendas.

2.4 VALORES MENSUALES DE CONSUMO ELÉCTRICO Y DE COMBUSTIBLES

El punto de partida para el análisis es el consumo de energía eléctrica por concepto de iluminación que se tiene en cada vivienda durante un día, con base en los resultados de la encuesta, se tomaron parámetros que permiten hacer un cálculo aproximado del consumo energético en las viviendas en estudio. De acuerdo a la metodología descrita en el tema anterior, se obtuvieron los resultados mostrados en la tabla 2.4.1 mismos que muestran el consumo diario debido a la iluminación por cada vivienda en [kW], el tipo y el número de casa. Cabe señalar que el estudio original se realizó a 81 viviendas del conjunto habitacional, sin embargo, fueron descartadas 65 por no completar la evaluación. De acuerdo con los resultados se pudo construir la línea base del consumo diario de cada casa y que se muestran en la figura 2.4.1.

Número de casa	Tipo	Consumo eléctrico total al día [kW] por concepto de iluminación
11	B1	0.72
18	B1	0.48
20	B1	0.48
21	B1	1.17
28	B1	0.30
38	B1	1.46
42	B1	0.26
51	B1	1.73
54	B1	0.75
56	B1	0.96
58	B1	1.18
60	B1	3.70
61	B1	0.98
65	B1	0.54
68	B1	0.21
70	B1	0.27

Tabla 2.4.1 Valores de consumo eléctrico al día en las viviendas en estudio.

Fuente: Elaboración propia

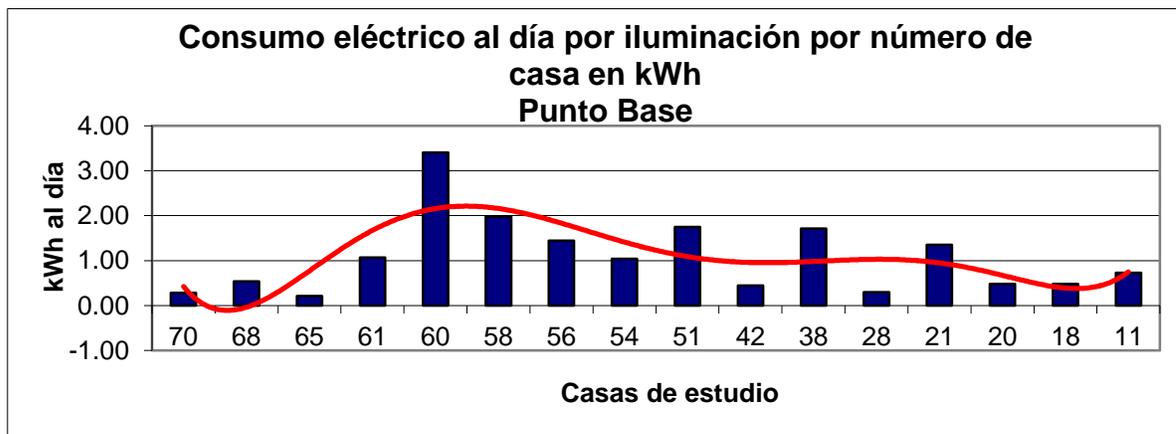


Figura 2.4.1 Punto base de consumo eléctrico debido a iluminación por casa.

Fuente: Elaboración propia

Tomando como referencia nuestro punto base se observa en la figura 2.4.2 que no existe un patrón de consumo de energía para un tipo de casa, el dispendio de energía eléctrica debido a la iluminación varía aun en el mismo tipo de casa. Esta variación se

debe en gran medida al tipo de luminaria usada en cada casa así como a los hábitos de uso.

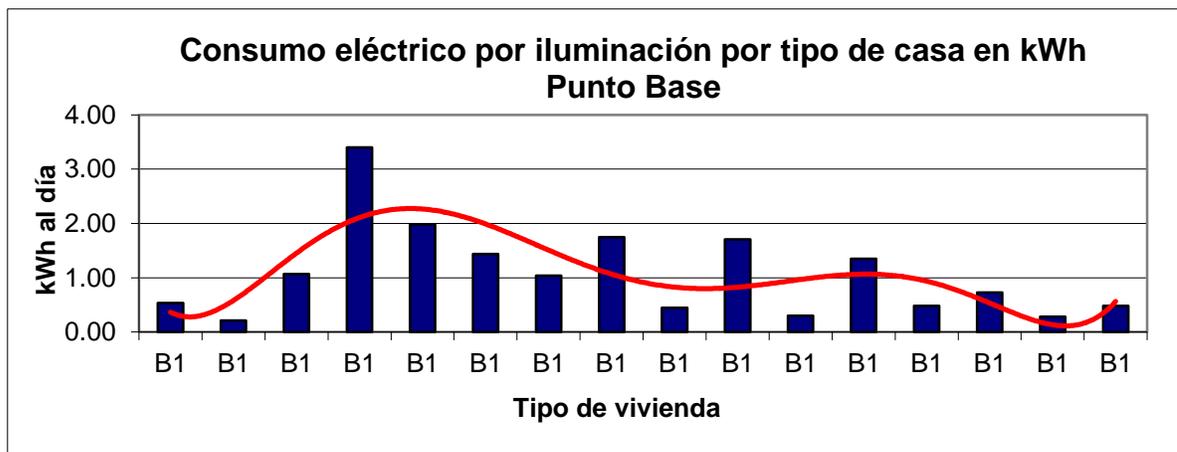


Figura 2.4.2 Punto base de consumo eléctrico debido a la iluminación por tipo de casa.

Fuente: Elaboración propia

Los cálculos fueron hechos tomando como punto de partida datos generalizados provenientes de la percepción de una sola persona de la vivienda sin contarse con el apoyo de los demás integrantes, razón por la cual, debe considerarse una desviación grande en los resultados. Así mismo, los consumos deben cambiar de acuerdo a la entrada del horario de verano, esperando que durante esta temporada, se obtenga un menor consumo por concepto de iluminación, no obstante, es posible que la reducción sea casi imperceptible por el usuario en el recibo eléctrico.

2.4.1 TIPOS DE TARIFA

Conforme a los lineamientos de la Comisión Federal de Electricidad (CFE), existen 7 tarifas domésticas generales y una de alto consumo (DAC) como se muestran en la tabla 2.4.2. Las 7 tarifas domésticas, de la 1 a la 1F, están estructuradas en tres rangos o bloques de consumo: básico, intermedio y excedente. El rango básico tiene el cargo más bajo y el mayor nivel de subsidio, en tanto que el intermedio conlleva un cargo mayor y, por consiguiente, un subsidio menor mientras que en el rango excedente el cargo es mayor al de los rangos anteriores y el nivel de subsidio unitario se reduce respecto al rango anterior.

Una característica del esquema tarifario vigente es que con la entrada del verano se reducen los cargos de las distintas tarifas domésticas (1A, 1B, 1C, 1D, 1E y 1F) y se amplían los umbrales de consumo en función de la temperatura de cada localidad (a mayor temperatura de la localidad, mayor rango de consumo), por lo tanto, el consumo de energía eléctrica se incrementa.

Tarifa	Uso final	Demanda/Tensión	Regionalización	Estructura
1, 1A, 1B, 1C, 1D, 1E, 1F	Doméstico	No hay requisito/Baja tensión	Por temperatura	Cargo por energía en bloques de consumo
DAC	Doméstico para alto consumo	Demanda superior a 250kWh/mes /baja tensión	Por temperatura	Cargo fijo + Cargo por energía en bloques de consumo

Tabla 2.4.2 Estructura tarifaria residencial de CFE

Estas tarifas se aplican según la localidad y de acuerdo con la temperatura media registrada en los meses de verano. La clasificación de las tarifas se muestra en la tabla 2.4.3.

1	Servicio doméstico
1A	Servicio doméstico para localidades con temperatura media mínima en verano de 25 °C.
1B	Servicio doméstico para localidades con temperatura media mínima en verano de 28 °C.
1C	Servicio doméstico para localidades con temperatura media mínima en verano de 30 °C.
1D	Servicio doméstico para localidades con temperatura media mínima en verano de 31 °C.
1E	Servicio doméstico para localidades con temperatura media mínima en verano de 32 °C.
1F	Servicio doméstico para localidades con temperatura media mínima en verano de 33 °C.
DAC	Alto Consumo

Tabla 2.4.3 Clasificación de tarifas CFE⁴⁸

⁴⁸ Tarifas, Comisión Federal de Electricidad CFE. [Consulta: 03 de Noviembre de 2013]. Disponible en: <http://app.cfe.gob.mx/Aplicaciones/CCFE/Tarifas/Tarifas/Tarifas_casa.asp?Tarifa=DACTAR1A&anio=2013>

De acuerdo con la tabla 2.4.3, la tarifa aplicable al proyecto ubicado en Pachuca, Hidalgo, será la 1, esta tarifa se aplicará a todos los servicios que destinen la energía para uso exclusivamente doméstico, para cargas que no sean consideradas de alto consumo de acuerdo a lo establecido en la Tarifa DAC, conectadas individualmente a cada residencia, apartamento, apartamento en condominio o vivienda. Para la tarifa 1, los cargos promedio por energía consumida, para el año 2013, se muestran en la tabla 2.4.4.

Consumo básico	\$0.773	Por cada uno de los primeros 75 (setenta y cinco) kilo watts-hora.
Consumo intermedio	\$0.944	Por cada uno de los siguientes 65 (sesenta y cinco) kilo watts-hora.
Consumo excedente	\$2.759	Por cada kilo watt-hora adicional a los anteriores.

Tabla 2.4.4 Cargos promedio por energía consumida año 2013⁴⁹

En la figura 2.4.3 se puede observar el comportamiento de la tarifa 1 a través del tiempo⁵⁰.

⁴⁹ Tarifas, Comisión Federal de electricidad CFE. [Consulta: 03 de Noviembre de 2013]. Disponible en: <http://app.cfe.gob.mx/Aplicaciones/CCFE/Tarifas/Tarifas/tarifas_casa.asp?Tarifa=DACTAR1&Anio=2013&mes=9&imprime=>>

⁵⁰ Estadísticas de Comisión Federal de Electricidad CFE. [Consulta: 03 de Noviembre de 2013] Disponible en: <http://app.cfe.gob.mx/Aplicaciones/CCFE/Tarifas/Tarifas/Tarifas_casa.asp?Tarifa=DACTAR1&anio=2013>>

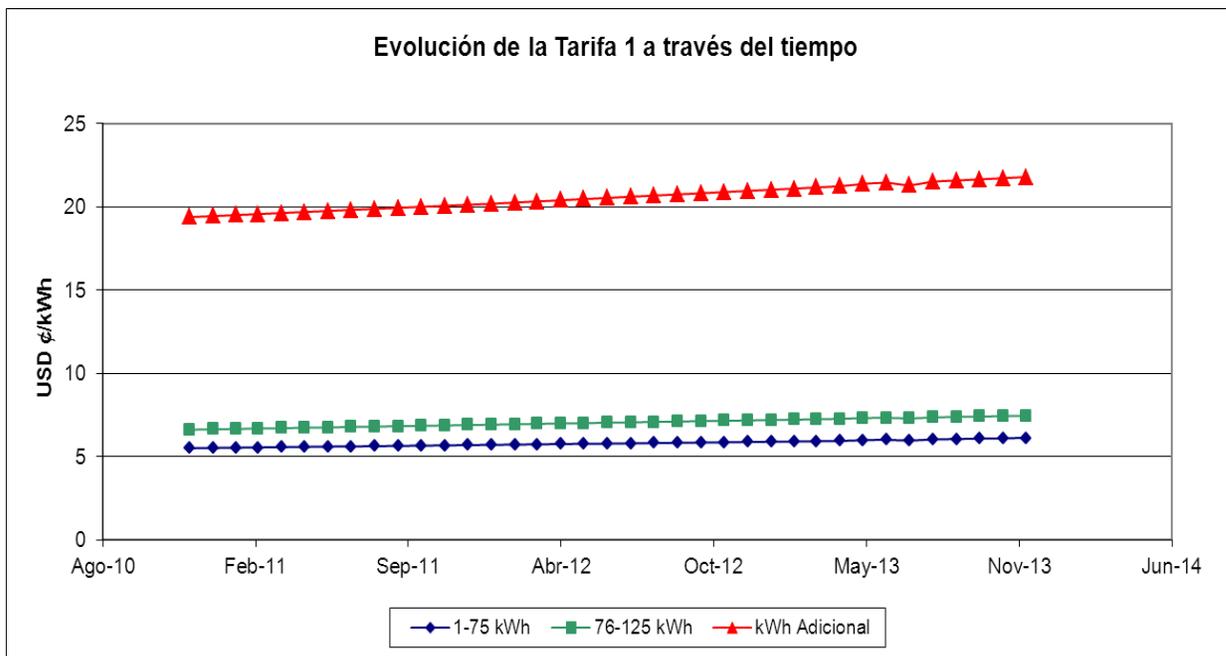


Figura 2.4.3 Evolución de la tarifa 1 a través del tiempo

Fuente: Elaboración propia

Una vez determinada la línea base de consumo puntual, el siguiente paso en el estudio fue considerar un modelo típico de consumo de electricidad en casa habitación, el cual está constituido por una ecuación polinomial de sexto grado y cuya gráfica se presenta en la figura 2.4.4. La gráfica nos muestra el consumo a lo largo del año con variaciones porcentuales comunes para cada época. Debido a que únicamente se cuenta con datos puntuales, esta curva servirá para determinar el consumo de las viviendas a lo largo del año.

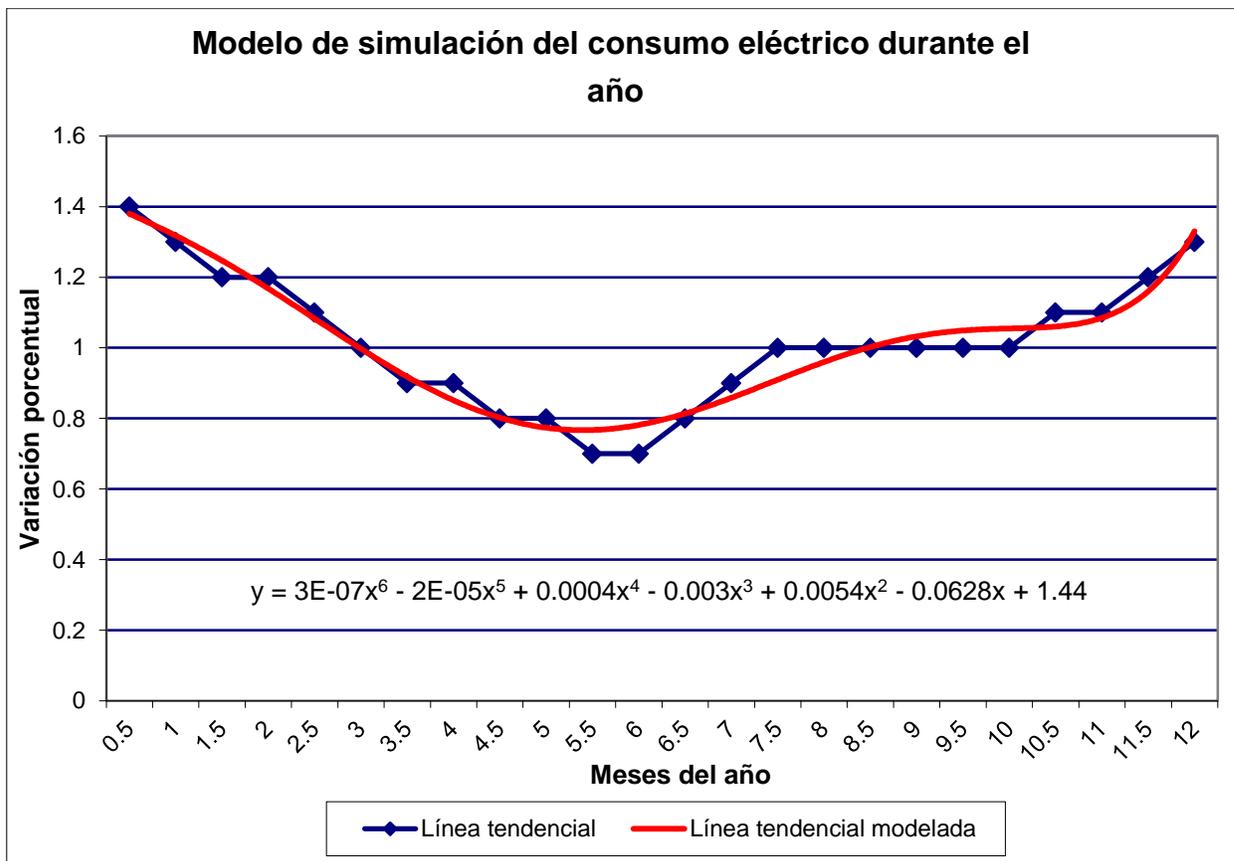


Figura 2.4.4 Modelo de simulación de consumo eléctrico durante el año

Fuente: Elaboración propia, ajustado del modelo del proyecto CONAVI-CONACYT

Para determinar el consumo eléctrico por día en cada una de las viviendas, se consideran los tipos de focos que se utilizan en cada una de las casas así como la clase de uso que se le da a cada uno de ellos durante el día. A partir del consumo eléctrico diario por concepto de iluminación en cada una de las casas, se procede a calcular el consumo quincenal de las viviendas aplicando factores típicos de consumo y la curva de simulación obtenida anteriormente, de ésta manera se determina el consumo de la vivienda a lo largo del año. A partir del consumo anual y del precio de la energía se obtuvo el costo total de electricidad durante el año, y se le asigna a cada una de las casas el tipo de tecnología que utiliza para su iluminación como se muestra en la tabla 2.4.5.

Casa	Consumo base usado para establecer costo [kWh/mes]	Costo medio del kWh [\$/kWh]	Consumo eléctrico anual [kWh]	Costo anual de electricidad [\$/kWh]	Tipo de Foco	Potencia [W]
11	21.60	0.777	263.52	204.75	Fluorescente	20
18	14.40	0.777	175.68	136.50	Incandescente	60
20	14.40	0.777	175.68	136.5	Incandescente	60
21	35.10	0.777	428.22	332.73	Fluorescente	60
28	9.00	0.777	109.80	85.31	Fluorescente	40
38	43.70	0.777	533.13	414.24	Incandescente	80
42	7.95	0.777	96.99	75.36	Incandescente	60
51	51.75	0.777	631.35	490.56	Incandescente	75
54	22.49	0.777	274.35	213.17	Incandescente	20
56	28.80	0.777	351.36	273	Fluorescente	40
58	35.40	0.777	431.88	335.57	Incandescente	100
60	111.00	0.777	1354.20	1052.21	Incandescente	100
61	29.40	0.777	358.68	278.69	Fluorescente	20
65	16.13	0.777	196.72	152.85	Incandescente	100
68	6.37	0.777	77.77	60.43	Fluorescente	25
70	8.10	0.777	98.82	76.78	Fluorescente	15

Tabla 2.4.5 Consumo eléctrico proyectado anual

Fuente: Elaboración propia

2.4.2 CONSUMO DE GAS L.P. MENSUAL

El consumo de gas L.P. por concepto del uso de la ducha se calcula con los resultados obtenidos en la encuesta. Como se mencionó anteriormente, se toma en cuenta el tipo de calentador instalado en la vivienda, el número de habitantes por casa, tiempo de permanencia en la ducha, temperatura del agua al bañarse y flujo de agua, entre otros. Además, se consideraran datos como la eficiencia de los calentadores de agua. De acuerdo a la metodología descrita en el tema anterior, se obtienen los resultados mostrados en la tabla 2.4.6 mismos que muestran el consumo mensual por vivienda. Con los resultados obtenidos se determina el consumo de gas y se construye la línea base puntual como se muestra en la figura 2.4.6.

Número de casa	Tipo	Consumo de gas L.P./mes
11	B1	14.72
18	B1	3.68
20	B1	10.86
21	B1	6.01
28	B1	10.86
38	B1	10.47
42	B1	22.07
51	B1	21.18
54	B1	7.36
56	B1	8.15
58	B1	14.72
60	B1	24.44
61	B1	4.07
65	B1	7.36
68	B1	7.88
70	B1	26.01

Tabla 2.4.6 Valores de consumo de gas L.P. al mes en las viviendas en estudio

Fuente: Elaboración propia

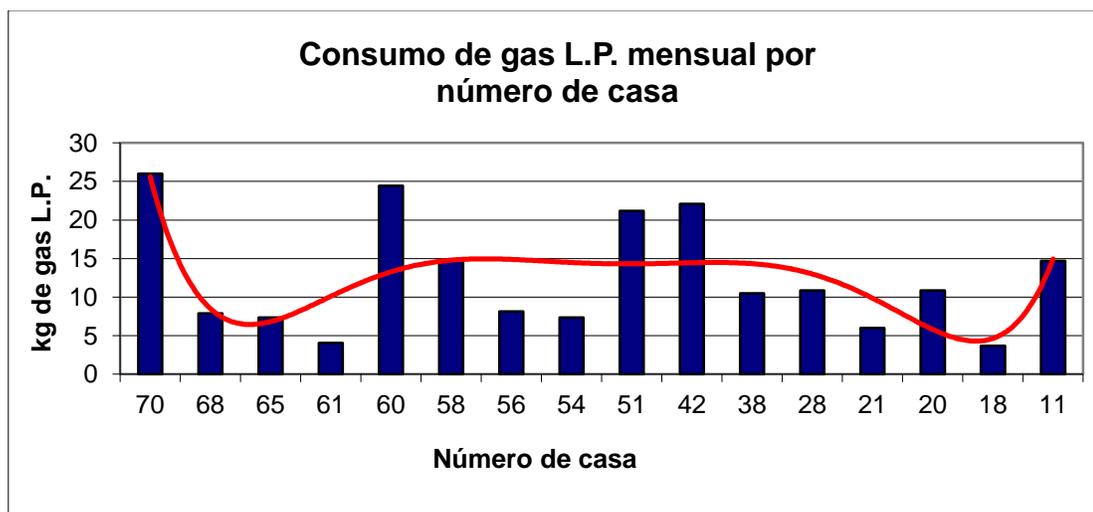


Figura 2.4.5 Consumo de gas L.P. mensual de las viviendas

Fuente: Elaboración propia

Cabe señalar que el consumo de gas no es constante a lo largo del año, ya que en temporada de invierno, el consumo debe aumentar considerablemente. De la misma manera que en el consumo eléctrico, no se presenta un patrón de consumo de acuerdo al tipo de casa, es posible que las variaciones se deban principalmente al número de habitantes, tiempo de uso de cada ducha y número de veces por semana en que es utilizada, como se muestra en la figura 2.4.6

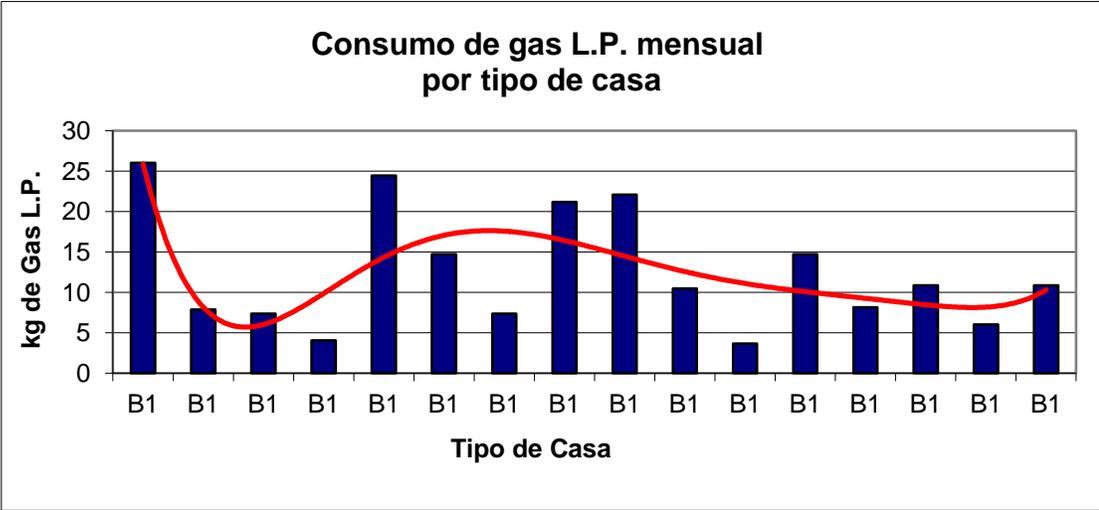


Figura 2.4.6 Consumo de gas L.P. de acuerdo al tipo de casa
Fuente: Elaboración propia

2.4.3 PRECIO DEL GAS L.P. EN PACHUCA DE SOTO, HIDALGO

De acuerdo con la Secretaría de Energía (SENER)⁵¹, el precio del gas L.P. para la región 99, es decir, Pachuca de Soto, Hidalgo, a Octubre del año 2013 es de \$12.58 por kilogramo de gas LP. En la figura 2.4.7 se puede apreciar el comportamiento del precio del gas LP en la región, en los últimos años.

⁵¹ Estadísticas de la Secretaría de Energía (SENER). [Consulta: 05 de Noviembre de 2013]. Disponible en: <<http://www.sener.gob.mx/res/91/Precios.xls>>

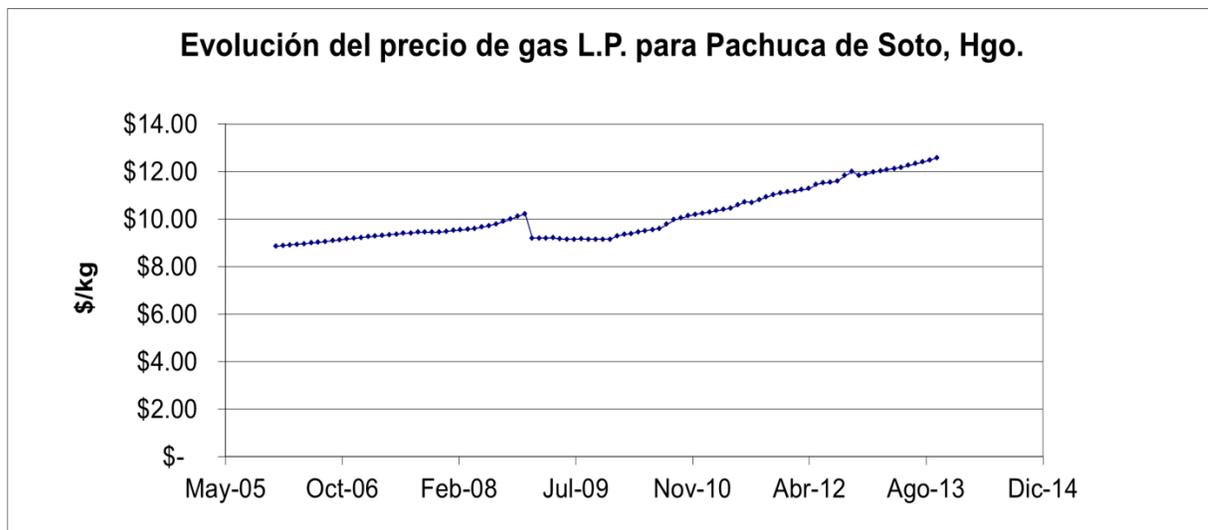


Figura 2.4.7 Precio de gas L.P. en Pachuca de Soto, Hidalgo.

Fuente: Elaboración propia

Una vez determinado el punto base de consumo de gas L.P. para cada una de las casas, se procede, al igual que en la evaluación eléctrica, a la aplicación de un modelo de simulación de consumo de gas de acuerdo a la temperatura y tipo de uso a lo largo del año, típicos en casa habitación. El modelo, como se muestra en la figura 2.4.9, está constituido por medio de un polinomio de sexto grado y sirve para hacer la proyección del consumo anual de gas L.P.

Por otro lado, se toma en cuenta la clase de calentador, ya sea de depósito o de paso para conocer su eficiencia, además de parámetros esenciales como el poder calorífico del gas L.P., la densidad del agua, diferencias de temperatura, entre otros. Adicionalmente, se emplean los reportes arrojados por las encuestas, en cuanto a hábitos de consumo, tales como tiempo de permanencia en la ducha, temperaturas generales del agua, número de integrantes en la familia, además de otros. Posteriormente, considerando un flujo de agua en la regadera de 3 [L/min] y con la ayuda de los datos anteriores, se procede a calcular el consumo quincenal de gas a lo largo del año de acuerdo al modelo de simulación planteado inicialmente. Los datos obtenidos se muestran en la tabla 2.4.7.

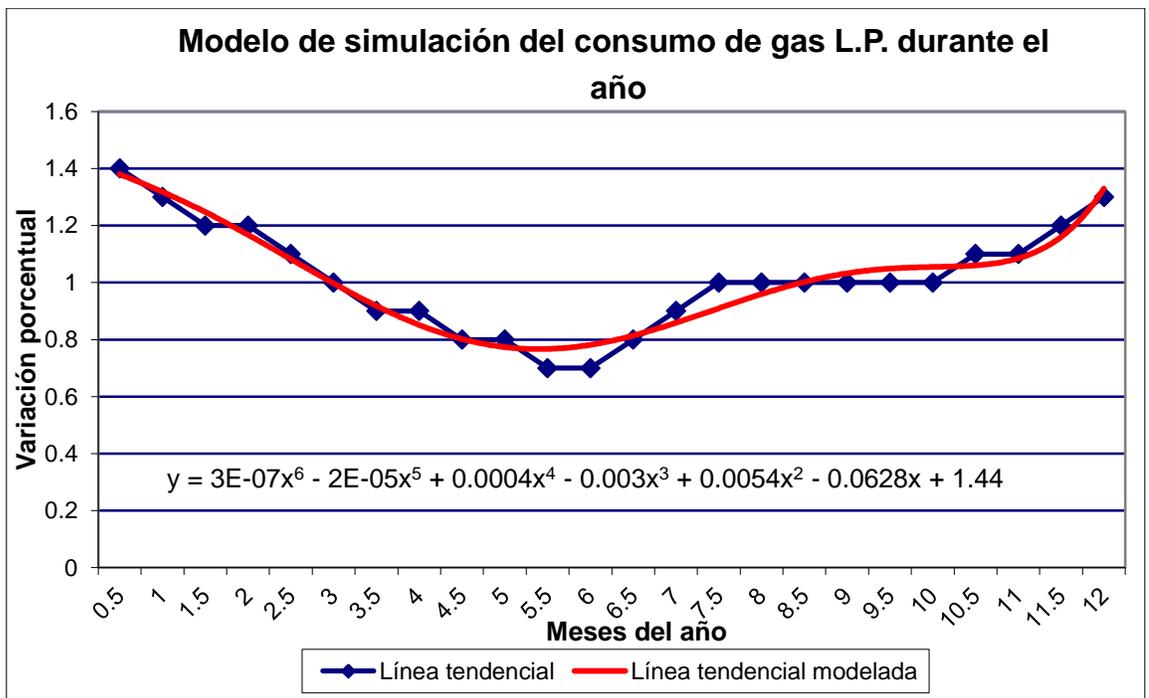


Figura 2.4.8 Modelo de simulación del consumo de gas L.P. durante el año

Fuente: Elaboración propia, ajustado en base al modelo del proyecto CONAVI-CONACYT

Casa	Consumo base quincenal	Costo medio del Gas LP [\$/kg]	Consumo Anual [kg]	Costo Anual [\$]
70	13.01	12.25	317.38	3887.88
68	3.94	12.25	96.18	1178.15
65	3.68	12.25	89.76	1099.6
61	2.04	12.25	49.69	608.71
60	12.22	12.25	298.14	3652.26
58	7.36	12.25	179.53	2199.21
56	4.07	12.25	99.38	1217.42
54	3.68	12.25	89.76	1099.6
51	10.59	12.25	258.39	3165.29
42	11.04	12.25	269.29	3298.81
38	5.24	12.25	127.78	1565.25
28	5.43	12.25	132.51	1623.22
21	3.01	12.25	73.35	898.57
20	5.43	12.25	132.51	1623.22
18	1.84	12.25	44.88	549.8
11	7.36	12.25	179.53	2199.21

Tabla 2.4.7 Consumo de gas L.P. proyectado anualmente

Fuente: Elaboración propia, con datos de la encuesta CONAVI-CONACYT

En los anexos 3 y 4 se muestran las líneas base por el consumo de electricidad debido a la iluminación y de gas L.P. debido al uso de la ducha de cada una de las casas.

CONCLUSIONES

Dado que es de gran importancia el consumo energético y de igual manera el costo que éste representa tanto en términos económicos como en términos ambientales, si se ha de hacer una propuesta que permita evaluar, comparar y decidir, entonces este capítulo es de igual importancia.

La caracterización de la línea base del consumo energético nos permite tener un conocimiento que se pretende sea lo más concreto y objetivo posible. Este conocimiento se toma como cimentación en este trabajo de investigación para poder llegar a conclusiones viables aplicables a una comunidad que bajo las tendencias de desarrollo actual de vivienda puede representar un alto porcentaje de la población. En la obtención de esta línea base de consumo se consideran temas técnicos relacionados a estándares energéticos, tendencias de uso, así como la eficiencia de los elementos o procesos involucrados y por otro lado también se toman en cuenta los esquemas de cobro implementados al momento de la investigación.

CAPÍTULO III

IMPLEMENTACIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS AHORRADORAS

INTRODUCCIÓN

El utilizar dispositivos ahorradores en la vivienda puede ayudar a reducir el consumo energético y por tanto generar ahorros en la factura de estas. La implementación de las tecnologías ahorradoras debe de hacerse manteniendo o mejorando el confort que ya se tenía en la vivienda, pero buscando el mayor ahorro energético posible.

Es obvio que la preferencia en la intensidad de luz en una cierta habitación puede diferir de familia a familia y de persona a persona, así como con la preferencia en la temperatura del agua para la ducha. Por tanto para buscar tecnologías ahorradoras que generen una reducción en el consumo de energías y a su vez no deterioren el confort de los usuarios, en este trabajo se decide usar como referencia normas empleadas en México que puedan ser adecuadas para la vivienda. Para el caso de la iluminación se tienen como referencia normas que permiten conocer niveles adecuados de iluminación para la realización de actividades y el rendimiento que las lámparas deben de tener. En el caso de los calentadores solares se tiene como principal referencia normas sobre el rendimiento de estos. En este capítulo se explicarán las razones para elegir una cierta tecnología ahorradora de otra, en base a lo antes mencionado.

3.1 ILUMINACIÓN EFICIENTE INTERNA Y EXTERNA

Para abordar el tema de iluminación eficiente se deben establecer condiciones que hagan posible hacer una comparativa cualitativa y cuantitativa y del mismo modo definir los objetivos, alcances y variables de interés. Debido a la falta de una Norma Oficial Mexicana, se toma como referencia la NOM-025-STPS-2008. En ella se definen condiciones de iluminación en centros de trabajo, los cuales en este documento se equiparan con áreas dentro y fuera del hogar donde se realizan distintas labores con mayor o menor requerimiento de luminosidad. Los niveles mínimos de iluminación que deben incidir en el plano de trabajo, para cada tipo de tarea visual o de área de trabajo, son los establecidos en la tabla 3.1.1.

Tarea Visual del Puesto de Trabajo	Área de Trabajo	Niveles Mínimos de Iluminación (luxes)
En exteriores: distinguir el área de tránsito, desplazarse caminando, vigilancia, movimiento de vehículos.	Exteriores generales: patios y estacionamientos.	20
En interiores: distinguir el área de tránsito, desplazarse caminando, vigilancia, movimiento de vehículos.	Interiores generales: pasillos, escaleras, estacionamientos cubiertos, iluminación de emergencia.	50
En interiores.	Áreas de circulación y pasillos; salas de espera; salas de descanso; cuartos de almacén.	100
Requerimiento visual simple: inspección visual, recuento de piezas, trabajo en banco y máquina.	Servicios al personal: almacenaje rudo, recepción y despacho, casetas de vigilancia.	200
Distinción moderada de detalles: ensamble simple, trabajo medio en banco y máquina, inspección simple, empaque y trabajos de oficina.	Talleres: ensamble, aulas y oficinas.	300
Distinción clara de detalles: captura y procesamiento de información, manejo de instrumentos y equipo de laboratorio.	Talleres de precisión: salas de cómputo, áreas de dibujo, laboratorios.	500

Tabla 3.1.1 Niveles de Iluminación.⁵² Elaborada con base en el punto 7 de la NOM-025-STPS-2008.

⁵² Secretaría de Gobernación, Diario Oficial de la Federación. NOM-205-STPS-2008.

Por otro lado, la CONAVI señala que también se toman en cuenta los valores de potencia requerida de las distintas áreas en la vivienda que se muestran en la tabla 3.1.2.

Espacio de la Vivienda	DPEA /W/m2)
Sala	14
Comedor	14
Sala-Comedor	16
Recámara	13
Estudio	16
Cocina	14
Pasillos	10
Escaleras	12
Patio interior	6
Alacena	12
Clóset	12
Estacionamientos cerrados	3
Áreas exteriores a la vivienda	1.8

Tabla 3.1.2 Densidad de Potencia Eléctrica para Alumbrado⁵³

Estos valores son importantes porque además de establecer los niveles de luminosidad en áreas alrededor de la vivienda, también es necesario identificar las actividades que se llevarán a cabo en dichas áreas para lo cual se toma como referencia el punto 8 de la NOM-025-STPS-2008.

Los puntos de medición deben seleccionarse en función de las necesidades y características de cada centro de trabajo, de tal manera que describan el entorno ambiental de la iluminación de una forma confiable (A.2.3 NOM-025-STPS-2008).

⁵³ Comisión Nacional de Vivienda, Código de Edificación de Vivienda. [Consulta: 15 de noviembre de 2013] Disponible en: <<http://www.conavi.gob.mx/php/publicaciones/documentos/CEV%20PDF.pdf>>

3.2 LUMINARIAS Y LÁMPARAS AHORRADORAS

Tomando en cuenta las recomendaciones hechas por distintas instituciones como la Procuraduría Federal del Consumidor (PROFECO), la Comisión Nacional de la Vivienda (CONAVI), así como de normas oficiales mexicanas, se procede a seleccionar los dispositivos de iluminación para el interior de una vivienda.

Se busca que la lámpara seleccionada cumpla con el flujo luminoso adecuado para los diferentes espacios dentro de las viviendas. Otra característica importante a tomar en cuenta, es la eficiencia energética, es decir la relación entre el flujo luminoso y la potencia consumida, se define que una lámpara eficiente es aquella que emite mayor cantidad de luz con menos potencia. La selección de la lámpara contempla su precio y la tecnología de la misma pues se debe determinar si es económicamente viable hacer la sustitución de luminarias.

Por otra parte se debe tener en cuenta el tipo de luz que requiere cada espacio al interior de las casas pues, como vimos en el tema 1.4, toda luminaria produce un tono de luz que puede ser cálido o frío. En áreas sociales y dormitorios se recomienda utilizar luminarias que generen tonos cálidos, mismos que inducen al relajamiento; en áreas de servicios como oficinas, baños, cocinas y estudios es recomendable implementar focos que generen una tonalidad fría ya que estimulan la actividad.

Debido a que no existe alguna NOM para iluminación en el interior de viviendas, se ha tomado como referencia la norma oficial mexicana NOM-025-STPS-2008, como se mostró anteriormente, en ella se indican los niveles estándar de iluminación para determinadas áreas de trabajo. Para nuestro caso, se homologarán los espacios y valores de iluminación descritos con los espacios de la vivienda tipo B1 para determinar el nivel de iluminación más apegado a la norma. De acuerdo con la comparación se han seleccionado 3 tipos de áreas de trabajo como se muestra en la tabla 3.2.1.

Tarea Visual	Área	Niveles Mínimos de Iluminación, [lux]
A) Área de tránsito	Pasillo, entrada y escaleras	50
B) Interiores	Sala, comedor, baños y recámaras	100
C) Requerimiento Visual simple	Cocina	200

Tabla 3.2.1 Niveles de iluminación en casa Tipo B1

Fuente: Elaboración propia

Las viviendas en estudio cuentan con tres recámaras, un baño completo, medio baño, sala, comedor y cocina. Se propone que las recámaras, los baños y la sala comedor tengan un nivel de iluminación de 100 [lux] de acuerdo con la norma, pues se clasificaron como salas de descanso, la cocina se considera lugar de trabajo por lo que se propone que debe tener 200[lux]. Por último, las escaleras deberán tener un nivel de iluminación de 50 [lux] conforme a la norma. En la figura 3.2.1 se muestran los espacios o áreas de trabajo de la vivienda Tipo B1 y su clasificación.



Figura 3.2.1 Distribución de los niveles de iluminación en vivienda Tipo B1

Para hacer la selección de la luminaria se deben tomar en cuenta factores como rendimiento luminoso, lugar de instalación, tecnología, precio, entre otros. Así, comparando las tablas anteriores se puede observar que entre focos LED y LFC no existe una diferencia considerable en el consumo de energía, sin embargo, el costo de una lámpara compacta fluorescente es menor comparada con la de una de LED, no obstante, esta tecnología posee en su interior mercurio, el cual es tóxico para el ser humano. Por otra parte, se busca que la lámpara cumpla con lo establecido por la CONAVI y además esté lo más cercano a los valores propuestos por la NOM-025-STPS-2008.

Las siguientes tablas presentan una comparativa de precios de focos propuestos, se elegirá el foco que, además de tener la mejor eficiencia, sea la mejor propuesta

económica. En la tabla 3.3.2 se muestran los precios de lámparas fluorescentes compactas, mientras que la tabla 3.3.3 muestra focos LED.

Supermercado	Fabricante	Tipo	Potencia [W]	Flujo Luminoso [lm]	Modelo	Precio Unitario [MXN]
Home Depot	Philips	Espiral	18	1250	Mini Twister	\$32.33
	Eco Smart	Espiral	23	1600	4T223	\$49.25
	Eco Smart	Espiral	14	800	Spring Lamp	\$23.40
	Smart Light	U	15	880	76398-1	\$53.50
	Smart Light	U	11	500	76426-1	\$53.50
Chedraui	Osram	Espiral	20	1200	Dulux EI Twist	\$71.40
	Osram	Espiral	23	1450	Dulux EI Twist	\$68.00
	Osram	Espiral	13	730	Dulux Star Twist	\$59.50
	Philips	Espiral	23	1380	Twister	\$49.90
	Philips	Espiral	26	1700	Mini Twister	\$89.90
	Philips	Espiral	13	840	Mini Twister	\$69.90
	Chedraui	Espiral	20	1200	DC-SP-20W	\$51.90
	Chedraui	Espiral	13	750	DC-MSP-13W	\$45.90
	Chedraui	U	20	1100	DC-2U-20W	\$39.90
	Chedraui	U	28	1700	DC-4U-28W	\$69.90
	Chedraui	U	25	1500	DC-3U-25	\$49.90
Comercial Mexicana	Osram	Espiral	20	1200	Dulux EI Twist	\$71.40
	Osram	Espiral	23	1450	Dulux EI Twist	\$75.90
	Osram	Espiral	13	730	Dulux Star Twist	\$64.90
	Philips	Espiral	23	1380	Twister	\$54.90
	Philips	Espiral	26	1700	Mini Twister	\$94.90
	Philips	Espiral	13	840	Mini Twister	\$74.90
Wal-Mart	Osram	Espiral	10	600	Dulux EL microTwist 10w/836	\$43.00
	Osram	Espiral	13	690	Dulux Value EL Twist 13w/865	\$26.00
	Osram	Espiral	20	1280	Dulux EL microTwist 20w/865	\$85.00
	Osram	Espiral	23	1600	Dulux EL microTwist 23w/865	\$90.00
	Osram	Espiral	23	1530	Dulux EL Twist 23W/841	\$37.00
	Osram	Espiral	27	1700	Dulux Value EL Twist 27w/865	\$54.00
	Osram	Espiral	30	1950	Dulux EL Twist 30W/865	\$95.00
	Osram	U	15	800	Dulux EL T 15w/865	\$45.00
	Osram	U	15	800	Dulux Value EL D 15W/865	\$29.00
	Osram	U	23	1450	Dulux EL T 23w/865	\$66.00

Tabla 3.2.2 Tabla comparativa de precios de lámparas fluorescentes compactas

Supermercado	Fabricante	Tipo	Potencia [W]	Flujo Luminoso [lm]	Modelo	Precio Unitario [MXN]
Wal-Mart	GE	Espiral	9	480	FLE9TXB/T3/840	\$48.00
	GE	Espiral	10	550	FLE10HLX/T3/827	\$37.50
	GE	Espiral	13	772	FLE13HLX/T3/841	\$52.00
	GE	Espiral	13	778	FLE13HLX/T3/827	\$50.00
	GE	Espiral	20	1140	Edison 20 MiniSpiral T2	\$117.00
	GE	Espiral	20	1249	FLE20HLX/T3/840	\$74.00
	GE	Espiral	20	1300	FLE20HLX/T3/827	\$74.00
	GE	Espiral	23	1500	FLE23HLX/T3/841	\$35.00
	GE	Espiral	23	1500	FLE23HLX/T3/827	\$81.00
	GE	U	9	460	FLE9DBX/T4/865	\$19.91
GE	U	15	790	FLE15DBX/T4/840	\$29.00	

Tabla 3.2.2 (Continuación) Tabla comparativa de precios de lámparas fluorescentes compactas

Fuente: Elaboración propia, con datos a febrero de 2014

Supermercado	Fabricante	Tipo	Potencia [W]	Flujo Luminoso [lm]	Modelo	Precio Unitario [MXN]
Home Depot	Samsung	LED	3.5	300	T3-5630	\$227.00
Wal-mart	Osram	LED	6	450	LED6A19/F/827	\$139.00
	Osram	LED	10	800	LED6A19/F/827	\$169.00

Tabla 3.2.3 Tabla comparativa de precios de focos LED

Fuente: Elaboración propia, con datos a febrero de 2014

Con el fin de tener una visión más clara sobre el impacto que tendrá el cambio en las lámparas, se hará uso de herramientas de simulación y así se podrá definir la luminaria adecuada para cumplir con los niveles de iluminación requeridos en cada área.

3.3 HERRAMIENTAS DE SIMULACIÓN PARA LA ILUMINACIÓN

Existen numerosas herramientas para evaluar de manera virtual la iluminación en una habitación utilizando datos reales de fabricantes de luminarias y lámparas. En seguida se mencionan algunos programas de uso libre empleados en el cálculo de iluminación.

Lumenlux es desarrollado por la empresa Lumenac, este programa tiene modalidades de cálculo interior y exterior. El programa permite trabajar hasta con cuatro luminarias por proyecto. Incluye información de productos a modo de catálogo electrónico, cuya información comprende aspecto de la luminaria, curva fotométrica, dimensiones, etcétera. En los cálculos de modalidad interior el programa permite tener como superficies de cálculo el piso, las paredes del local y el techo. Para los cálculos de modalidad exterior, se puede elegir el plano de trabajo.

CALCULUX ha sido desarrollado en el Centro de Aplicación y Diseño de Iluminación Philips (LiDAC, Lighting Design and Application Centre), por lo que su base de datos se compone de luminarias Philips. El software tiene 3 funciones principales de diseño de iluminación:

- Indoor, la función calcula la distribución de la luz en base a los factores de reflexión, las luminarias específicas y fuentes de luz aplicadas, así como las dimensiones del cuarto a evaluar.
- Área, esta realiza cálculos de iluminación en zonas rectangulares en cualquier plano.
- Road, se utiliza para calcular y comparar diferentes diseños de iluminación al mismo tiempo.

Relux Professional, desarrollado por Relux Informatik AG, con sede en Suiza, puede realizar proyectos para iluminación externa, interna, de emergencia y vial. Cuenta con un catálogo amplio de luminarias de 94 fabricantes internacionales. La simulación incluye representación 3D del espacio a evaluar, luminarias de emergencia para una vía de evacuación, biblioteca de muebles, ventanas y puertas. Cuenta con una función para realizar el cálculo y ubicación automáticas de las luminarias. También Permite la

importación de archivos dxf para usarlos como base en la construcción del plano de evaluación.

DIALux, es un programa desarrollado por el Instituto Alemán de Luminotecnia Aplicada (DIAL, Deutsches Institut für Angewandte Lichttechnik). El software puede realizar cálculos de iluminación interior, exterior y vial. Al igual que el software anterior, DIALux permite la importación de archivos CAD para ser empleados como base en la construcción del área de evaluación, además de poder exportar el plano final a este formato. Tiene un catálogo de luminarias más extenso que el software Relux con 162 fabricantes, el formato en el que se presentan las luminarias del catálogo es ULD, en el cual se tiene la geometría 3D de la luminaria, la distribución de intensidad luminosa, factor de mantenimiento, Índice de Deslumbramiento Unificado (UGR, Unified Glare Rating) y la descripción del artículo. La simulación en el programa DIALux incluye diversas funciones, entre las que destacan la representación del espacio a evaluar en 3D, biblioteca de muebles, ventanas y puertas, luminarias de emergencia para una vía de evacuación, cálculo automático de luminarias, selección de texturas en el entorno de simulación, selección de lámpara para cada luminaria, entre otras.

Debido a la amplia librería de DIALux en luminarias y lámparas, así como sus diversas funciones, se decide emplear este programa para realizar la simulación de la vivienda Tipo B1, con el objetivo de verificar que la selección de lámparas ahorradoras ofrezca niveles adecuados de iluminación con un menor consumo de energía.

3.3.1 SIMULACIÓN CON DIALUX

A continuación se mostrarán las simulaciones correspondientes a la casa Tipo B1. La simulación se realiza seleccionando lámparas ahorradoras con las cuales se pueda tener niveles de iluminación cercanos a los mostrados en la tabla 3.2.1, se llevan a cabo dos simulaciones, una empleando colores claros en el entorno y otro con colores oscuros, esto con la finalidad de abarcar los posibles niveles de reflexión que pudieran presentarse en la vivienda.

3.3.2 LÁMPARAS Y LUMINARIAS UTILIZADAS

En la simulación se emplearon luminarias GE empotradas, debido a que son las más cercanas a las utilizadas en la unidad habitacional. La selección de lámparas fue hecha tomando en cuenta las marcas y modelos con mayor presencia en el mercado de México. Una vez obtenidas estas, se seleccionaron lámparas fluorescentes compactas y lámparas LED para realizar la simulación, buscando la mejor relación de potencia y flujo luminoso que permitieran obtener los niveles de iluminación antes mencionados. De la simulación se obtiene que en la mayoría de las áreas el conjunto de lámparas LED no cumplen con los niveles de iluminación buscados, esto debido a la poca variedad de lámparas, ya que sólo en el mercado se encuentran modelos con flujos luminosos de 300 [lm], 450 [lm] y 800 [lm].

Las lámparas para la simulación óptima se presentan en la tabla 3.3.1, mientras que las utilizadas en la simulación no óptima se muestran en la tabla 3.3.2.

Fabricante	Potencia, [W]	Flujo Luminoso, [lm]	Modelo	Área
GE	9	480	FLE9TXB/T3/840	Escalera
GE	9	480	FLE9TXB/T3/840	Entrada
Philips	18	1250	Mini Twister	Sala
Philips	18	1250	Mini Twister	Comedor
Osram	23	1600	Dulux EL microTwist 23w/865	Cocina
Osram	10	600	Dulux EL microTwist 10w/836	Baño
GE	9	480	FLE9TXB/T3/840	Pasillo
GE	9	480	FLE9TXB/T3/840	
Philips	18	1250	Mini Twister	Recámara 1
Philips	18	1250	Mini Twister	Recámara 2
Philips	18	1250	Mini Twister	Recámara 3
GE	9	480	FLE9TXB/T3/840	Baño
GE	9	480	FLE9TXB/T3/840	

Tabla 3.3.1 Lámparas para simulación óptima.

Fuente: Elaboración propia

Fabricante	Potencia, [W]	Flujo Luminoso, [lm]	Modelo	Área
Philips	13	840	Mini Twister	Escalera
Osram	10	600	Dulux EL microTwist 10w/836	Entrada
Osram	23	1600	Dulux EL microTwist 23w/865	Sala
Osram	23	1600	Dulux EL microTwist 23w/865	Comedor
Osram	30	1950	Dulux EL Twist 30W/865	Cocina
Philips	18	1250	Mini Twister	Baño
GE	9	480	FLE9TXB/T3/840	Pasillo
Philips	13	840	Mini Twister	
Philips	26	1700	Mini Twister	recamara 1
Philips	26	1700	Mini Twister	recamara 2
Philips	26	1700	Mini Twister	recamara 3
GE	9	480	FLE9TXB/T3/840	Baño
Philips	13	840	Mini Twister	

Tabla 3.3.2 Lámparas para simulación no óptima.

Fuente: Elaboración propia

3.3.3 REPRESENTACIÓN 3D DE LA CASA TIPO B1

Las siguientes figuras muestran las áreas simuladas en el software DIALUX para la representación óptima y la no óptima.

En las figuras 3.3.1 y 3.3.2 se muestran las ubicaciones de lámparas o focos para alcanzar los niveles de iluminación que se tendría para la planta baja de la casa Tipo B1, en los casos óptimo y no óptimo.

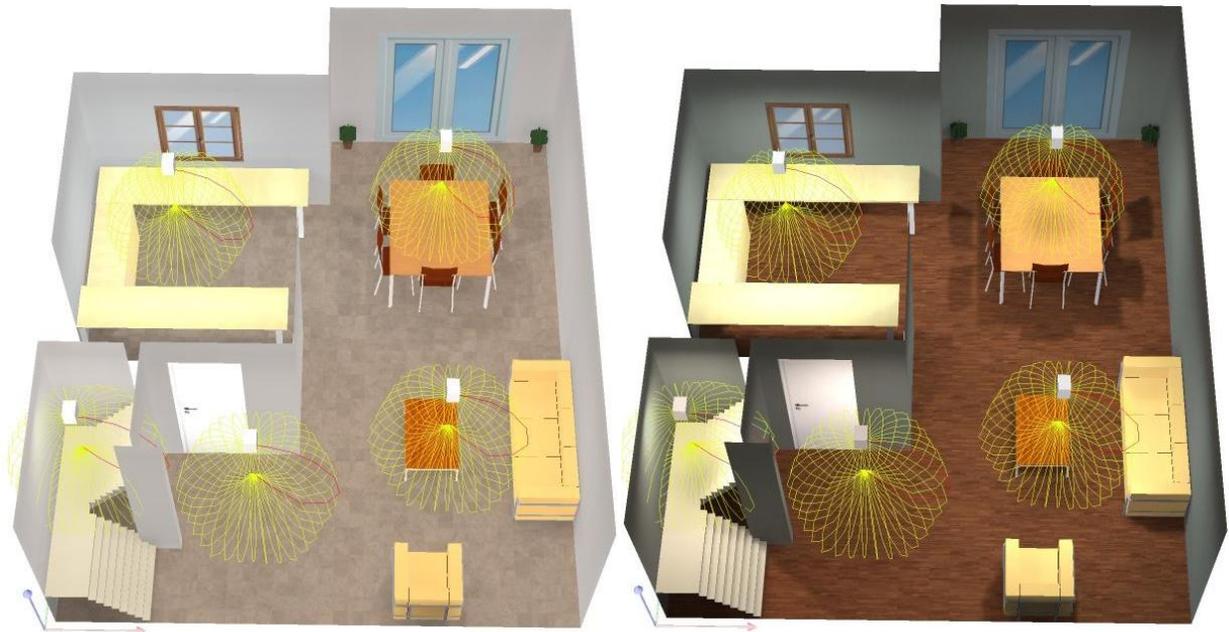


Figura 3.3.1 Planta baja: Sala, escalera, comedor y cocina.

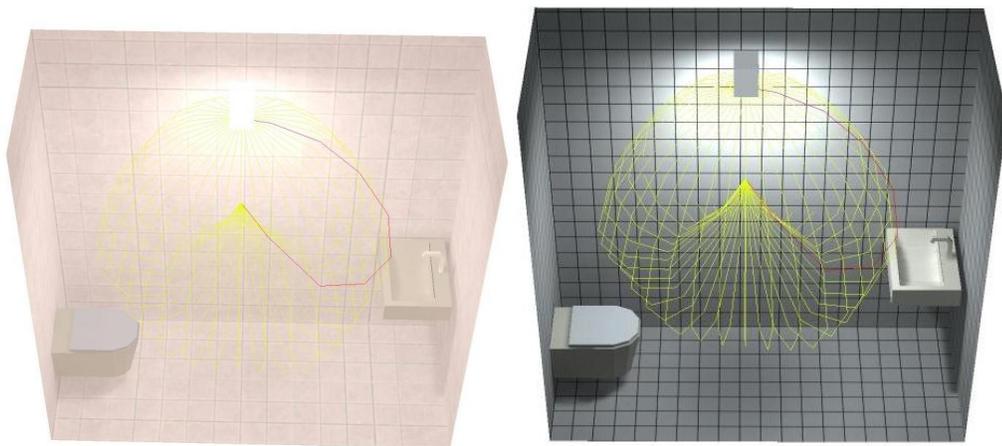


Figura 3.3.2 Planta baja: Baño.

De igual forma, en las figuras 3.3.3, 3.3.4, 3.3.5, 3.3.6 y 3.3.7 se muestra la iluminación de las diferentes áreas que componen la planta alta de la vivienda.

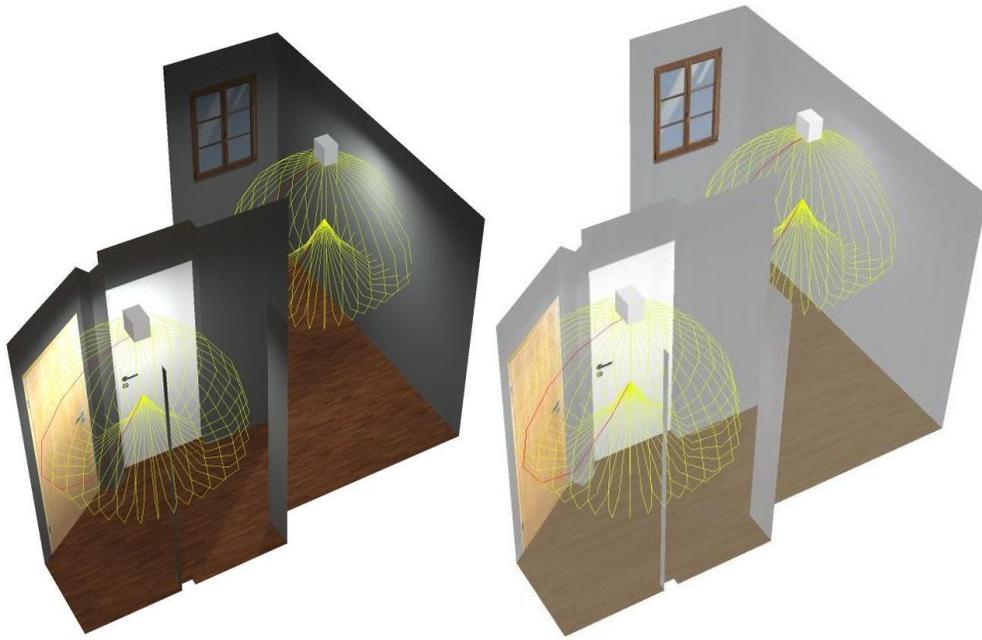


Figura 3.3.3 Planta alta: Pasillo.

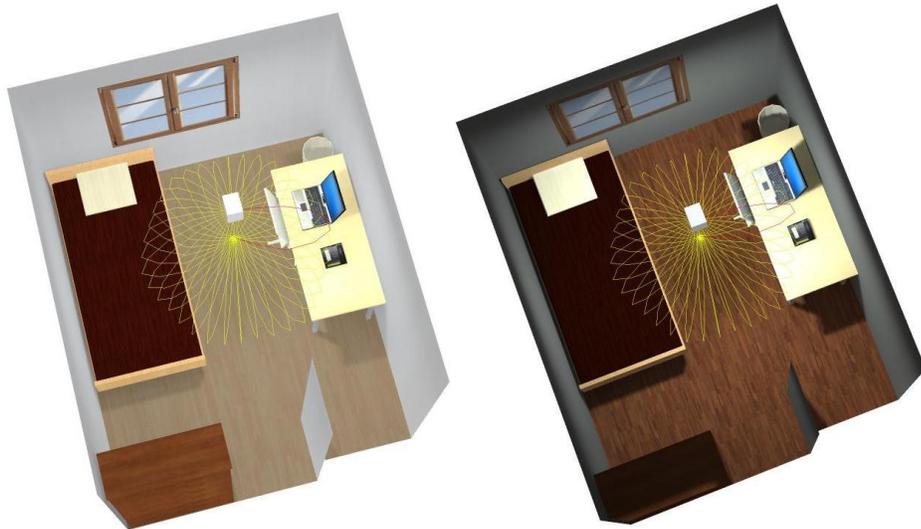


Figura 3.3.4 Planta alta: Recámara 1.

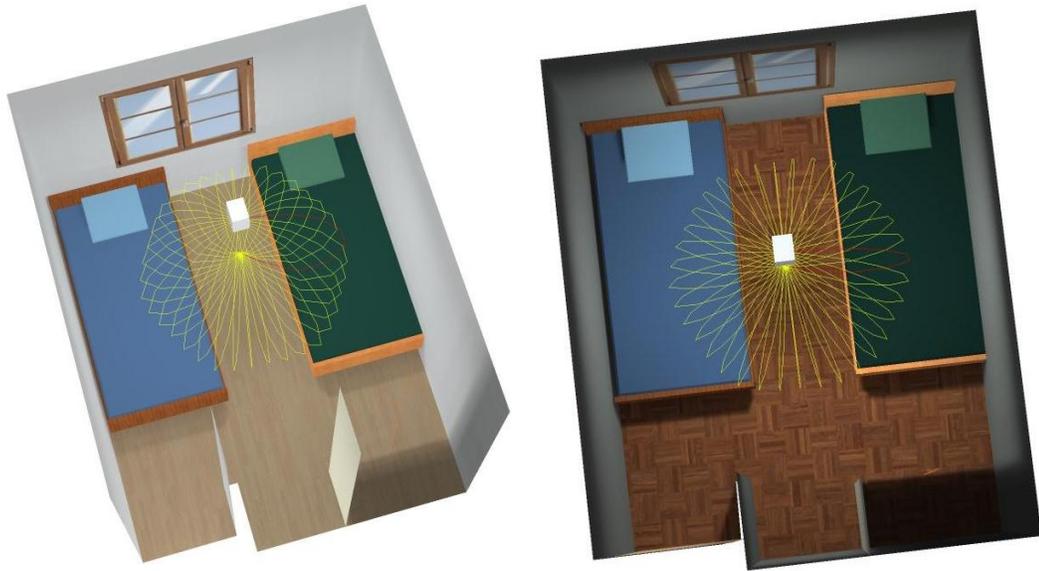


Figura 3.3.5 Planta alta: Recámara 2.

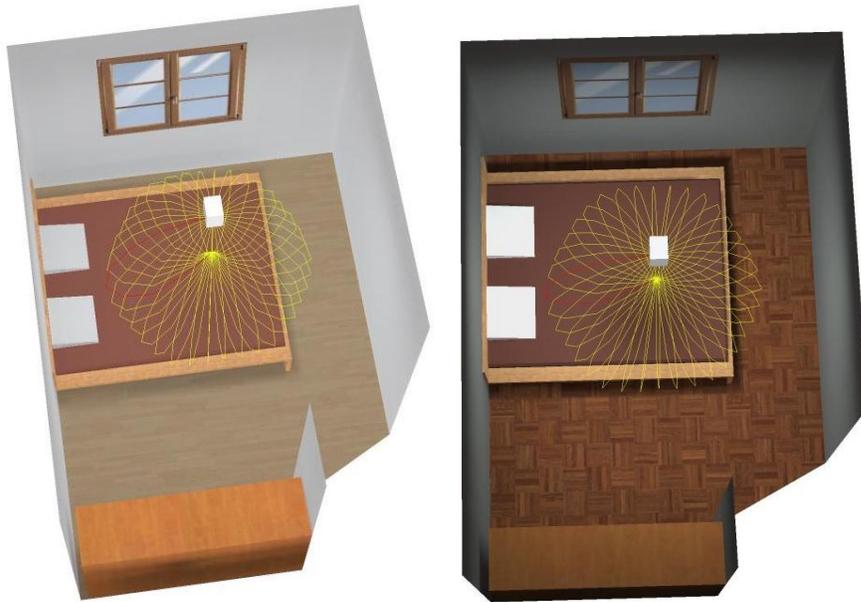


Figura 3.3.6 Planta alta: Recámara 3.

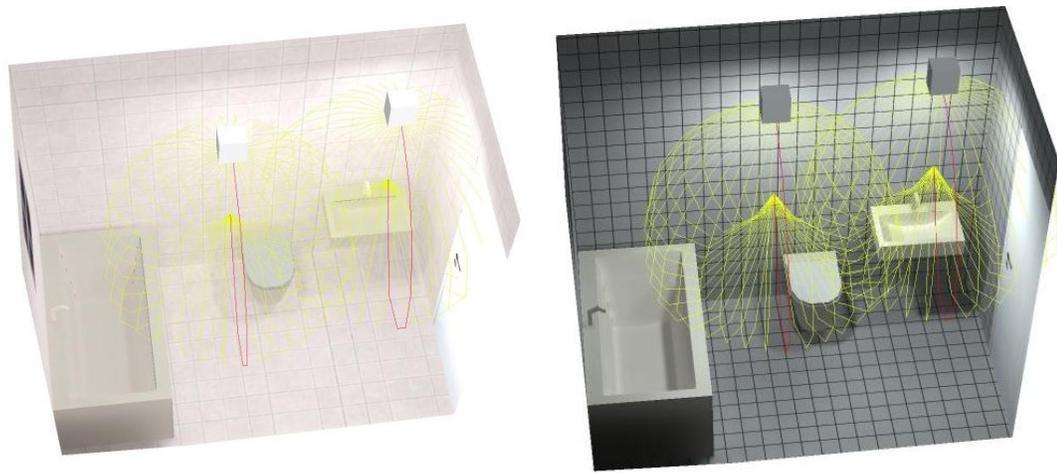


Figura 3.3.7 Planta alta: Baño.

3.3.4 REPRESENTACIÓN DE COLORES FALSOS

La representación de colores falsos ayuda a tener una visualización gráfica de los niveles de iluminación presentes en el toda el área de simulación.

La siguiente imagen es la escala de colores en luxes.

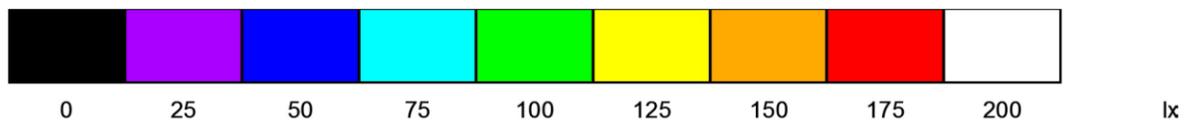
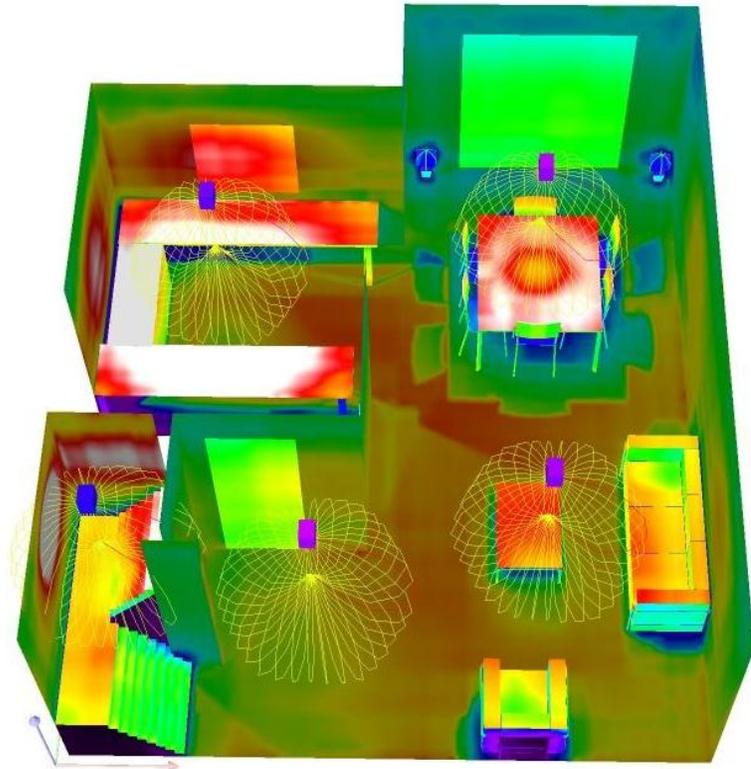
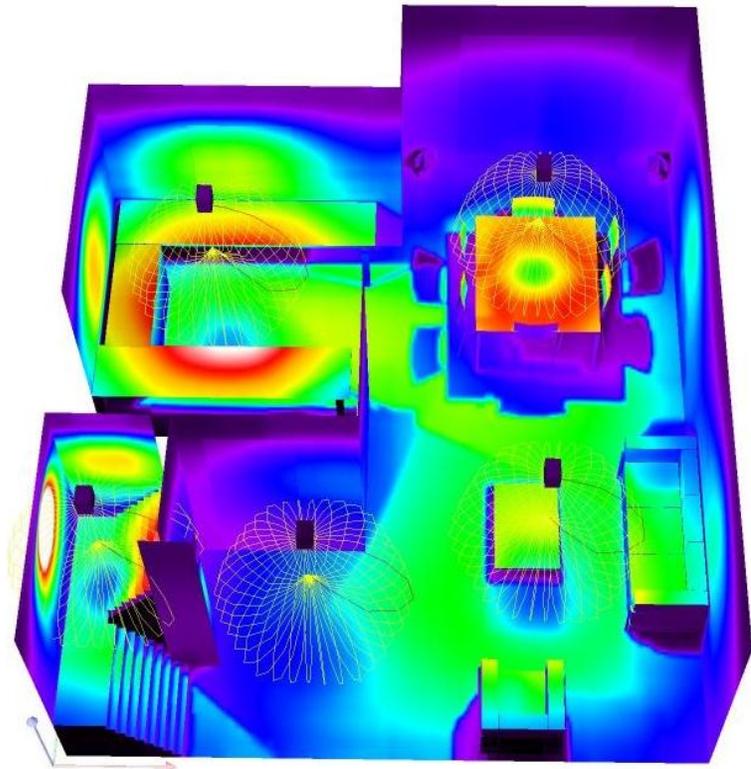


Figura 3.3.8 Escala de nivel de iluminacion [lux].

En la figura 3.3.9 (a) se puede observar la representación de colores falsos en la planta baja tomando como referencia la escala de luxes mostrada en la figura 3.3.8. En primer lugar se tiene el caso óptimo, donde se observa que la cocina tiene niveles de iluminación entre 175- 200 [lx], el comedor entre 100-175 [lx], la sala esta comprendida entre valores de 100-175 [lx] del mismo modo que en la escalera y en el acceso o entrada. Mientras que para la simulación no óptima (b) se tienen niveles de iluminación entre 100- 175 [lx] en la cocina, el área del comedor entre 50-175 [lx], la sala entre 50-105 [lx] del mismo modo que en la escalera, y en la entrada se tienen 50-75 [lx].



(a)



(b)

Figura 3.3.9 Representación colores falsos planta baja: Sala, escalera, comedor y cocina.

En la figura 3.3.10 se observan los colores falsos para el baño de la planta baja en la representación óptima (a) en donde se observan niveles de iluminación de 75-100 [lx], mientras que en la representación no óptima los niveles alcanzan valores de 50-75 [lx].

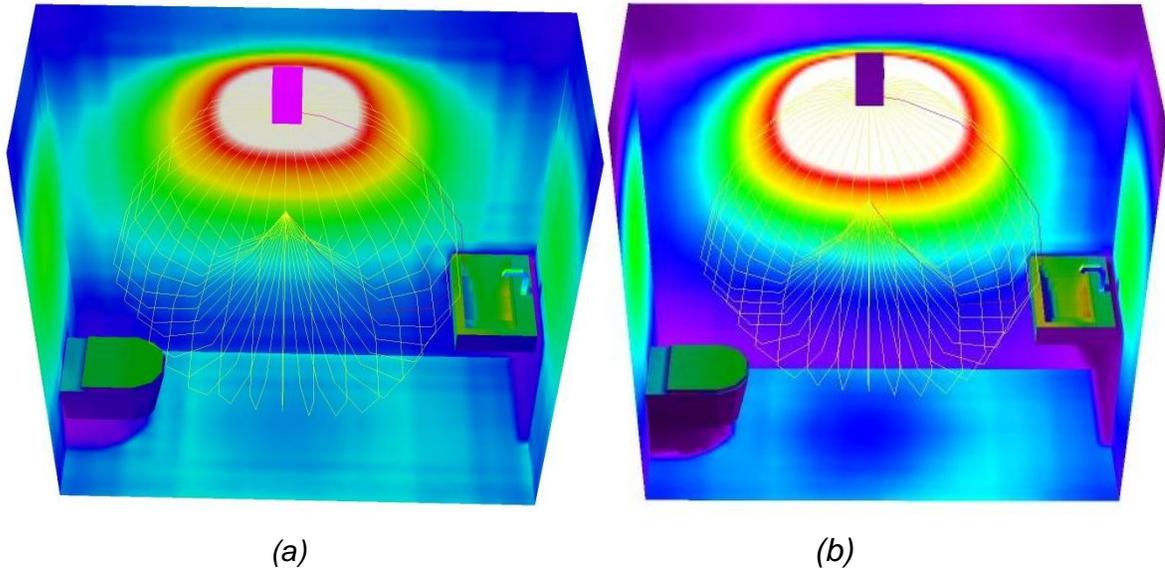


Figura 3.3.10 Representación colores falsos planta baja: Baño.

En la figura 3.3.11 se muestra la representación del pasillo, en la cual se observa que para la óptima (a) se tiene un nivel de 100 [lx] y en la no óptima (b) 25-50 [lx].

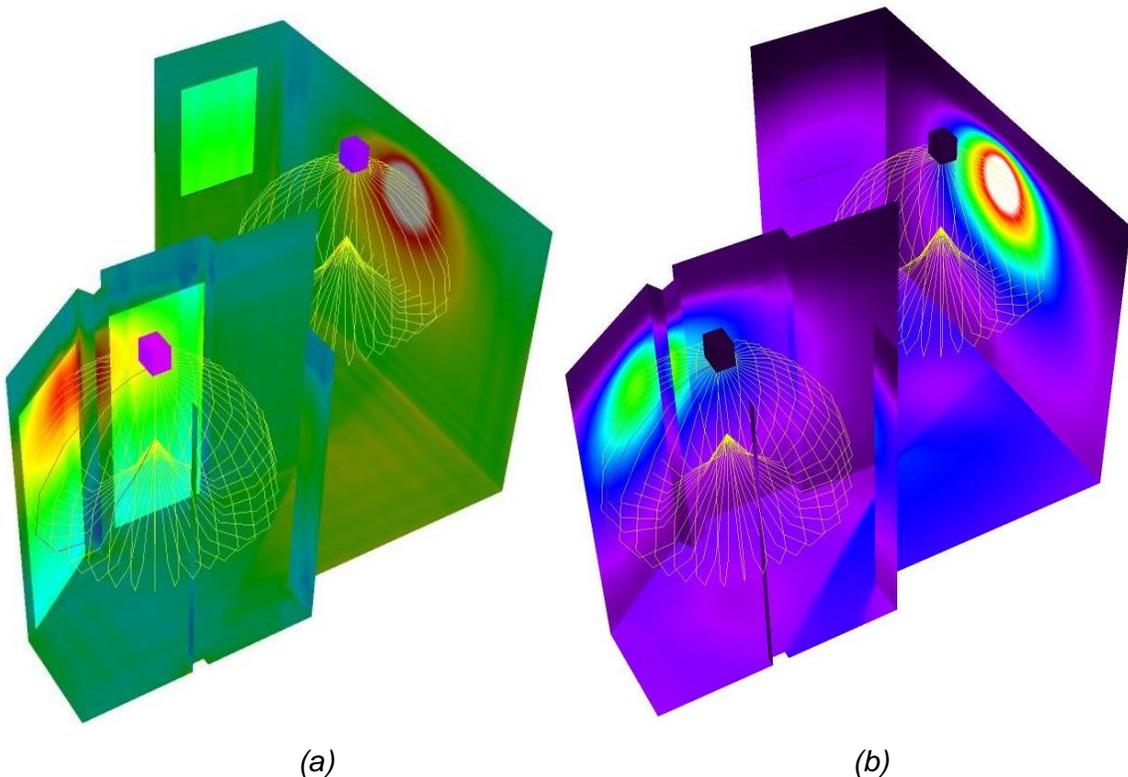
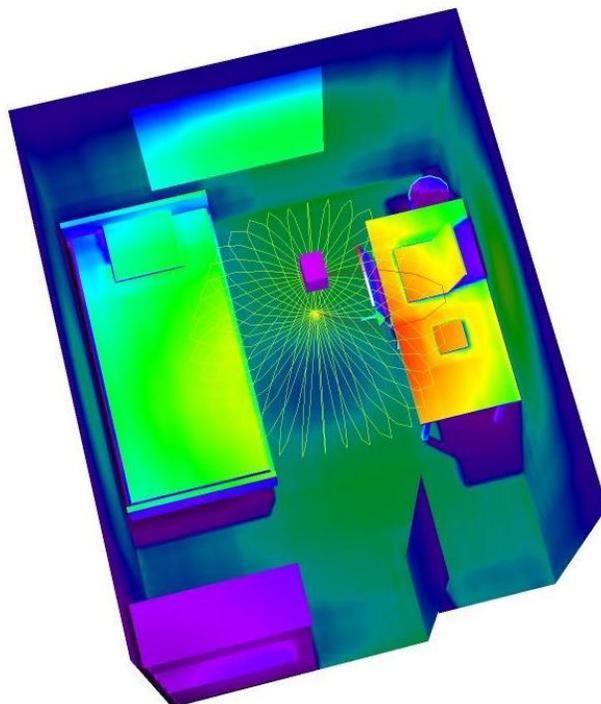
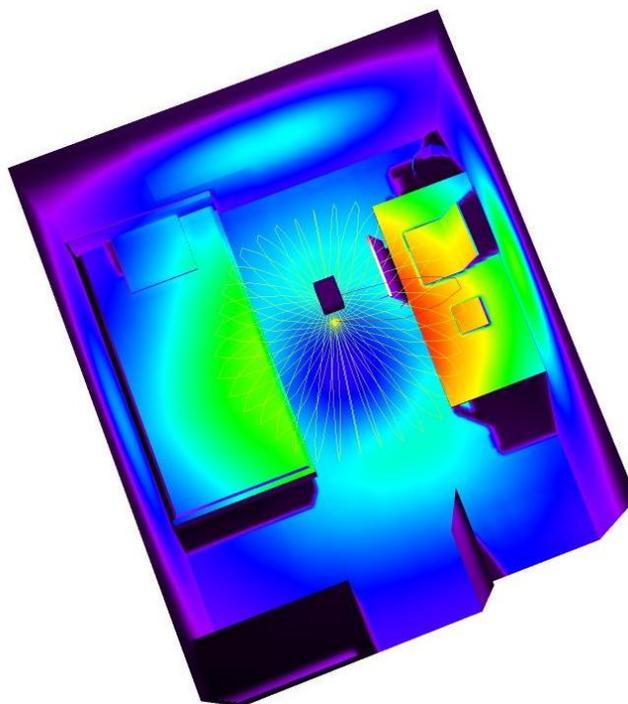


Figura 3.3.11 Representación colores falsos planta alta: Pasillo.

En la figura 3.3.12 se observa la representación de la recámara 1, en el caso óptimo (a) se tienen niveles de iluminación entre 100-125 [lx], mientras que en el caso no óptimo (b) los niveles predominantes van de 50-100[lx].



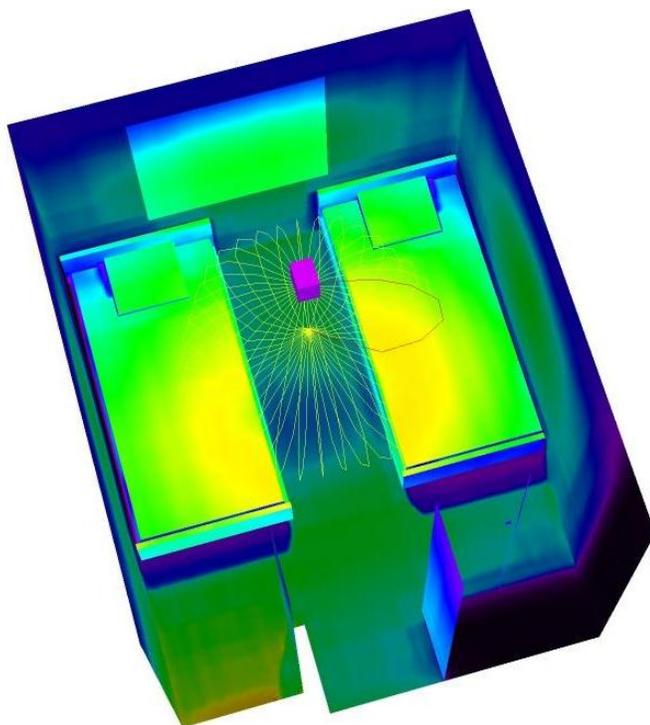
(a)



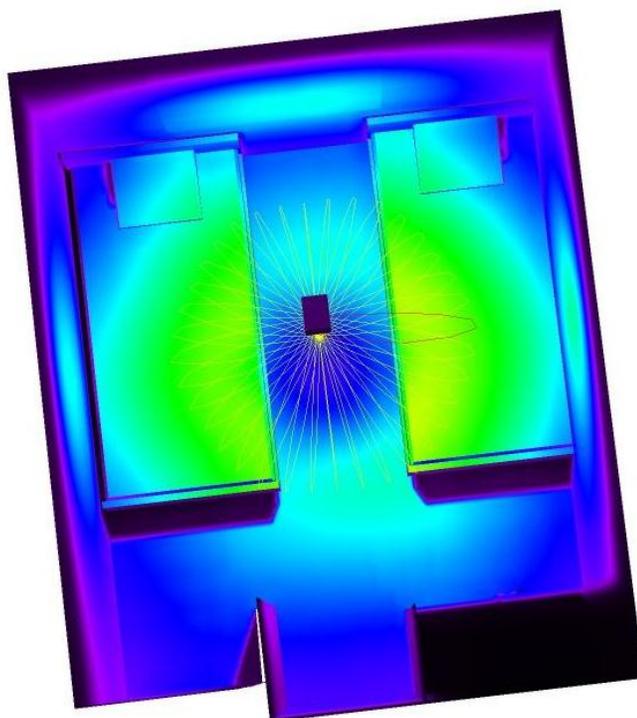
(b)

Figura 3.3.12 Representación colores falsos planta alta: Recámara 1.

En la figura 3.3.13 la representación de la recámara 2 muestra que para el caso óptimo (a) se tienen niveles entre 100-125 [lx], y para la representación no óptima (b) se observan niveles entre 50-100 [lx].



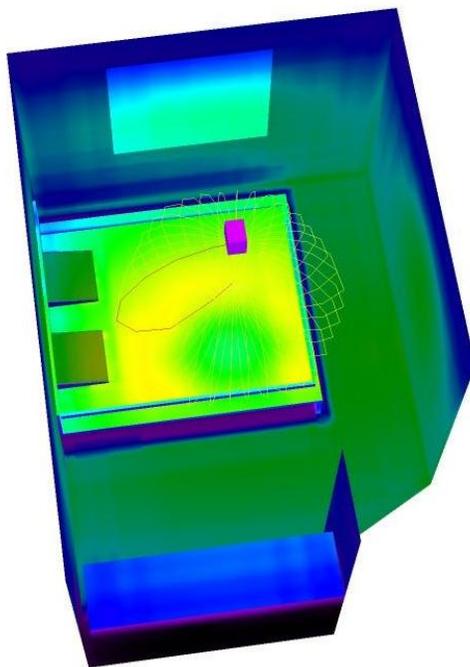
(a)



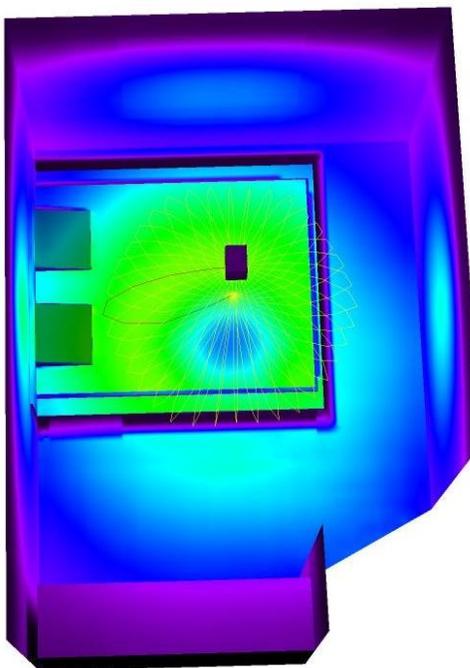
(b)

Figura 3.3.13 Representación colores falsos planta alta: Recámara 2.

La figura 3.3.14 muestra la representación de la recámara 3, en la óptima (a) se tienen niveles de iluminación entre 100-125 [lx] y en la no óptima (b) muestra valores de 50-100[lx].



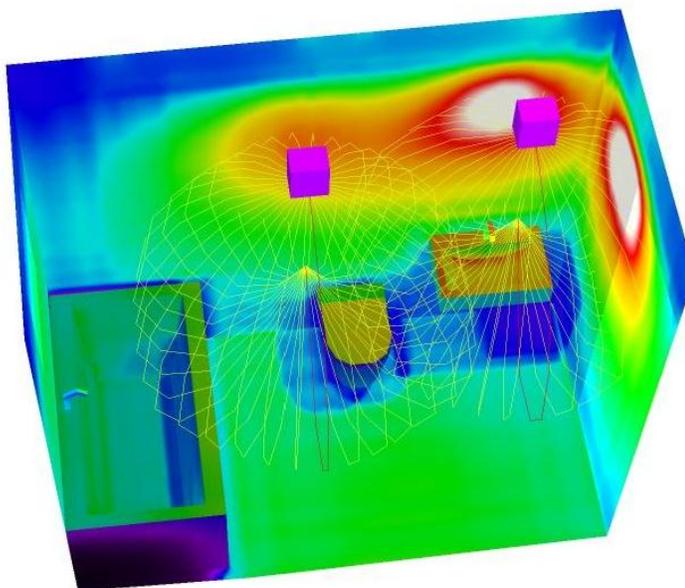
(a)



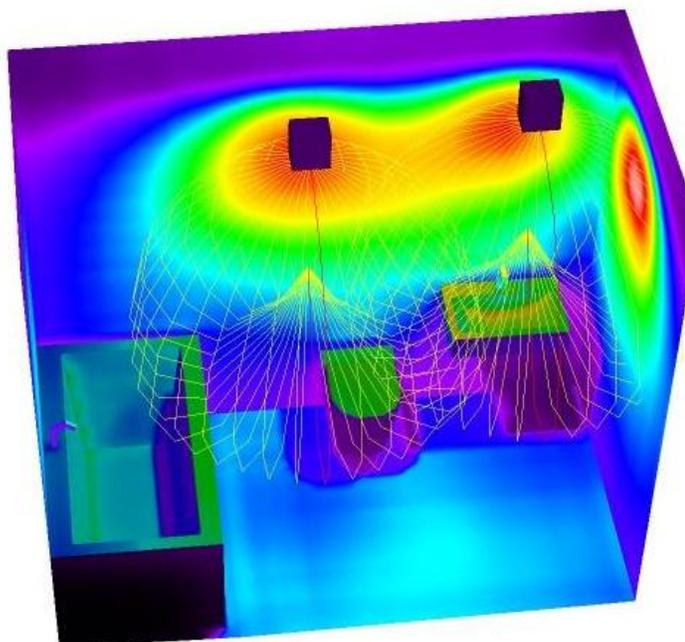
(b)

Figura 3.3.14 Representación colores falsos planta alta: Recámara 3.

La figura 3.3.15 muestra la representación del baño de la planta alta, en donde para la representación óptima (a) los valores predominan entre 100-125[lx], mientras que en el caso no óptimo (b) se observan niveles de iluminación entre 75-100[lx].



(a)



(b)

Figura 3.3.15 Representación colores falsos planta alta: Baño.

3.3.5 ILUMINANCIA EN EL PLANO EVALUADO

A continuación se presentan los resultados de los niveles de iluminación obtenidos en la simulación para la planta baja.

- Planta baja: Sala, escalera, comedor y cocina.

Óptimo.

Designación	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
Cocina	202	32	270	0.156	0.117
Comedor	149	63	212	0.422	0.295
Sala	162	27	217	0.168	0.125
Entrada	129	16	165	0.127	0.099
Escalera	110	2.57	166	0.023	0.016

No óptimo

Designación	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
Cocina	140	6.58	212	0.047	0.031
Comedor	105	8.99	180	0.086	0.050
Sala	107	4.36	175	0.041	0.025
Entrada	68	4.89	108	0.072	0.045
Escalera	62	1.18	110	0.019	0.011

- Planta baja: Baño.

Óptimo.

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
124	4.18	234	0.034	0.018

No óptimo.

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
78	0.49	179	0.006	0.003

De los resultados anteriores y tomando como referencia los niveles mínimos de iluminación que se mencionan en la tabla 3.2.1, se observa que para la planta baja en la simulación óptima el nivel de iluminación promedio (E_m) esta por encima del valor

mínimo deseado en cada una de las áreas de interés. Respecto a la simulación no óptima el único caso donde no cumple el valor mínimo deseado es en el área de la cocina.

Los siguientes resultados obtenidos en la simulación corresponden a los niveles de iluminación en la planta baja.

- Planta alta: Pasillo.

Óptimo.

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
125	79	167	0.637	0.475

No óptimo.

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
65	17	107	0.261	0.159

- Planta alta: Recámara 1.

Óptimo.

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
114	4.74	211	0.041	0.022

No óptimo

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
104	1.44	230	0.014	0.006

- Planta alta: Recámara 2.

Óptimo.

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
122	50	188	0.410	0.265

No óptimo.

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
104	3.70	198	0.035	0.019

- Planta alta: Recámara 3.

Óptimo.

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
119	14	189	0.119	0.074

No óptimo.

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
101	2.06	198	0.020	0.010

- Planta alta: Baño.

Óptimo.

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
132	72	177	0.547	0.408

No óptimo.

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
115	52	167	0.449	0.309

De acuerdo con estos resultados y los niveles mencionados en la tabla 3.2.1, se observa que para la planta alta tanto en la simulación óptima como la no óptima se alcanzaron los niveles de iluminación promedio (E_m) mínimos deseados en cada área.

3.4 USO EFICIENTE DE ENERGÍA SOLAR EN CALENTADORES

Actualmente en México no existe una norma oficial para el aprovechamiento de la energía solar que permita establecer un marco regulatorio para asegurar a los usuarios una adecuada calidad en los sistemas y su instalaciones. En contraparte existen normas NMX encargadas de establecer los requisitos mínimos de calidad de los servicios y productos cuya aplicación es de carácter voluntario. En la tabla 3.4.1 se muestran las normas NMX que son aplicables a sistemas de calentadores solares.

Norma	Título	Descripción
NMX-ES-001-NORMEX-2005	Rendimiento térmico y funcionalidad de colectores solares para calentamiento de agua-Métodos de prueba y etiquetado	Establece los métodos de prueba para determinar el rendimiento térmico y las características de funcionalidad de los colectores solares que utilizan como fluido de trabajo agua y que son comercializados en México.
NMX-ES-002-NORMEX-2007	Energía solar-Definiciones y terminología	Establece los vocablos, simbología y la definición de conceptos más utilizados en el campo de la investigación y el desarrollo de la tecnología para el mejor uso de la radiación solar como fuente alternativa de energía.
NMX-ES-003-NORMEX-2007	Requerimientos mínimos para la instalación de sistemas solares térmicos para calentamiento de agua	Se aplica a todos los sistemas mecánicos, hidráulicos, eléctricos, electrónicos y demás que forman parte de los sistemas termo-solares de más de 500 [Lt]
NMX-ES-004-NORMEX-2010	Evaluación térmica de sistemas solares para calentamiento de agua	Establece el método para evaluar y comparar el comportamiento térmico de sistemas de calentamiento de agua solar para uso doméstico hasta una capacidad de 500 litros y una temperatura máxima de 90[° C]
NTCL	Norma técnica de competencia laboral para "Instalación del sistema de calentamiento solar de agua"	Certifica las competencias laborales de los instaladores de calentadores de agua

*Tabla 3.4.1 Normas NMX aplicables al uso de la energía solar y calentadores solares.*⁵⁴

⁵⁴ Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía. [Consultado: 12 de Noviembre de 2013] Disponible en : <<http://www.procalso.gov.mx/wb/procalso/normatividad>>

3.4.1 TECNOLOGÍAS DE CALENTADORES SOLARES

Existen dos categorías para clasificar las tecnologías empleadas en calentadores solares de agua (CSA):

- CSA prefabricados
- CSA a medida

Los CSA prefabricados son productos con una marca registrada, vendidos como equipos completos y listos para ser instalados con configuraciones fijas. El uso más común de este tipo de calentadores es en el sector residencial. Los CSA a medida son sistemas construidos de forma única, o montados a partir de la elección de sus componentes. Su uso más común es en el sector industrial, comercio y agroindustria. En la tabla 3.4.2 se muestra la clasificación de los calentadores solares de acuerdo a su tecnología.

Sistemas prefabricados	Sistemas a medida
Sistema con colector y termotanque integrados	Sistemas de circulación forzada usando componentes y configuraciones descritos en un catálogo de componentes
Sistemas por termosifón	
Sistemas de circulación forzada con configuración fija	Sistemas únicos en el diseño y montaje utilizados para el calentamiento de agua

Tabla 3.4.2 Tecnologías empleadas en calentadores solares.⁵⁵

Para el aprovechamiento de la energía solar en el sector residencial, dentro de los sistemas prefabricados se puede hacer uso de dos tipos de colectores solares: colector solar plano y colector solar de tubos de vacío

⁵⁵ Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía. [Consultado: 12 de Noviembre de 2013] Disponible en: <<http://www.procalsol.gob.mx/wb/procalsol/clasificacion>>

En la tabla 3.4.3 se muestra una comparación entre ambos tipos de colectores solares, en el que además del precio, deben de considerarse otro tipo factores técnicos que son esenciales antes de la adquisición de éstos.

Característica comparativa	Tipo de calentador solar	
	Colector solar plano	Colector solar de tubos de vacío
Temperatura máxima de entrega de agua	60 [°C]	90[°C]
Sensibilidad a impactos	Baja	Alta
Sensibilidad a heladas	Alta	Baja
Sensibilidad a cambios de temperaturas ambientales	Baja	Alta
Sensibilidad a cortes de agua	Baja	Alta
Sensibilidad a aguas duras	Alta	Baja

Tabla 3.4.3 Comparación de características de funcionalidad entre colectores solares.⁵⁶

3.5 SISTEMAS DE CALENTAMIENTO DE AGUA PARA DUCHA

El Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación S.C. (ONNCCE), emite un Dictamen de Idoneidad Técnica (DIT) para Sistemas de Calentamiento de Agua por Termosifón. El DIT notifica sobre los modelos de calentadores aprobados, también las características principales de los materiales con el que están fabricados que permiten una durabilidad superior al plazo de amortización, asimismo, informa las condiciones de instalación y de operación, para verificar su correcta colocación en las viviendas.

⁵⁶ Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía. [Consultado: 12 de Noviembre de 2013] Disponible en: <http://www.procalsol.gob.mx/wb/procalsol/comparacion_de_tecnologias>

Para lograr un financiamiento con recursos provenientes del INFONAVIT con su programa de Hipotecas Verdes, es requisito que los sistemas de colectores solares y termotanques, cuenten con un dictamen aprobatorio emitido por el ONNCCE como entidad de tercera parte. Dichos sistemas pueden o no estar complementados con calentadores a gas.

Con base en la información anterior y a lo mencionado en el tema 3.4 sobre las tecnologías que utilizan los diferentes calentadores solares, se propone el uso del Calentador Solar Prefabricado con colector solar plano ya que los calentadores prefabricados además de ser más económicos están listos para utilizarse, y la tecnología de colector solar plano cubre las necesidades de uso residencial ya que no se requiere una temperatura mayor a 60[°C] para el caso de las viviendas en estudio. El calentador estará expuesto a granizo o caída de objetos y la sensibilidad a esta clase de impactos es baja. La sensibilidad a heladas es alta, sin embargo si se considera que en Pachuca no suele haber heladas no es una característica que debiera tomarse en cuenta. En ocasiones el clima y la contaminación pueden llegar a afectar la operación y rendimiento de los sistemas pero su sensibilidad a los cambios de temperaturas ambientales es baja debido a que cuenta con un buen aislamiento dentro del colector para evitar afectaciones dentro del colector solar. Por último es importante considerar también que la orientación preferente del calentador sea hacia el sur, y su ángulo de inclinación mayor de 25°, o la altitud del lugar más un valor que puede variar entre 10° y 15°.

La CONAVI señala que para que el calentador sea sustentable este deben cumplir con la Norma NMX-ES-001-NORMEX-2005. También señala que el termotanque debe cumplir con las siguientes especificaciones⁵⁷:

- Tener preferentemente las características técnicas recomendadas por el fabricante del colector solar.
- Contar con el aislamiento adecuado para su funcionamiento.
- Contar con un sistema de alivio de presión, sistema de protección contra acción catódica de ser metálico, termómetro y sistema de purga o drenado.

⁵⁷ Comisión Nacional de Vivienda, Código de Edificación de Vivienda. [Consulta: 15 de diciembre de 2013] Disponible en: <http://www.conavi.gob.mx/php/publicaciones/documentos/CEV%20PDF.pdf>

Para la implementación de la tecnología de calentador solar de agua para este proyecto, se hace la selección del calentador de tipo colector plano por las ventajas que ofrece sobre otras tecnologías tal como se muestra en la tabla 3.4.3. En el mercado nacional existen diferentes marcas de calentadores solares que cumplen con las características de rendimiento, funcionalidad y durabilidad para ser implementados en este proyecto. En la tabla 3.5.1 se muestran algunos tipos de calentadores solares de colector plano y su costo actual en el mercado.

Fabricante	Capacidad(Litros)	No. de servicios	Costo CSA con instalación
IUSA	150	4	\$10,395
CINSA SOLEI	150	4	\$9,788
ECoVITA	150	4	\$8,030
AXOL	150	4	\$9,700

Tabla 3.5.1 Tabla comparativa de precios de Calentadores solares de agua de colector plano

Fuente: Elaboración propia, con datos a febrero de 2014

Se selecciona el calentador marca AXOL que de acuerdo a la ficha técnica del fabricante cumple con las características de diseño para viviendas de interés social y media, de rendimiento y de tiempo de vida, factor importante a considerar dentro del proyecto. Otro criterio para la selección de este modelo de calentador es el costo, que de los mostrados en la tabla 3.5.1, se observa que es el de costo de inversión e instalación más bajo. La ficha técnica del fabricante se muestra en el anexo 5.

CONCLUSIONES

En este apartado se ha hecho referencia a los estándares de iluminación para una vivienda y con base en esto, se estableció el nivel de iluminación para cada habitación de la vivienda. Una vez determinados los niveles de iluminación se han seleccionado las lámparas que, de acuerdo con las características declaradas por el fabricante, satisfagan los niveles requeridos. En total se analizaron ocho modelos distintos de

lámparas LFC y dos del tipo LED, se compararon características como potencia, tecnología, flujo luminoso, precio y se concluyó que la tecnología LFC es la más adecuada para implementar en las viviendas pues existe una mayor cantidad de marcas y modelos en el mercado y su precio es mucho menor que el de focos LED, siendo necesaria una menor inversión.

Para una iluminación óptima, se eligieron 4 modelos de 3 diferentes marcas con características distintas entre sí (GE/FLE9TXB/T3/840, Phillips/Mini Twister, Osram/Dulux EL microTwist 23w/865/ Dulux EL microTwist 10w/836), para instalarlos en cada uno de los cuartos de la casa. Una vez seleccionados los focos, se usó el software DIALUX para hacer una simulación de los niveles de iluminación en la vivienda, la cual ha arrojado como resultado que los focos propuestos son los adecuados y cumplen con los niveles establecidos como estándar.

Por otro lado, para el caso del calentador solar de agua se han analizado en este capítulo dos tipos de calentadores, el de colector plano y colector de tubos al vacío. Con base en este análisis, se ha tomado la decisión de implementar calentadores solares prefabricados de colector solar plano, en concreto de la marca AXOL, pues, de acuerdo con la ficha técnica, cumple con las normas y requerimientos del proyecto; además, su instalación es relativamente sencilla, el material con el que están fabricados es más resistente y su sensibilidad a cambios ambientales de temperatura es baja, asimismo, el precio de este dispositivo es menor en comparación con los calentadores del mismo modelo y capacidad de diferentes fabricantes; sin embargo, debemos tomar en cuenta que la sensibilidad a aguas duras es alta, por lo que requerirá de un mantenimiento para prevenir la mineralización en los tubos de cobre por donde fluye el agua.

CAPÍTULO IV

EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL PROYECTO DE REDUCCIÓN DE LOS CONSUMOS ENERGÉTICOS DE LAS VIVIENDAS

INTRODUCCIÓN

La presente investigación estudia el consumo tanto de gas L.P. como de electricidad referida a la iluminación en un desarrollo habitacional para posteriormente proponer medidas de eficiencia energética. El problema que se plantea es encontrar alternativas que nos proporcionen el mismo grado de funcionalidad y que al mismo tiempo nos permita disminuir los consumos energéticos.

En los capítulos anteriores se hace la labor de presentar la información pertinente a las diversas tecnologías que están disponibles y también se definen las alternativas correspondientes (al rubro de gas L.P. y electricidad referida a iluminación). Se realizó un análisis técnico sobre las alternativas propuestas y los resultados fueron presentados en el capítulo anterior. Sin embargo también es necesario hacer un análisis de viabilidad económica en el cuál se tome en cuenta no solo el costo inicial requerido para implementar cualquiera de las alternativas sino que también incorpore el comportamiento de la inversión en el tiempo para que la toma de decisión final sea práctica.

4.1 MÉTODOS DE EVALUACIÓN DE PROYECTOS

Para poder tomar las decisiones sobre qué alternativas pueden implementarse es conveniente realizar un estudio de ingeniería económica. Antes de llevar a cabo la evaluación económica de los proyectos se definirán los conceptos y terminologías útiles en este capítulo.

- **Rentabilidad**

Puede definirse como la relación entre el ingreso neto obtenido por unidad de tiempo y el capital invertido.

- **Interés**

Es el incremento en el valor del dinero entre una cantidad original y el adeudo de la misma al final de un determinado período o bien la cantidad de dinero acumulada (beneficio) de una inversión inicial al final de un período. Si es expresada como un porcentaje de la cantidad original o inversión por unidad de tiempo se le conoce como tasa de interés. Esto es

$$\% \text{ tasa de interés} = \frac{\text{cantidad acumulada en un período}}{\text{cantidad original o inversión}} \times 100$$

Para más de un período se emplean los conceptos de interés simple y compuesto.

Para calcular el interés simple únicamente se toma en cuenta la cantidad original o principal, esto es:

$$\text{Interés simple} = \text{Cantidad principal} * n * i$$

Donde:

n es el número de períodos

i es la tasa de interés

Para el caso del interés compuesto, el interés acumulado para cada período de interés se calcula sobre el monto principal más el monto total del interés acumulado en todos los períodos anteriores⁵⁸. Esto se expresa como:

$$\text{Interés compuesto} = \text{Cantidad principal}(1 + i)^n$$

Donde

n es el número de períodos

i es la tasa de interés

- **Tasa de Retorno (TR)**

Para considerar que una inversión es rentable, el inversionista espera recibir una utilidad o ingreso neto de dinero de la suma invertida, es decir, debe ser posible obtener un retorno sobre la inversión. La tasa de retorno se calcula como⁵⁹:

$$TR = \frac{\text{Cantidad actual} - \text{Inversión inicial}}{\text{Inversión inicial}} \times 100$$

- **Tasa mínima atractiva de retorno (TMAR)**

También conocida como TREMA es la tasa mínima o razonable con la cual el inversionista espera obtener una rentabilidad o ganancia sobre la inversión propuesta. Se hace referencia a la TMAR como la tasa base para proyectos, esto es, para que un

⁵⁸ Tarquin, A. (1999). Cap. 1. Conceptos básicos, términos y gráficas en Ingeniería Económica (pp. 15-16) Santafé de Bogotá, Colombia: Editorial McGraw-Hill

⁵⁹ Tarquin, A. (1999). Cap. 1. Conceptos básicos, términos y gráficas en Ingeniería Económica (pp. 24) Santafé de Bogotá, Colombia: Editorial McGraw-Hill

proyecto sea considerado financieramente viable la TR debe ser igual o mayor a la TMAR⁶⁰. La TMAR se puede definir como:

$$TMAR = pr + i + i * pr$$

Donde:

pr es el premio al riesgo

i es la inflación

Esto quiere decir que la TMAR debe calcularse considerando dos factores, en el primero la ganancia debe ser tal que compense los efectos de la inflación y en el segundo debe ser un premio o sobretasa porque el inversionista arriesga su dinero en determinada inversión.

- **Valor Presente Neto (VPN)**

También conocido como Valor Actual Neto (VAN) es el método de evaluación de proyectos más empleado para seleccionar entre una o más alternativas de inversión a largo plazo. El VPN mide la rentabilidad del proyecto (en valores monetarios) que exceden al valor de rentabilidad deseado después de recuperar la inversión. Este método consiste en convertir o actualizar todos los flujos de efectivos futuros a un valor equivalente en el presente y restando el valor de la inversión inicial. El VPN puede obtenerse de la siguiente manera:

$$VPN = -I_0 + \sum_{t=0}^n \frac{\text{Flujos de efectivo}}{(1 + i)^n}$$

Donde:

I₀ Es el valor de la inversión inicial

⁶⁰ Tarquin, A. (1999). Cap. 1. Conceptos básicos, términos y gráficas en Ingeniería Económica (pp. 24) Santafé de Bogotá, Colombia: Editorial McGraw-Hill

i Es la tasa de interés, de rentabilidad o de descuento por período

n Es el número de períodos del interés (años, meses o días)

El VPN depende exclusivamente de la tasa de interés o descuento aplicada. Los criterios de evaluación son los siguientes⁶¹:

Si $VPN \geq 0$ la tasa de retorno es lograda o excedida y la alternativa es financieramente viable.

Si $VPN < 0$ la alternativa no es financieramente viable.

- **Tasa Interna de Retorno (TIR)**

Se define como la tasa de descuento para la cual el $VPN=0$, dicho de otra manera, es la tasa que iguala la suma de los flujos descontados a la inversión inicial. El criterio que emplea el método de evaluación de la TIR es que si es mayor que la TMAR la inversión es aceptable, es decir, si el rendimiento de una alternativa es mayor que el mínimo fijado la inversión es financieramente aceptable⁶².

- **Razón Beneficio/Costo (B/C)**

Este método de evaluación de proyectos comúnmente es empleado para evaluar las inversiones gubernamentales o de interés social. Tanto los beneficios como los costos no se cuantifican como se hacen en una inversión privada sino que se toman en cuenta criterios sociales⁶³. Este método se basa en la razón de los beneficios a los costos asociados con un proyecto en particular. Se considera que el proyecto es atractivo cuando los beneficios debidos a la implementación y reducidos por los beneficios negativos exceden de los costos asociados. Por lo tanto es necesario saber dentro del

⁶¹ Tarquin, A. (1999). Cap. 5. Evaluación del valor presente y del costo capitalizado en Ingeniería Económica (pp. 154) Santafé de Bogotá, Colombia: Editorial McGraw-Hill

⁶² Baca, G. (2001). Cap. 5. Evaluación Económica en Evaluación de Proyectos (pp. 215-217) México, Mex: Editorial McGraw-Hill

⁶³ Baca, G. (2001). Cap. 5. Evaluación Económica en Evaluación de Proyectos (pp. 229) México, Mex: Editorial McGraw-Hill

proyecto cuales son los beneficios positivos, los negativos y los costos⁶⁴. Para calcular la razón B/C se puede hacer uso de la siguiente formula:

$$B/C = \frac{\textit{Beneficios positivos} - \textit{Beneficios negativos}}{\textit{Costos}}$$

Si B/C es mayor o igual a 1 indica que el proyecto debe ser aceptado financieramente en caso contrario no debe aceptarse.

- **Período de recuperación de la inversión**

Es el tiempo que se requiere para recuperar el valor presente del dinero que se invirtió en el proyecto. El criterio de decisión es que el proyecto tenga el menor período de recuperación de la inversión el cual deberá ser menor que la vida económica del mismo. Una forma de obtener este método de evaluación tomando en cuenta el valor del dinero en el tiempo es la siguiente:

$$n = \frac{\log \frac{VF}{VP}}{\log(1 + i)}$$

⁶⁴ Tarquin, A. (1999). Cap. 9. Evaluación de la razón beneficio/costo en Ingeniería Económica (pp. 265-266) Santafé de Bogotá, Colombia: Editorial McGraw-Hill

4.2 CÁLCULO DE LOS AHORROS ENERGÉTICOS Y ECONÓMICOS GENERADOS POR LOS DISPOSITIVOS IMPLEMENTADOS

Con base en los resultados de consumo energético actual y en el análisis de los dispositivos ahorradores del capítulo anterior, se seleccionan los dispositivos a instalar y se realiza una nueva proyección del consumo energético después de la implementación de dichos dispositivos. El criterio para calcular los nuevos consumos es el mismo que el usado en el capítulo 2 de este trabajo; es decir, con base en la información de la encuesta, se hace una proyección anual del consumo energético, la diferencia radica en el nuevo valor estimado del consumo diario. De acuerdo con la nueva proyección, el consumo eléctrico por concepto de iluminación en las viviendas se muestra en la tabla 4.2.1.

Casa	Consumo base mensual [kWh/mes]	Costo medio del kWh [\$/kWh] ⁶⁵	Nuevo consumo eléctrico anual [kWh]	Nuevo costo anual de electricidad [\$/kWh]	Tipo de Foco
11	16.35	0.777	199.47	154.99	Fluorescente
18	3.96	0.777	48.31	37.54	Fluorescente
20	3.93	0.777	47.95	37.25	Fluorescente
21	8.55	0.777	104.31	81.05	Fluorescente
28	3.13	0.777	38.15	29.65	Fluorescente
38	9.2	0.777	112.24	87.21	Fluorescente
42	2.09	0.777	25.44	19.76	Fluorescente
51	10.26	0.777	125.17	97.26	Fluorescente
54	7.11	0.777	86.76	67.41	Fluorescente
56	10.14	0.777	123.71	96.12	Fluorescente
58	5.59	0.777	68.20	52.99	Fluorescente
60	15.99	0.777	195.08	151.57	Fluorescente
61	10.98	0.777	133.95	104.08	Fluorescente
65	3.38	0.777	41.17	31.99	Fluorescente
68	4.56	0.777	55.63	43.23	Fluorescente
70	5.01	0.777	61.12	47.49	Fluorescente

Tabla 4.2.1 Nuevo consumo proyectado después de implementar dispositivos ahorradores

Fuente: Elaboración propia

⁶⁵ Tarifas, Comisión Federal de Electricidad CFE. [consulta: 03 de octubre 2013] Disponible en: <http://app.cfe.gob.mx/Aplicaciones/CCFE/Tarifas/Tarifas/Tarifas_casa.asp?Tarifa=DACTAR1A&anio=2013>

Para establecer este nuevo consumo de energía eléctrica se ha determinado que el costo promedio del KWh es de \$0.777 a octubre del 2013, además, se establece que la tecnología a emplearse en el proyecto sea de lámparas compactas fluorescentes, esto debido al precio, la vida útil, fácil instalación y diversidad de marcas, modelos y características existentes en el mercado. Hay que destacar que la tecnología LED técnicamente es más eficiente que la LCF, sin embargo, se cuenta con poca variedad de productos, de los cuales, la mayoría no cumple con los requerimientos de iluminación del proyecto.

Del mismo modo, para el caso del gas y siguiendo el mismo procedimiento del capítulo 2, se calcula el nuevo consumo una vez implementados los dispositivos ahorradores. Para este caso, el precio medio del gas L.P. con respecto al mes de octubre en 2013 es de \$12.25, además, se consideran algunos aspectos de suma importancia para realizar el análisis del consumo y costo de este indicador. De acuerdo con los datos de la ficha técnica del fabricante, los calentadores ofrecen un ahorro de hasta el 70% como mínimo en el consumo de Gas L.P. independientemente si el calentador convencional es de paso o de depósito. Con el fin de evaluar el proyecto de una manera conservadora y tomando en cuenta que las eficiencias de los calentadores convencionales no son las mismas se considera que el ahorro mínimo para un calentador de paso sea del 55% y para uno de depósito del 70% en el consumo del gas L.P., cabe hacer mención que estas consideraciones de ahorro fueron tomadas del reporte del proyecto CONAVI-CONACYT.

Otro aspecto que se debe tomar en cuenta es el factor de demanda (F.D.) para el uso del calentador solar de agua. Es sabido que durante el año habrá días de ausencia de sol por lo que el rendimiento del calentador solar se verá afectado. Para ello es necesario ajustar el factor de uso mediante el siguiente razonamiento. De acuerdo con las tablas de las normales climatológicas⁶⁶ que proporciona el Servicio Meteorológico Nacional para el Estado de Hidalgo se reportan 80.3 días lluviosos, por lo tanto, son días nublados que equivalen al 22% de los días del año. Con este dato se determina el factor de demanda del calentador solar en 78%.

⁶⁶ SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL. Normales climatológicas. Período 1971-2000

De acuerdo con la cotización proporcionada por el proveedor del calentador solar de agua seleccionado para el análisis de este proyecto, este tiene un costo de inversión e instalación de \$9,700 pesos M.N. Más adelante para la evaluación económica del proyecto se considerará un costo por mantenimiento del mismo. La nueva proyección anual del consumo de gas se puede apreciar en la tabla 4.2.2.

No. De casa	Costo medio de Gas L.P. ⁶⁷	Nueva tecnología	Eficiencia	Factor de Demanda	Nuevo Consumo Projectado	Nuevo costo anual de Gas L.P.
	\$/Kg			78%	kg/ año	\$
11	12.25	SOLAR	0.62	78%	42.01	\$514.62
18	12.25	SOLAR	0.62	78%	10.50	\$128.65
20	12.25	SOLAR	0.84	78%	46.51	\$569.76
21	12.25	SOLAR	0.84	78%	25.75	\$315.39
28	12.25	SOLAR	0.84	78%	46.51	\$569.76
38	12.25	SOLAR	0.62	78%	29.90	\$366.28
42	12.25	SOLAR	0.62	78%	63.01	\$771.92
51	12.25	SOLAR	0.62	78%	60.46	\$740.67
54	12.25	SOLAR	0.62	78%	21.00	\$257.30
56	12.25	SOLAR	0.84	78%	34.88	\$427.31
58	12.25	SOLAR	0.62	78%	42.01	\$514.62
60	12.25	SOLAR	0.62	78%	69.76	\$854.62
61	12.25	SOLAR	0.62	78%	11.63	\$142.44
65	12.25	SOLAR	0.62	78%	21.00	\$257.30
68	12.25	SOLAR	0.62	78%	22.51	\$275.70
70	12.25	SOLAR	0.62	78%	74.27	\$909.77

Tabla 4.2.2 Consumo y costo de gas L.P. después de implementar el proyecto.

Fuente: Elaboración propia

Haciendo una comparación de los valores de consumo con proyecto y sin proyecto, se aprecia una disminución del consumo de gas L.P. en cada vivienda. De esta manera podemos hacer una estimación simple del ahorro en consumo y en el costo de la energía ahorrada como se muestra en la tabla 4.2.3.

⁶⁷Asociación Mexicana de Distribuidores de Gas Licuado y Empresas Conexas A.C. [consulta: 03 de octubre 2013]
 Disponible en: <<http://www.amexgas.com.mx/precioqlp.php>>

Casa	Ahorro en kWh/año	Ahorro en \$ anual Electricidad	Ahorro en kg de gas L.P. anual	Ahorro en \$ anual gas L.P.
11	64.05	\$49.77	137.52	\$1,684.62
18	127.37	\$98.97	34.38	\$421.13
20	127.73	\$99.25	86.00	\$1,053.49
21	323.91	\$251.68	47.60	\$583.15
28	71.64	\$55.67	86.00	\$1,053.49
38	420.89	\$327.03	97.88	\$1,199.03
42	71.55	\$55.60	206.28	\$2,526.88
51	506.18	\$393.30	197.93	\$2,424.61
54	187.59	\$145.76	68.76	\$842.26
56	227.65	\$176.89	64.50	\$790.10
58	363.68	\$282.58	137.52	\$1,684.62
60	1159.12	\$900.64	228.38	\$2,797.60
61	224.72	\$174.61	38.06	\$466.26
65	155.55	\$120.86	68.76	\$842.26
68	22.14	\$17.21	73.67	\$902.51
70	37.70	\$29.29	243.11	\$2,978.14

Tabla 4.2.3 Ahorro energético y económico simple

Fuente: Elaboración propia

En la tabla anterior, se muestra el ahorro después de la instalación de dispositivos ahorradores, en algunos casos, cómo el de la casa 60, el ahorro es considerable; en energía eléctrica se ahorra un 14% del costo anual, mientras que para el gas, el ahorro es aproximadamente de un 24% en relación al costo actual del consumo del energético en esa vivienda.

4.3 COSTO Y EVALUACIÓN DEL PROYECTO

A continuación, se lleva a cabo un análisis económico simple para determinar la viabilidad de la inversión por la implementación de dispositivos ahorradores. El criterio a emplear se basa en que el proyecto es implementado en viviendas y las personas encargadas de la manutención de una vivienda buscan que la recuperación de una inversión sea lo más rápido posible y que esta genere beneficios. Así pues, se procede a calcular el periodo de recuperación simple que indica la cantidad de años requerida para recuperar una inversión.

Este indicador es una relación entre la inversión realizada y el ahorro que se tendrá en un proyecto y no toma en cuenta otros factores como el valor del dinero en el tiempo ni costos de operación y/o mantenimiento. Para este trabajo, se consideran los siguientes valores de períodos en años:

Si:

- PRS es menor a 5 años el proyecto se considera viable
- PRS es mayor a 5 años y menor a 7 años el proyecto se considera poco viable
- PRS es mayor a 7 años el proyecto no es viable

Esta evaluación se muestra en las tablas 4.3.1 para el caso del consumo de gas L.P. y 4.3.2 para consumo eléctrico. El indicador a tomar en cuenta será el período de recuperación simple (PRS) que de acuerdo al criterio anterior determinará si el proyecto es viable, poco viable o no viable.

No. de casa	Ahorro por implementación de calentador solar	Número de calentadores	Costo de inversión	PRS	Resultado de la evaluación económica
	\$		\$	años	
11	\$1,684.62	1	\$9,700.00	5.76	Poco viable
18	\$421.13	1	\$9,700.00	23.03	No viable
20	\$1,053.49	1	\$9,700.00	9.21	No viable
21	\$583.15	1	\$9,700.00	16.63	No viable
28	\$1,053.49	1	\$9,700.00	9.21	No viable
38	\$1,199.02	1	\$9,700.00	8.09	Poco viable
42	\$2,526.88	1	\$9,700.00	3.84	Viable
51	\$2,424.60	1	\$9,700.00	4.00	Viable
54	\$842.26	1	\$9,700.00	11.52	No viable
56	\$790.10	1	\$9,700.00	12.28	No viable
58	\$1,684.62	1	\$9,700.00	5.76	Poco viable
60	\$2,797.60	1	\$9,700.00	3.47	Viable
61	\$466.27	1	\$9,700.00	20.80	No viable
65	\$842.26	1	\$9,700.00	11.52	No viable
68	\$902.51	1	\$9,700.00	10.75	No viable
70	\$2,978.14	1	\$9,700.00	3.26	Viable

Tabla 4.3.1 Análisis económico simple por la implementación de calentadores solares de agua

Fuente: Elaboración propia

No. de casa	Ahorro por implementación focos LFC	Número de focos	Costo de inversión	PRS	Resultado de la evaluación económica
	\$		\$	años	
11	\$64.05	6	\$524.67	8.19	No Viable
18	\$127.37	6	\$524.67	4.12	Viable
20	\$127.73	6	\$278.00	2.18	Viable
21	\$323.91	6	\$347.67	1.07	Viable
28	\$71.64	6	\$401.33	5.6	Poco viable
38	\$420.89	6	\$401.33	0.95	Viable
42	\$71.55	6	\$476.67	6.66	Poco viable
51	\$506.18	6	\$476.67	0.94	Viable
54	\$187.59	6	\$615.67	3.28	Viable
56	\$227.65	6	\$524.67	2.3	Viable
58	\$363.68	6	\$529.67	1.46	Viable
60	\$1,159.12	6	\$433.67	0.37	Viable
61	\$224.72	6	\$524.67	2.33	Viable
65	\$155.55	6	\$615.67	3.96	Viable
68	\$22.14	6	\$481.67	21.75	No Viable
70	\$37.70	6	\$299.67	7.95	No Viable

Tabla 4.3.2 Análisis económico simple por implementación de focos LFC

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4.3.1 se observa que para la mayor parte de las viviendas consideradas en este análisis no resulta atractiva la implementación de calentadores solares, pues el periodo de recuperación se encuentra fuera del rango establecido como viable. Por otra parte, de acuerdo con los resultados de la tabla 4.3.2 se puede considerar viable la sustitución de focos debido a la rápida recuperación de la inversión en la mayor parte de las viviendas.

En la figura 4.3.1 se observa gráficamente la distribución de viabilidad resultante del cálculo del PRS. Para el caso del consumo de gas L.P. se aprecia que, para la mayor parte de las viviendas consideradas en este análisis el proyecto, no resulta atractiva la instalación de calentadores solares.

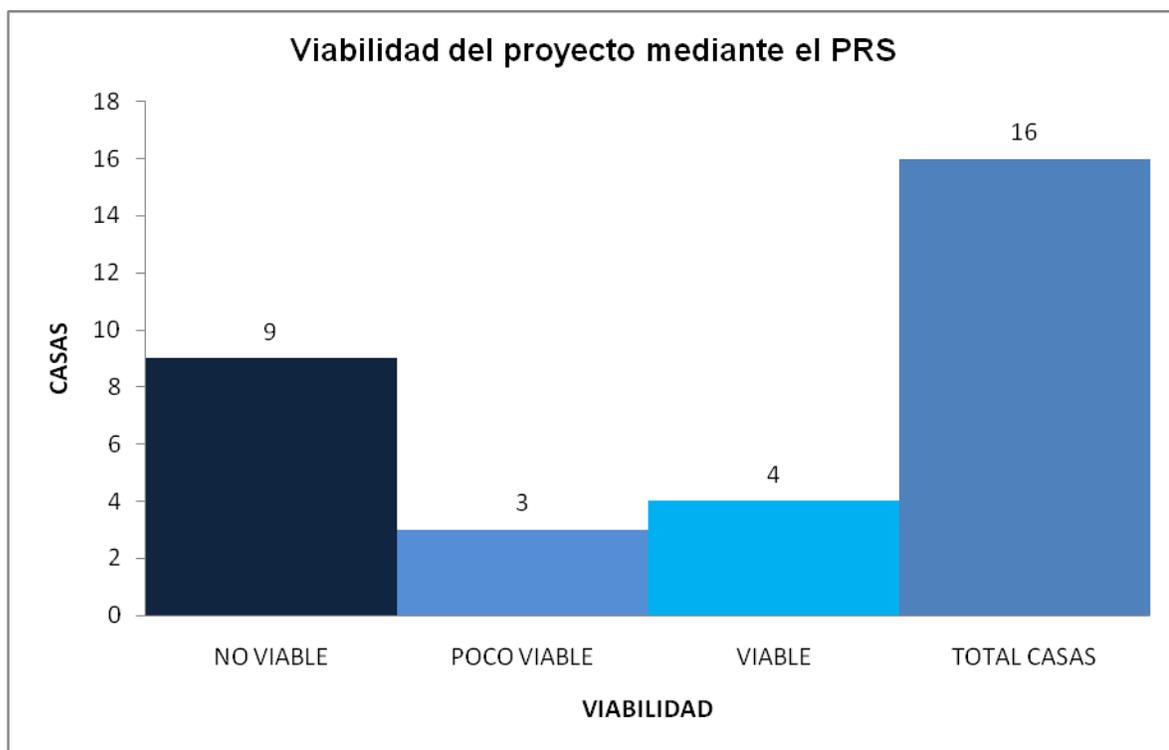


Figura 4.3.1 Viabilidad del proyecto mediante el análisis económico simple, caso gas L.P.

Fuente: Elaboración propia

Si las viviendas aumentaran su consumo de gas L.P., o aumentara el precio del gas, o disminuyera el precio de los calentadores solares de tubos, se podría mejorar la viabilidad de los proyectos, estas situaciones podrían presentarse, pero es difícil, por ejemplo, el precio del gas L.P. ya tiene un largo periodo de tiempo en el cual su precio se incrementa periódicamente, para que el precio de los calentadores baje se necesitaría algún incentivo fiscal a los fabricantes o apoyo directo a la compra de dichos equipos. Los calentadores de tubos al vacío más económicos podrían ser una opción.

En la figura 4.3.2 se muestra la gráfica de los resultados del cálculo del PRS para el caso de iluminación, aquí se observa, que en la mayoría de las casas es viable la implementación de focos ahorradores.

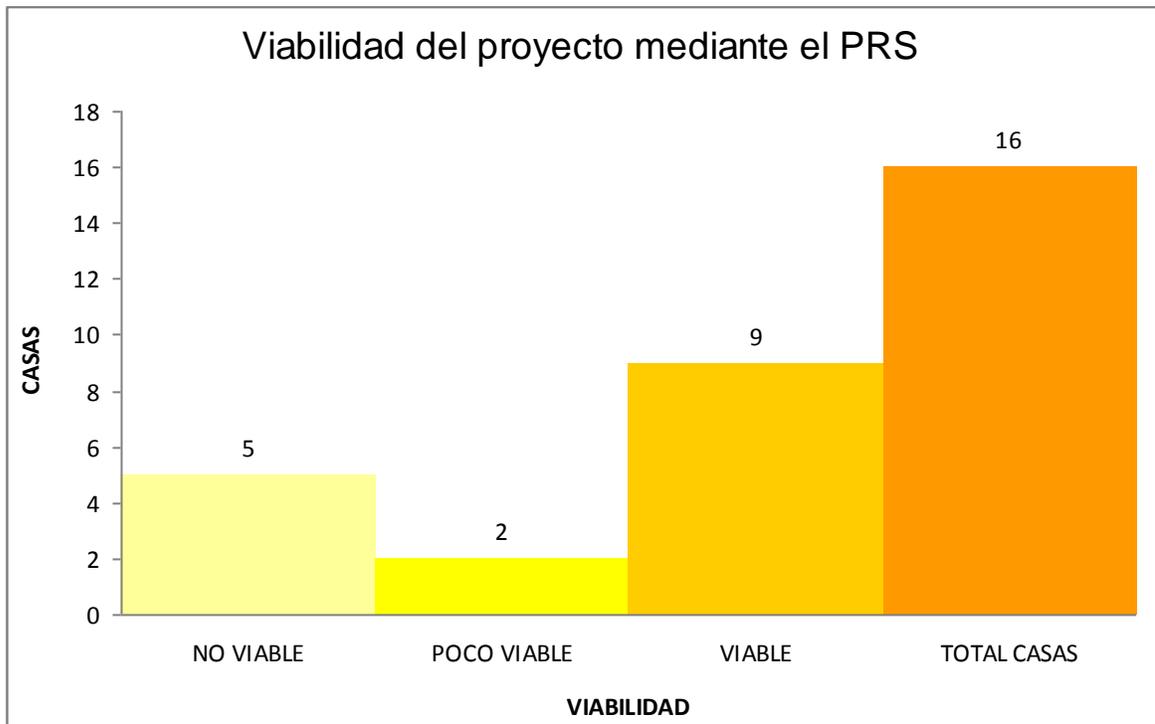


Figura 4.3.2 Viabilidad del proyecto mediante el análisis económico simple, caso iluminación.

Fuente: Elaboración propia

4.4 DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS ECONÓMICOS INDIVIDUALES

De lo anteriormente expuesto, se sabe que el período de recuperación de una inversión no es el mejor indicador para evaluar un proyecto. Además, no se debe perder de vista el hecho de que no ha sido considerado el valor del dinero en el tiempo. Por ende, se necesita establecer una tasa de rentabilidad para evaluar los flujos de efectivo durante el período de vida del proyecto, además de considerar que el proyecto requiere de costos de operación debido al mantenimiento del mismo. Existen factores que también pueden impactar los costos a largo plazo, como por ejemplo la vida útil de los focos que de acuerdo a la tendencia siguen incrementando, o en el caso del calentador solar que aunque el fabricante menciona en su hoja de datos técnicos que los costos por el mantenimiento del calentador solar es mínimo, siempre será necesario contar con el servicio y de la mano de obra especializada para garantizar el óptimo funcionamiento del mismo.

El primer parámetro a considerar en el análisis económico individual es el de fijar una tasa de descuento o de rendimiento mínima para obtener una rentabilidad atractiva. En este caso se parte de un valor de TREMA = 10%. Este valor de interés puede ser considerado como una tasa en la cual se obtendrá una rentabilidad mayor a la que ofrece un Banco que en el mejor de los casos ofrece 5.6%⁶⁸ y por consiguiente se tome la decisión de invertir en el proyecto.

El valor del dinero es cambiante a través del tiempo, por lo que es necesario actualizar los flujos de efectivo por costos de mantenimiento y similares, teniendo en cuenta otro parámetro como la tasa de inflación fijada en 3.90% para poder obtener el Valor Presente VP del costo de inversión por mantenimiento.

En la tabla 4.4.1 se muestra la actualización de los flujos de efectivo debido a este parámetro. En el año 0 se observa que el valor inicial del costo por mantenimiento anual del calentador solar es de \$400 pesos corrientes 2014. De igual forma, esta operación se lleva a cabo en todas las viviendas para la alternativa de iluminación por concepto de reinversión cada 6 años, debido al reemplazo de los focos ya que es el tiempo de vida útil que especifica el fabricante.

n	VP	INFLACION 3.90%	COSTO FUTURO	COSTO PESOS CORRIENTE HOY
0	\$4,636		\$400.00	\$400.00
1	\$ 416	\$15.60	\$415.60	\$400.00
2	\$ 432	\$16.21	\$431.81	\$400.00
3	\$ 449	\$16.84	\$448.65	\$400.00
4	\$ 466	\$17.50	\$466.15	\$400.00
5	\$ 484	\$18.18	\$484.33	\$400.00
6	\$ 503	\$18.89	\$503.21	\$400.00
7	\$ 523	\$19.63	\$522.84	\$400.00
8	\$ 543	\$20.39	\$543.23	\$400.00
9	\$ 564	\$21.19	\$564.42	\$400.00
10	\$ 586	\$22.01	\$586.43	\$400.00
11	\$ 609	\$22.87	\$609.30	\$400.00
12	\$ 633	\$23.76	\$633.06	\$400.00
13	\$ 658	\$24.69	\$657.75	\$400.00
14	\$ 683	\$25.65	\$683.40	\$400.00

Tabla 4.4.1 Actualización de flujos de efectivo por mantenimiento

⁶⁸ Banco de México [Consulta: 06 de Febrero 2014] Disponible en: <http://www.banxico.org.mx/portal_disf/wwwProyectoInternetNotaTPA.jsp>

n	VP	INFLACION 3.90%	COSTO FUTURO	COSTO PESOS CORRIENTE HOY
15	\$ 710	\$26.65	\$710.06	\$400.00
16	\$ 738	\$27.69	\$737.75	\$400.00
17	\$ 767	\$28.77	\$766.52	\$400.00
18	\$ 796	\$29.89	\$796.42	\$400.00
19	\$ 827	\$31.06	\$827.48	\$400.00
20	\$ 860	\$32.27	\$859.75	\$400.00

Tabla 4.4.1 (Continuación) Actualización de flujos de efectivo por mantenimiento.

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4.4.2 se muestra el análisis de previabilidad económica para la Casa 11 considerando los parámetros anteriormente descritos, así como los costos de inversión inicial y ahorros del gas L.P. por la implementación del proyecto con calentador solar de agua.

ANÁLISIS DE PREVIABILIDAD ECONÓMICO		PESOS CORRIENTES DE 2014	
CASA 11			
COSTO CONVENCIONAL	\$	2,199	\$/año
COSTO DE GAS CON CALENTADOR SOLAR	\$	515	\$/año
COSTO DE INVERSIÓN	\$	9,700	\$
COSTO MULTAS			\$/año
Ahorro total	\$	1,685	\$/año
MANTENIMIENTO ANUAL	\$	400	
COSTO DE INVERSIÓN POR MANTENIMIENTO AÑO 0	\$	4,636	\$
Supuestos de evaluación			
Tipo de cambio	\$	12.90	\$/US\$
Tasa de inflación anual		3.90%	
Tasa de descuento TREMA		10.00%	CORRIENTE
Tasa de descuento TREMA		6.10%	REAL
Tasa de financiamiento		0.00%	
Expectativa de vida		20 años	

VIDA ÚTIL
20.0 años

FLUJO DE EFECTIVO

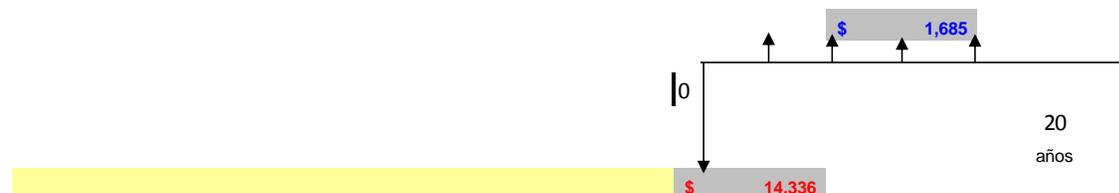


Tabla 4.4.2 Análisis de previabilidad económica de la Casa 11 para propuesta de Calentador Solar considerando los parámetros individuales.

De manera similar se presenta el análisis de previabilidad económica para la casa 11 para la propuesta de iluminación en la Tabla 4.4.3. En ella se observa una vida útil de solo 6.2 años debido a las especificaciones técnicas de los fabricantes de lámparas LFC. También debe notarse la variación de los costos para cada vivienda debido al comportamiento de consumo y en consecuencia por la propuesta hecha para cada vivienda.

ANÁLISIS DE PREVIABILIDAD ECONÓMICO		PESOS CORRIENTES DE 2014	
CASA 11			
COSTO CONVENCIONAL	\$	331	\$/año
COSTO DE ILUMINACIÓN EFICIENTE	\$	266	\$/año
COSTO DE INVERSIÓN	\$	525	\$
COSTO MULTAS			\$/año
Ahorro total	\$	64.7	\$/año
INVERSIÓN CADA 6 AÑOS	\$	175	
COSTO DE INVERSIÓN POR REPOCISIÓN EQUIVALENTE AÑO	\$	435	\$

Supuestos de evaluación			
Tipo de cambio	\$	12.90	\$/US\$
Tasa de inflación anual		3.97%	
Tasa de descuento TREMA		10.00%	CORRIENTE
Tasa de descuento TREMA		6.03%	REAL
Tasa de financiamiento		0.00%	
Expectativa de vida		20 años	

VIDA ÚTIL	
9000.0 hr	
6.2 años	

FLUJO DE EFECTIVO



Tabla 4.4.3 Análisis de previabilidad económica de la Casa 11 para propuesta de Iluminación considerando los parámetros individuales.

Este procedimiento se lleva a cabo para cada una de las quince casas restantes y los resultados son mostrados en los anexos 6 y 7.

4.5 ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD ECONÓMICA

Para determinar si las alternativas propuestas de la implementación del calentador solar de agua y de la iluminación a base de LFC resultan viables, es necesario realizar

un estudio de sensibilidad y así poder determinar el comportamiento económico al hacer variar algunos parámetros sensibles del proyecto.

La evaluación del proyecto se lleva a cabo de manera individual, empleando los métodos del Valor Presente Neto (VPN), la Relación Beneficio/Costo (B/C), la Tasa Interna de Retorno (TIR) y el Período de Recuperación Real (PRR).

En las tablas siguientes se muestran los análisis de sensibilidad para cada casa en el cual debe observarse que el parámetro que varía es el valor de la tasa de descuento o TREMA.

CASA 18						
ESQUEMA CALENTADOR SOLAR MONEDA CONSTANTE DE 2014 PESOS ANUAL		ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD para tasa de descuento				
		20	20	20	20	PERIODO
		15.00%	12.00%	10.00%	8.00%	Trema
VPN ahorros	\$2,636	\$3,146	\$3,585	\$4,135		
VPN Inversión inicial	\$ 14,336	\$ 14,336	\$ 14,336	\$ 14,336	\$	
Costos Ahorrados	\$ 421	\$ 421	\$ 421	\$ 421	\$	
Valor presente neto	(\$11,700)	(\$11,191)	(\$10,751)	(\$10,201)	\$	
Mensualidad equivalente	(\$1,869)	(\$1,498)	(\$1,263)	(\$1,039)	\$/año	
Relación Beneficio - Costo	0.18	0.22	0.25	0.29		
TASA INT. DE RENDIM.	-4.61%	-4.61%	-4.61%	-4.61%	TIR	
Período de recuperación REAL	NRI	NRI	NRI	NRI	años	
Anualidad de la inversión	\$2,290	\$1,919	\$1,684	\$1,460	\$	
RESULTADO DE LA EVALUACIÓN ECONÓMICA	NO VIABLE	NO VIABLE	NO VIABLE	NO VIABLE		

NRI.- No se recupera la inversión ya que el beneficio es menor al retorno requerido sobre la inversión inicial.

Tabla 4.5.1 Análisis de sensibilidad Casa 18 para la propuesta de Calentador Solar.

CASA 70						
ESQUEMA CALENTADOR SOLAR MONEDA CONSTANTE DE 2014 PESOS ANUAL		ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD para tasa de descuento				
		20	20	20	20	PERIODO
		15.00%	12.00%	10.00%	8.00%	Trema
VPN ahorros	\$18,641	\$22,245	\$25,354	\$29,240		
VPN Inversión inicial	\$ 14,336	\$ 14,336	\$ 14,336	\$ 14,336	\$	
Costos Ahorrados	\$ 2,978	\$ 2,978	\$ 2,978	\$ 2,978	\$	
Valor presente neto	\$4,305	\$7,909	\$11,018	\$14,903	\$	
Mensualidad equivalente	\$688	\$1,059	\$1,294	\$1,518	\$/año	
Relación Beneficio - Costo	1.30	1.55	1.77	2.04		
TASA INT. DE RENDIM.	20.25%	20.25%	20.25%	20.25%	TIR	
Período de recuperación REAL	9.16	7.61	6.89	6.32	años	
Anualidad de la inversión	\$2,290	\$1,919	\$1,684	\$1,460	\$	
RESULTADO DE LA EVALUACIÓN ECONÓMICA	NO VIABLE	NO VIABLE	POCO VIABLE	POCO VIABLE		

Tabla 4.5.2 Análisis de sensibilidad Casa 70 para la propuesta de Calentador Solar.

CASA 18

ESQUEMA SUSTITUCIÓN DE FOCOS MONEDA CONSTANTE DE 2014 PESOS ANUAL	ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD para tasa de descuento				
	20	20	20	20	PERIODO
	15.00%	12.00%	10.00%	8.00%	Trema
VPN ahorros	\$805	\$961	\$1,095	\$1,263	
VPN Inversión inicial	\$ 960	\$ 960	\$ 960	\$ 960	\$
Costos Ahorrados	\$ 129	\$ 129	\$ 129	\$ 129	\$
Valor presente neto	(\$154)	\$1	\$136	\$304	\$
Mensualidad equivalente	(\$25)	\$0	\$16	\$31	\$/año
Relación Beneficio - Costo	0.84	1.00	1.14	1.32	
TASA INT. DE RENDIM.	12.02%	12.02%	12.02%	12.02%	TIR
Período de recuperación simple	NRI	19.89	14.37	11.80	años
Anualidad de la inversión	\$153.31	\$128.47	\$112.71	\$97.74	\$
RESULTADO DE LA EVALUACIÓN ECONÓMICA	NO VIABLE	NO VIABLE	NO VIABLE	NO VIABLE	

NRI.- No se recupera la inversión ya que el beneficio es menor al retorno requerido sobre la inversión inicial.

Tabla 4.5.3 Análisis de sensibilidad Casa 18 para la propuesta de Sustitución de Focos.

CASA 60

ESQUEMA SUSTITUCIÓN DE FOCOS MONEDA CONSTANTE DE 2014 PESOS ANUAL	ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD para tasa de descuento				
	20	20	20	20	PERIODO
	15.00%	12.00%	10.00%	8.00%	Trema
VPN ahorros	\$7,329	\$8,745	\$9,968	\$11,495	
VPN Inversión inicial	\$ 793	\$ 793	\$ 793	\$ 793	\$
Costos Ahorrados	\$ 1,171	\$ 1,171	\$ 1,171	\$ 1,171	\$
Valor presente neto	\$6,535	\$7,952	\$9,175	\$10,702	\$
Mensualidad equivalente	\$1,044	\$1,065	\$1,078	\$1,090	\$/año
Relación Beneficio - Costo	9.24	11.03	12.57	14.49	
TASA INT. DE RENDIM.	147.62%	147.62%	147.62%	147.62%	TIR
Período de recuperación simple	0.77	0.75	0.74	0.72	años
Anualidad de la inversión	\$126.72	\$106.19	\$93.16	\$80.78	\$
RESULTADO DE LA EVALUACIÓN ECONÓMICA	VIABLE	VIABLE	VIABLE	VIABLE	

Tabla 4.5.4 Análisis de sensibilidad Casa 60 para la propuesta de Sustitución de Focos.

Los análisis de sensibilidad de las casas restantes son presentados en los anexos 8 y 9. La explicación de los resultados de las tablas 4.5.1, 4.5.2, 4.5.3 y 4.5.4 se lleva a cabo a continuación.

4.5.1 RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

Para entender los resultados mostrados en los análisis de sensibilidad de cada casa tomemos el análisis correspondiente a la Casa 70 con respecto a la propuesta de calentador solar. En este se observa que para cada una de las tasas de descuento los Valores Presentes Netos correspondientes son positivos. De igual forma se observa que la razón Beneficio/Costo es mayor a 1 para cada tasa de descuento. Así mismo, la

Tasa Interna de Retorno *TIR* que para este caso es de 20.25% es mayor que cada una de las TREMAS. Si se observan los Valores Presentes Netos para las tasas de descuento del 12% y del 15% la rentabilidad es poco atractiva para el período de vida del proyecto. Los períodos de recuperación real son de 7.6 y 9.1 años respectivamente, y basándose en el criterio establecido anteriormente para el período de recuperación simple, se tiene que estos son mayores a 7 años, por lo que el proyecto no es viable considerando estas tasas de descuento. Ahora bien, para las tasas de descuento del 8% y 10% los Valores Presentes Netos son más atractivos, esto es, el proyecto es más rentable pero el período de recuperación real son de 6.3 y 6.8 años respectivamente y retomando el criterio para el PRS estos se encuentran dentro del rango poco viable⁶⁹.

Si se toma el análisis de sensibilidad de la Casa 18 se observa que no es viable la implementación de la propuesta de calentador solar ya que se tienen para cada una las tasas de descuento Valores Presentes Netos menores a cero, el valor de la Razón Beneficio/Costo menores a 1, Tasa Interna de Retorno *TIR* mucho menores a las tasas de descuento y no existen valores para los períodos de recuperación real, ya que los beneficios (ahorros) son menores al retorno requerido sobre la inversión inicial.

De manera similar podemos observar que para la propuesta de sustitución de focos, en la Casa 18, el Valor Presente Neto para la tasa de descuento del 15% es negativo y que la Tasa Interna de Retorno *TIR* que se mantiene en 12.02% queda por debajo de la tasa de descuento del 15%. Además con un periodo de recuperación de 11.8 años, la propuesta resulta no viable.

En contraparte, la propuesta de sustitución de focos para la Casa 60 resulta viable ya que todos los Valores Presentes Netos son positivos, y con una Tasa Interna de Retorno *TIR* de 147.62%, podemos ver fácilmente que el proyecto resulta atractivo para cualquiera de las tasas de retorno propuestas. Más aún si consideramos el Periodo de Recuperación que para cualquiera de las tasas de retorno esta por debajo de los 9 meses.

⁶⁹ Este criterio se asume en este trabajo, pero al final deberá ser un criterio del dueño de cada casa, y para cada casa podrá ser viable aun mayor de 7 años, es una decisión individual y con criterio propio.

En las gráficas de la Figura 4.5.1 se esquematizan los resultados de viabilidad para cada una de las tasas de descuento consideradas en el análisis de sensibilidad implementando el proyecto con calentador solar de agua.

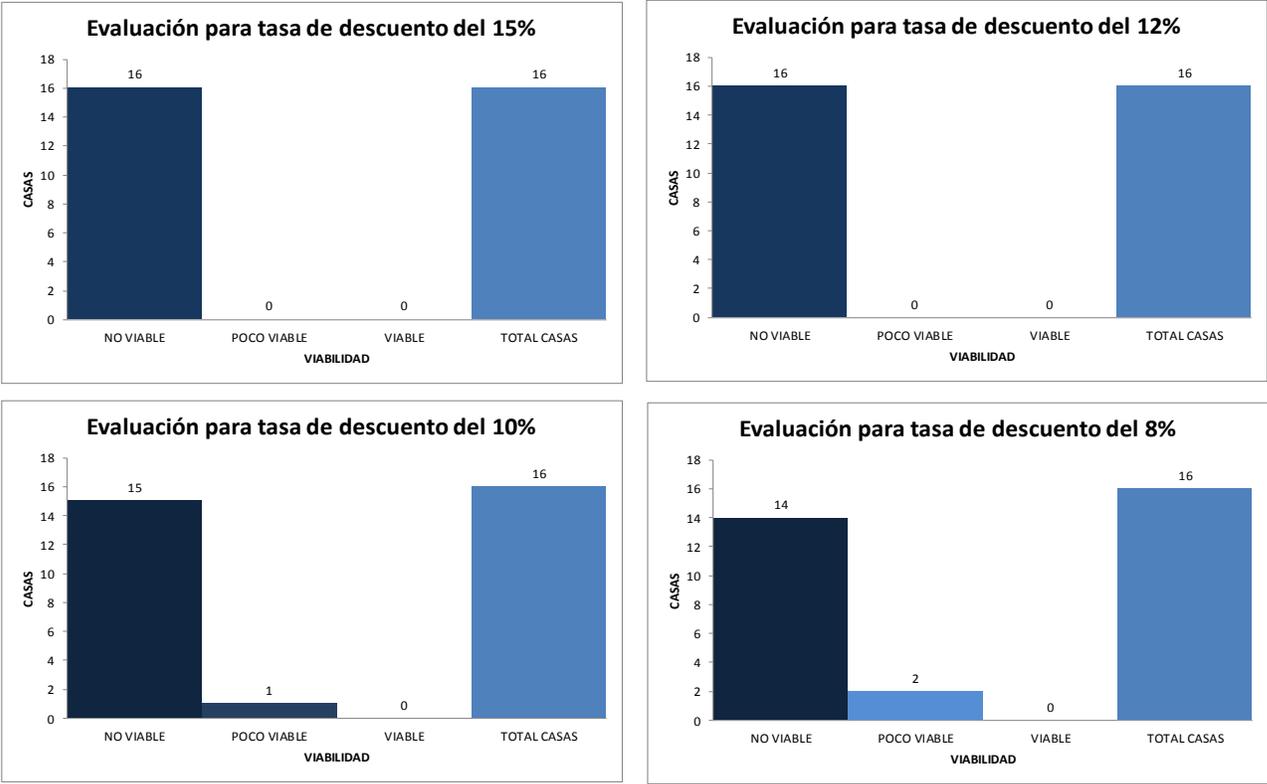


Figura 4.5.1 Viabilidad del proyecto de calentador solar de agua para diferentes tasas de descuento.

Fuente: Elaboración propia

De las gráficas se observa que prácticamente la implementación del calentador solar no es viable para ninguna de las casas. Esto es debido a que en parte los ahorros por el consumo de gas L.P. son muy bajos. También puede considerarse el tipo y costo del calentador solar seleccionado para llevar a cabo este proyecto.

En la figura 4.5.2 se presentan los resultados de viabilidad para la propuesta de sustitución de focos en la cual se puede apreciar que con una tasa de retorno de 8% la propuesta resulta viable solo para la mitad de las viviendas. Pero la viabilidad se mantiene cuando menos atractiva para la mitad de las viviendas aun incrementando la tasa a 12%.

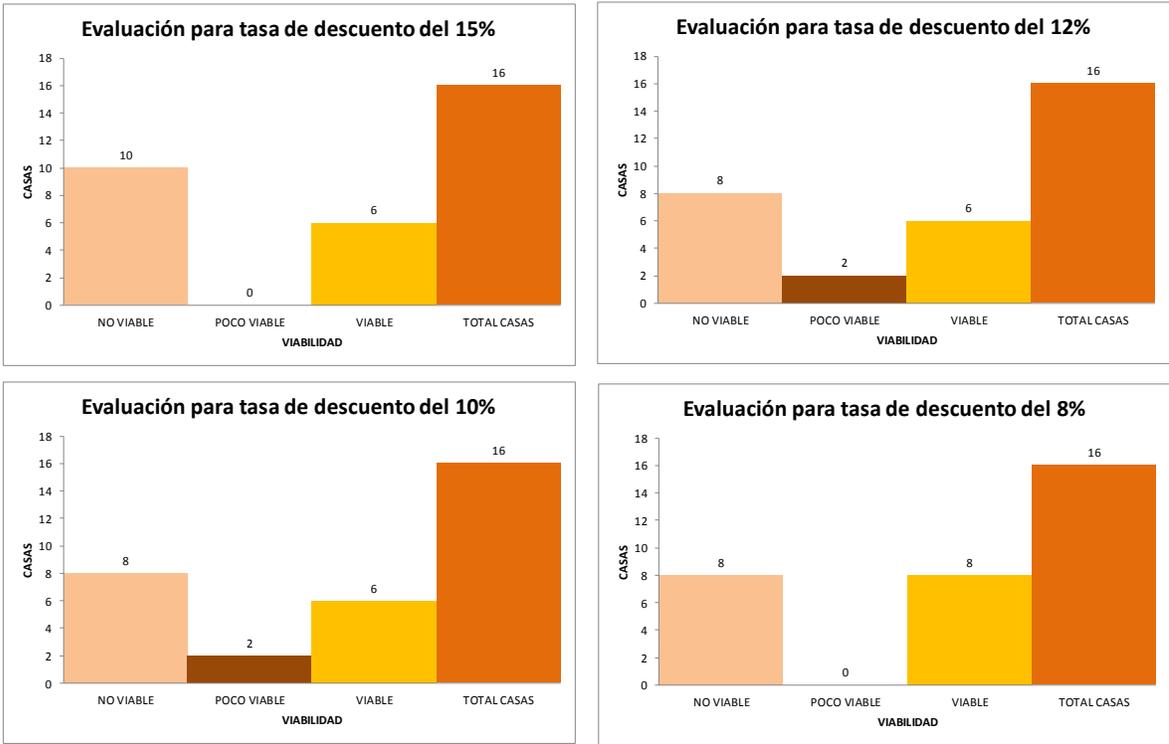


Figura 4.5.2 Viabilidad del proyecto de sustitución de focos para diferentes tasas de descuento.
Fuente: Elaboración propia

Para poder determinar los valores a partir del cual el proyecto por la implementación del calentador solar de agua se convierte en rentable, intencionalmente se modifican ciertos datos como el costo del ahorro del gas L.P. para forzar a que el período de recuperación de la inversión esté dentro del criterio establecido anteriormente tal como se muestra en la Tabla 4.5.5.

No. De casa	Ahorro por implementación de calentador solar	Nuevo ahorro para que el proyecto sea viable	Aumento en el Costo del Gas L.P.	Costo de inversión	PRS	Resultado de la evaluación económica
	\$	\$	\$	\$	años	
11	\$ 2,190.01	\$ 3,780.00	\$ 1,589.99	\$ 9,700.00	2.57	Viable
18	\$ 547.47	\$ 3,780.00	\$ 3,232.53	\$ 9,700.00	2.57	Viable
20	\$ 1,369.53	\$ 3,780.00	\$ 2,410.47	\$ 9,700.00	2.57	Viable
21	\$ 758.10	\$ 3,780.00	\$ 3,021.90	\$ 9,700.00	2.57	Viable
28	\$ 1,369.53	\$ 3,780.00	\$ 2,410.47	\$ 9,700.00	2.57	Viable
38	\$ 1,558.73	\$ 3,780.00	\$ 2,221.27	\$ 9,700.00	2.57	Viable
42	\$ 3,284.95	\$ 3,780.00	\$ 495.05	\$ 9,700.00	2.57	Viable
51	\$ 3,151.98	\$ 3,780.00	\$ 628.02	\$ 9,700.00	2.57	Viable
54	\$ 1,094.94	\$ 3,780.00	\$ 2,685.06	\$ 9,700.00	2.57	Viable
56	\$ 1,027.12	\$ 3,780.00	\$ 2,752.88	\$ 9,700.00	2.57	Viable
58	\$ 2,190.01	\$ 3,780.00	\$ 1,589.99	\$ 9,700.00	2.57	Viable
60	\$ 3,636.88	\$ 3,780.00	\$ 143.12	\$ 9,700.00	2.57	Viable
61	\$ 606.15	\$ 3,780.00	\$ 3,173.85	\$ 9,700.00	2.57	Viable
65	\$ 1,094.94	\$ 3,780.00	\$ 2,685.06	\$ 9,700.00	2.57	Viable
68	\$ 1,173.26	\$ 3,780.00	\$ 2,606.74	\$ 9,700.00	2.57	Viable
70	\$ 3,871.58	\$ 3,780.00	-\$ 91.58	\$ 9,700.00	2.57	Viable

Tabla 4.5.5 Costo anual de ahorro de Gas L.P. para que el proyecto sea viable.

Fuente: Elaboración propia

Con base en este nuevo ahorro y tomando en cuenta los mismos parámetros que se emplearon en el análisis de sensibilidad para una tasa de descuento del 10% que es la tasa inicial o base y considerando que el proyecto es rentable cuando el período de recuperación real es menor 5 años, se obtienen los datos que se muestran en la tabla 4.5.6. Este procedimiento se aplica de igual forma para las casas restantes.

CASA 11		ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD para tasa de descuento				
ESQUEMA CALENTADOR SOLAR MONEDA CONSTANTE DE 2014 PESOS ANUAL		20 15.00%	20 12.00%	20 10.00%	20 8.00%	PERIODO Trema
VPN ahorros		\$23,660	\$28,234	\$32,181	\$37,113	
VPN Inversión inicial		\$ 14,336	\$ 14,336	\$ 14,336	\$ 14,336	\$
Costos Ahorrados		\$ 3,780	\$ 3,780	\$ 3,780	\$ 3,780	\$
Valor presente neto		\$9,324	\$13,898	\$17,845	\$22,776	\$
Mensualidad equivalente		\$1,490	\$1,861	\$2,096	\$2,320	\$/año
Relación Beneficio - Costo		1.65	1.97	2.24	2.59	
TASA INT. DE RENDIM.		26.11%	26.11%	26.11%	26.11%	TIR
Período de recuperación REAL		6.02	5.36	5.00	4.70	años
Anualidad de la inversión		\$2,290	\$1,919	\$1,684	\$1,460	\$
RESULTADO DE LA EVALUACIÓN ECONÓMICA		POCO VIABLE	POCO VIABLE	VIABLE	VIABLE	

Tabla 4.5.6 Análisis de sensibilidad para la Casa 11 con nuevo costo en el ahorro del gas L.P.

De la tabla se observa que para las tasas de descuento del 8% y del 10% el proyecto se vuelve sumamente atractivo. El Valor Presente Neto para cada una de las tasas mencionadas muestra que la tasa de retorno es excedida y por lo tanto la alternativa es financieramente viable. Así mismo, los indicadores B/C, TIR y PRR están dentro de un rango de valores esperados y que muy útiles para una mejor toma de decisiones en la implementación de este proyecto.

Si se procede de manera similar para determinar la rentabilidad del proyecto por la sustitución de focos, ahora se propone un consumo mínimo en kWh para reducir el costo mensual por el consumo de energía eléctrica debido a la iluminación y con ello lograr que el proyecto sea viable. En la Tabla 4.5.7 se muestran los costos de consumo para la alternativa de sustitución de focos ahorradores.

Casa	Costo del consumo mensual	Ahorro mensual	Ahorro anual	Costo lámpara	PRS en años
11	\$31.50	\$14.75	\$176.93	\$524.67	2.97
18	\$31.50	\$27.44	\$329.30	\$524.67	1.59
20	\$31.50	\$27.47	\$329.67	\$278.00	0.84
21	\$36.05	\$27.27	\$327.18	\$347.67	1.06
28	\$31.50	\$28.30	\$339.54	\$401.33	1.18
38	\$44.88	\$35.43	\$425.14	\$401.33	0.94
42	\$31.50	\$29.36	\$352.36	\$476.67	1.35
51	\$53.14	\$42.61	\$511.29	\$476.67	0.93
54	\$31.50	\$24.21	\$290.55	\$615.67	2.12
56	\$29.58	\$19.16	\$229.95	\$524.67	2.28
58	\$36.35	\$30.61	\$367.35	\$529.67	1.44
60	\$113.99	\$97.57	\$1,170.83	\$433.67	0.37
61	\$30.19	\$18.92	\$226.99	\$524.67	2.31
65	\$31.50	\$28.04	\$336.50	\$615.67	1.83
68	\$31.50	\$26.83	\$321.92	\$481.67	1.5
70	\$31.50	\$26.37	\$316.39	\$299.67	0.95

Tabla 4.5.7 Modificación de los consumos para obtener la viabilidad en la alternativa de sustitución de focos.

Fuente: Elaboración propia

Las modificaciones en los consumos de energía para poder obtener la viabilidad en la alternativa de sustitución de focos, se realiza tomando como referencia la Casa 68 que es la que presenta menor consumo. Se modifica el valor del consumo de esta casa hasta alcanzar el rango de viabilidad, quedando establecido con un consumo mínimo de 25 [kWh], con el cual prácticamente todas las viviendas están dentro del rango deseado. Sin embargo, la casa 11 queda en el siguiente rango como atractiva y esto se debe en parte a que es una de las casas que en principio ya contaba con tecnologías ahorradoras y por lo tanto, aunque pudiera ser que no tenga implementada la alternativa propuesta (óptima) es cierto que tiene un consumo comparativamente mucho menor que las demás casas.

4.6 BENEFICIOS AMBIENTALES

Si se implementan en las viviendas en estudio las tecnologías eficientes descritas anteriormente, se generará una reducción en la emisión de gases de efecto invernadero con respecto a las tecnologías o dispositivos instalados originalmente, lo cual es un beneficio para este tipo de proyectos, ya que estos gases contribuyen al calentamiento global y como consecuencia causan afectaciones al medio ambiente, de ahí la importancia de buscar alternativas que tengan un menor impacto en la naturaleza.

Las emisiones de gases de efecto invernadero se miden en tonelada métrica de dióxido de carbono equivalente. Para calcular la cantidad de gases de efecto invernadero que se producen por el consumo eléctrico debido a la iluminación de las viviendas en estudio, se utiliza la Calculadora Mexicana de CO₂⁷⁰ diseñada para factores de emisión locales, cabe resaltar que estas emisiones y el factor de emisión varían con año. Esta calculadora es un diseño creado por Pronatura México A.C. en colaboración con el Instituto Nacional de Ecología. En la tabla 4.6.1 se muestra la cuantificación de las emisiones de CO₂ que se obtienen con esta herramienta para el indicador energético con y sin proyecto debido a la iluminación en las viviendas.

⁷⁰ Pronatura A.C. [Consulta: 16 de Marzo 2014] Disponible en: <<http://www.calculatusemisiones.com/main.html>>

CASA	Consumo anual [kWh]	Toneladas de CO ₂ emitidas	Consumo anual [kWh]	Toneladas de CO ₂ emitidas	Reducción de Toneladas de CO ₂	Consumo anual [kWh]	Toneladas de CO ₂ emitidas	Reducción de Toneladas de CO ₂
	Actual		Optimo			NO Optimo		
11	263.52	0.2169	199.47	0.1641	0.0528	270.47	0.2225	-0.005
18	175.68	0.2892	48.31	0.0795	0.2097	61.12	0.1006	0.1886
20	175.68	0.1446	47.95	0.0394	0.1051	62.95	0.0444	0.0796
21	428.22	0.7048	104.31	0.1717	0.5331	128.1	0.2108	0.4940
28	109.8	0.0903	38.16	0.0313	0.0590	50.97	0.0419	0.0484
38	533.13	0.5850	112.24	0.1231	0.4619	142.43	0.1562	0.4288
42	96.99	0.0798	25.44	0.0209	0.0589	33.67	0.0277	0.0521
51	631.35	0.5196	125.17	0.1030	0.4166	167.26	0.1376	0.3819
54	274.35	0.2257	86.76	0.0714	0.1543	115.96	0.0954	0.1302
56	351.36	0.5784	123.71	0.2036	0.3447	165.43	0.2723	0.3060
58	431.88	0.3554	68.2	0.0561	0.2992	87.79	0.0722	0.2831
60	1354.2	0.7430	195.08	0.1070	0.6359	255.83	0.1404	0.6026
61	358.68	0.5904	133.96	0.2205	0.3699	173.48	0.2855	0.3048
65	196.73	0.3237	41.18	0.0677	0.2559	58.01	0.0954	0.2282
68	77.78	0.0853	55.63	0.0610	0.0242	79.7	0.0874	-0.0180
70	98.82	0.0813	61.12	0.0502	0.0378	71.74	0.0590	0.0222

Tabla 4.6.1 Emisiones de CO₂ por consumo eléctrico debido a la iluminación.

Fuente: Elaboración propia basada en la Calculadora Mexicana de CO₂

Para cuantificar las emisiones de gases de efecto invernadero debido a la utilización del gas L.P. para el calentamiento del agua en las viviendas con y sin proyecto, se procede a emplear la Calculadora Mexicana de CO₂. Los valores obtenidos se muestran en la tabla 4.6.2.

CASA	Consumo anual Actual [kg]	Toneladas de CO ₂ emitidas	Consumo anual con Calentador solar [kg]	Toneladas de CO ₂ emitidas	Reducción de Toneladas de CO ₂
11	179.53	0.4452	42.01	0.1042	0.3411
18	44.88	0.1113	10.5	0.026	0.0853
20	132.51	0.3286	46.51	0.1153	0.2133
21	73.35	0.1819	25.75	0.0639	0.1181

Tabla 4.6.2 Emisiones de CO₂ por consumo de gas L.P. debido al calentamiento del agua.

CASA	Consumo anual Actual [kg]	Toneladas de CO ₂ emitidas	Consumo anual con Calentador solar [kg]	Toneladas de CO ₂ emitidas	Reducción de Toneladas de CO ₂
28	132.51	0.3286	46.51	0.1153	0.2133
38	127.78	0.3169	29.9	0.0742	0.2427
42	269.29	0.6678	63.01	0.1563	0.5116
51	258.39	0.6408	60.46	0.1499	0.4909
54	89.76	0.2226	21	0.0521	0.1705
56	99.38	0.2465	34.88	0.0865	0.16
58	179.53	0.4452	42.01	0.1042	0.3411
60	298.14	0.7394	69.77	0.173	0.5664
61	49.69	0.1232	11.63	0.0288	0.0944
65	89.76	0.2226	21	0.0521	0.1705
68	96.18	0.2385	22.51	0.0558	0.1827
70	317.38	0.7871	74.27	0.1842	0.6029

Tabla 4.6.2 (Continuación) Emisiones de CO₂ por consumo de gas L.P. debido al calentamiento del agua.

Fuente: Elaboración propia basada en la Calculadora Mexicana de CO₂

Tomando la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero por la implementación tanto de lámparas ahorradoras compactas como la del calentador solar de agua, se obtiene el total de reducciones de CO₂ para las alternativas en conjunto como se muestran en la tabla 4.6.3.

CASA	Toneladas totales de CO ₂ emitidas SIN proyecto	Toneladas totales de CO ₂ emitidas CON proyecto	Reducción total de Toneladas de CO ₂
11	0.6621	0.2683	0.3938
18	0.4005	0.1055	0.295
20	0.4732	0.1547	0.3185
21	0.8867	0.2356	0.6511
28	0.4189	0.1466	0.2723

Tabla 4.6.3 Reducción total de emisiones de CO₂ por implementación de tecnologías ahorradoras.

CASA	Toneladas totales de CO ₂ emitidas SIN proyecto	Toneladas totales de CO ₂ emitidas CON proyecto	Reducción total de Toneladas de CO ₂
38	0.9019	0.1973	0.7046
42	0.7476	0.1772	0.5704
51	1.1604	0.2529	0.9075
54	0.4483	0.1235	0.3248
56	0.8249	0.2901	0.5348
58	0.8006	0.1603	0.6403
60	1.4824	0.28	1.2024
61	0.7136	0.2493	0.4643
65	0.5463	0.1198	0.4265
68	0.3238	0.1168	0.207
70	0.8684	0.2344	0.634

Tabla 4.6.3 (Continuación) Reducción total de emisiones de CO₂ por implementación de tecnologías ahorradoras.

Fuente: Elaboración propia

La reducción total de emisiones de CO₂ de estas 16 casas es de 8.5473 toneladas métricas, lo que según la página de la Agencia de Protección Ambiental de los EE.UU.⁷¹, equivale en promedio a las emisiones de gases de efecto invernadero anuales de 19.9 barriles de petróleo consumidos, 356 cilindros de propano o 3640.71 litros de gasolina utilizados⁷². Por lo que si se aplica a todo el conjunto habitacional la reducción en el impacto al medio ambiente por gases de efecto invernadero resultaría mucho mayor.

⁷¹ Referencia: U.S. Environmental Protection Agency. [Consulta: 16 de Marzo 2014] Disponible en: <<http://www.epa.gov/cleanenergy/energy-resources/calculator.html#results>>

⁷² La cuantificación de las diferentes fuentes de energía se realiza comúnmente a partir de unidades físicas. La comparación de una fuente de energía con otra, requiere convertir las unidades físicas en unidades energéticas, para lo cual es indispensable conocer el poder calorífico de los combustibles. Fuente: Guía para realizar balances energéticos estatales para la estimación de inventarios de gases de efecto invernadero. Informe final. Instituto Nacional de Ecología. Sheinbaum C.

4.7 PROGRAMAS O INCENTIVOS POR EL AHORRO DE ENERGÍA

Uno de los programas de viviendas que existen actualmente encaminados a reducir el impacto ambiental que generan las emisiones de gases de efecto invernadero es el de Hipoteca Verde.

- **HIPOTECA VERDE**

Es el crédito INFONAVIT con un monto adicional para que el derechohabiente pueda adquirir una vivienda con tecnologías eficientes que disminuyan el consumo de agua, energía eléctrica y gas, ó incorporarlas a la misma en caso de que la vivienda a adquirir no cuente con ellas en el momento de la formalización del crédito, con el objetivo de mejorar la vida de los acreditados al disminuir su gasto familiar, optimizar el uso de dichos recursos y mitigar las emisiones de CO₂ al medio ambiente.⁷³

Los beneficios que otorga este programa son:

- Ahorro en el gasto familiar al disminuir el consumo de agua, energía eléctrica y gas.
- Contribuir al uso racional y eficiente de los recursos naturales y al cuidado del medio ambiente.
- Con los ahorros mensuales se cubre el pago mensual del crédito, sin afectar la economía familiar.
- Incremento del valor patrimonial de la vivienda.
- Incentivar una cultura de ahorro y respeto ambiental.

⁷³ INFONAVIT. [Consulta: 14 de Marzo de 2014]. Disponible en: < <http://portal.infonavit.org.mx>>

CONCLUSIONES

Resulta de gran importancia buscar alternativas que nos permitan reducir el consumo energético o métodos que proporcionen mejoras en eficiencia energética pero por ahora ni los costos ni la eficiencia de dichas tecnologías son tan atractivos como para fomentar un cambio generalizado.

La evaluación económica realizada permitió entender de mejor manera la viabilidad y los alcances del uso de las alternativas ahorradoras propuestas. Una vez llevada a cabo la evaluación, se concluye que la implementación o uso de tecnologías ahorradoras son viables a partir de consumos o ahorros mayores para los cuales se obtienen valores atractivos para la inversión de los proyectos y que para consumos o ahorros menores podrían no resultar económicamente atractivas. Esto no significa que las tecnologías no cumplan con su papel de herramientas de ahorro, sino que deben cumplirse ciertas condiciones en el comportamiento de consumo y/o los factores que afecten al mismo para que la implementación de dichas alternativas sea justificada.

Los niveles de ahorro y consumo mínimo a partir de los cuales se torna viable la implementación de las alternativas propuestas no deben considerarse como referencias fijas ya que son valores que se obtienen con valores de costo actuales al momento de la investigación y que inevitablemente cambiarán con el transcurso del tiempo. Además, se debe considerar también la tendencia tecnológica de las propuestas, ya que en el transcurso del tiempo podrían disminuir los costos y elevar los niveles de eficiencia.

Finalmente, se debe tomar en cuenta el impacto ambiental que tendría usar o no alguna de estas tecnologías ahorradoras recordando que para este estudio solo se consideraron 16 viviendas de un conjunto habitacional y que en la actualidad hay conjuntos que cuentan con números superiores a 1000 viviendas.

CONCLUSIONES FINALES

El uso sustentable de energías renovables, acompañado de la implementación de tecnologías de uso eficiente, traerán consigo beneficios económicos, sociales y ambientales. La actualización de la información recabada del reporte CONAVI-CONACYT, que es la base del presente trabajo, muestra la importancia de hacer uso de tecnologías ahorradoras que sirvan para reducir el impacto ambiental que ocasionan las emisiones de gases de efecto invernadero, y así mismo reducir los costos en las facturaciones de las viviendas por el uso de energía eléctrica y de gas licuado de petróleo (gas L.P.). Para este caso en particular, se realizó el estudio únicamente a un segmento de 16 casas, de las cuáles el proyecto que resultó más viable para llevar a cabo su implementación es el correspondiente al ahorro de energía eléctrica debido a la iluminación. El empleo del software Dialux para el cálculo de los niveles de iluminación requeridos por área de cada una de las viviendas, permite hacer una selección adecuada de la potencia de las lámparas a implementar. Con ello se pueden minimizar los costos de inversión al comprar un foco ahorrador, ya que con ello se tiene idea real de cuál es el que cumple con las características técnicas para obtener los niveles de iluminación eficiente en cada vivienda.

Para el caso de los calentadores solares de agua se concluye que el proyecto no resulta ser tan viable para su implementación en este segmento de casas, debido a que la mayor parte de los consumos de gas L.P. anuales generan ahorros menores en comparación con la inversión inicial. Esto se debe en parte a la tecnología del calentador solar seleccionada, ya que de la amplia gama de modelos que existen en el mercado nacional se seleccionó un modelo que cumpliera con la mayor parte de las ventajas mostradas en el capítulo 3, trayendo consigo un costo de inversión inicial un poco elevado y con ello una afectación en el ahorro por la implementación de esta tecnología eficiente como se mostró en el estudio de ingeniería económica del capítulo 4. Sin embargo, el uso de la energía solar trae beneficios económicos si se consideran consumos de energía a mayor escala. El ejercicio de aumentar de manera intencional el consumo de gas L.P. en cada vivienda muestra un panorama diferente del proyecto,

como resultado, este tiende a ser más viable económicamente y por consiguiente más atractivo para su implementación.

Aun cuando no resulta viable económicamente la implementación de los calentadores solares de agua, si se consideran ambas alternativas en conjunto, el estudio en este segmento del conjunto habitacional genera beneficios ambientales por la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero cuyos valores son mostrados en el apartado 4.6 y que no engloban la totalidad del conjunto habitacional, entonces, si la implementación de estas tecnologías eficientes fueran a mayor escala, mayor será la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y por consecuencia menor impacto ambiental.

ANEXOS

ANEXO 1

CUESTIONARIOS DE CONSUMOS ENERGÉTICOS EN LAS VIVIENDAS

GAS L.P.

Casa	D1. Tipo de cilindro de gas	D2. Tipo de calentador	EFICIENCIA 0.62 0.84	D2a. El boiler se encuentra	D3. Enciende		
					mañana	tarde	noche
					No. de veces encendido boiler		
11	Cilindro 20	Gas Butano	0.62	Encendido Medio	0	0	0
18	Cilindro 30	Gas Butano	0.62	Apagado	1	0	1
20	Estacionario	De paso (gas)	0.84	En Piloto	1	1	0
21	Estacionario	De paso (gas)	0.84	Apagado	0	1	0
28	Cilindro 30	De paso (gas)	0.84	Apagado	2	0	0
38	Cilindro 45	Gas Butano	0.62	Apagado	0	0	1
42	Cilindro 20	Gas Butano	0.62	En Piloto	3	0	0
51	Estacionario	Gas Butano	0.62	En Piloto	0	1	0
54	Cilindro 20	Gas Butano	0.62	En Piloto	1	1	1
56	Estacionario	De paso (gas)	0.84	Encendido Medio	1	1	1
58	Estacionario	Gas Butano	0.62	En Piloto	1	1	0
60	Cilindro 20	Gas Butano	0.62	En Piloto	1	0	0
61	Estacionario	Gas Butano	0.62	En Piloto	1	0	0
65	Estacionario	Gas Butano	0.62	En Piloto	1	0	0
68	Estacionario	Gas Butano	0.62	En Piloto	3	0	0
70	Estacionario	Gas Butano	0.62	Apagado	1	0	1

Casa	D4. Días que cocina en casa	D5. Cuántas veces cocina al día	D6. Veces que utilizó el horno en el último mes	D7. Veces que utilizó la olla expres	AA4. Baños con regadera tiene	AA5. Cuenta con calentador de agua/boiler	AA1. Núm. de miembros de la familia	D8. Días a la semana que toma un baño
11	5	2	0	2	1	1	4	7
18	3	2	0	0	1	1	2	7
20	6	3	0	2	1	1	4	7
21	7	2	1	1	1	1	2	7
28	7	2	0	0	1	1	4	7
38	5	2	1	10	1	1	3	6
42	7	1	0	8	1	1	4	7
51	7	2	1	6	1	1	4	7
54	4	3	0	2	1	1	4	7
56	3	1	0	0	1	1	2	7
58	5	2	0	2	1	1	4	7
60	2	3	0	0	1	1	6	7
61	3	1	0	3	1	1	2	7
65	3	1	0	0	1	1	2	7
68	6	2	1	4	1	1	3	5
70	4	2	0	5	1	1	4	7

ANEXO 1

CUESTIONARIOS DE CONSUMOS ENERGÉTICOS EN LAS VIVIENDAS

GAS L.P. (CONTINUACIÓN)

Casa	D9. Cuenta con secadora de ropa	D10. Cuenta con calentador ambiente	D10a. De cuánto es el tanque	D11. Cuenta con enfriador	B5. Cuánto tiempo tarda en bañarse [min]	B6. Temperatura del agua al bañarse	2 TIBIA 43°C
							3 CALIENTE 46°C
							4 MUY CALIENTE 48°C
							INICIO 15°C
11	Si eléctrica	Si eléctrico	0	No tengo	10	2	43
18	No	Si de gas tanque propio	0	Aire acondicionado	5	2	43
20	Si eléctrica	Si eléctrico	0	No tengo	10	2	43
21	No	No	0	No tengo	10	3	46
28	No	No	0	No tengo	10	2	43
38	Si eléctrica	No	0	No tengo	10	3	46
42	No	No	0	No tengo	15	2	43
51	No	No	0	No tengo	13	3	46
54	No	No	0	No tengo	5	2	43
56	No	No	0	No tengo	15	2	43
58	No	No	0	No tengo	10	2	43
60	No	No	0	No tengo	10	3	46
61	No	No	0	No tengo	5	3	46
65	No	No	0	No tengo	10	2	43
68	No	No	0	No tengo	10	2	43
70	No	No	0	No tengo	15	4	48

ANEXO 2

CUESTIONARIOS DE CONSUMOS ENERGÉTICOS EN LAS VIVIENDAS

ELECTRICIDAD

Casa	C12. Focos o lámparas de la Sala					
	1. Sala (foco 1)					
	Tipo	Potencia	Mañana	Tarde	Noche	Madrugada
11	Fluorescente	20	0	0	2	0
18	Incandescente	60	0	0	3	0
20	Incandescente	60	0	0	2	0
21	Fluorescente	60	0	0	2	5
28	Fluorescente	40	0	0	1	0
38	Incandescente	80	0.167	0	4	0
42	Incandescente	60	0.5	0	0	0
51	Incandescente	75	0	0	2	0
54	Incandescente	20	0	0	0.5	0
56	Fluorescente	40	0	0	2	0
58	Incandescente	100	0	0	1	0
60	Incandescente	100	0	0	3	0
61	Fluorescente	20	0	0	3	0
65	Incandescente	100	0	0	0	0
68	Fluorescente	25	0	0	0	0
70	Fluorescente	15	0	0	1	0

Casa	C12. Focos o lámparas de la Sala					
	1. Sala (foco 2)					
	Tipo	Potencia	Mañana	Tarde	Noche	Madrugada
11		0	0	0	0	0
18		0	0	0	0	0
20		0	0	0	0	0
21	Fluorescente	60	0	0	1	0
28	Fluorescente	40	0	0	0	0
38	Incandescente	80	0.167	0	3	0
42	Incandescente	60	0.5	0	0	0
51		0	0	0	0	0
54	Incandescente	20	0	0	0.5	0
56	Fluorescente	40	0	0	2	0
58	Incandescente	100	0	0	1	0
60	Incandescente	100	0	0	0	0
61	Fluorescente	20	0	0	3	0
65		0	0	0	0	0
68		0	0	0	0	0
70	Fluorescente	15	0	0	1	0

ANEXO 2

CUESTIONARIOS DE CONSUMOS ENERGÉTICOS EN LAS VIVIENDAS ELECTRICIDAD (CONTINUACIÓN)

Casa	C12. Focos o lámparas de la Sala					
	1. Sala (foco 3)					
	Tipo	Potencia	Mañana	Tarde	Noche	Madrugada
11		0	0	0	0	0
18		0	0	0	0	0
20		0	0	0	0	0
21	Fluorescente	60	0	0	1	0
28		0	0	0	0	0
38		0	0	0	0	0
42	Incandescente	60	0.5	0	0	0
51		0	0	0	0	0
54	Incandescente	20	0	0	0.5	0
56	Fluorescente	40	0	0	2	0
58	Incandescente	100	0	0	1	0
60		0	0	0	0	0
61		0	0	0	0	0
65		0	0	0	0	0
68		0	0	0	0	0
70		0	0	0	0	0

Casa	C12. Focos o lámparas de la Sala					
	1. Sala (foco 4)					
	Tipo	Potencia	Mañana	Tarde	Noche	Madrugada
11		0	0	0	0	0
18		0	0	0	0	0
20		0	0	0	0	0
21		0	0	0	0	0
28		0	0	0	0	0
38		0	0	0	0	0
42		0	0	0	0	0
51		0	0	0	0	0
54	Incandescente	20	0	0	0.5	0
56	Fluorescente	40	0	0	2	0
58	Incandescente	100	0	0	1	0
60		0	0	0	0	0
61		0	0	0	0	0
65		0	0	0	0	0
68		0	0	0	0	0
70		0	0	0	0	0

ANEXO 2

CUESTIONARIOS DE CONSUMOS ENERGÉTICOS EN LAS VIVIENDAS ELECTRICIDAD (CONTINUACIÓN)

Casa	C12. Focos o lámparas de la Sala					
	1. Sala (foco 5)					
	Tipo	Potencia	Mañana	Tarde	Noche	Madrugada
11		0	0	0	0	0
18		0	0	0	0	0
20		0	0	0	0	0
21		0	0	0	0	0
28		0	0	0	0	0
38		0	0	0	0	0
42		0	0	0	0	0
51		0	0	0	0	0
54		0	0	0	0	0
56		0	0	0	0	0
58		0	0	0	0	0
60		0	0	0	0	0
61		0	0	0	0	0
65		0	0	0	0	0
68		0	0	0	0	0
70		0	0	0	0	0

Casa	C12. Focos o lámparas del Comedor					
	2. Comedor (foco 1)					
	Tipo	Potencia	Mañana	Tarde	Noche	Madrugada
11	Fluorescente	20	1	0	3	0
18	Incandescente	60	0	0	1	0
20	Incandescente	60	0	0	0	0
21		0	0	0	0	0
28	Fluorescente	40	0	0	1	0
38	Incandescente	100	0.5	0	2	0
42	Incandescente	60	0	0	0.5	0
51	Incandescente	75	0	0	2	0
54	Incandescente	20	0	0	0.5	0
56	Fluorescente	40	0	0	2	0
58	Incandescente	100	0	0	0.5	0
60	Incandescente	100	0	0	3	0
61	Fluorescente	20	0	0	3	0
65	Incandescente	100	0	0	0.5	0
68	Fluorescente	25	0	0	0	0
70	Fluorescente	15	0	0	1	0

ANEXO 2

CUESTIONARIOS DE CONSUMOS ENERGÉTICOS EN LAS VIVIENDAS ELECTRICIDAD (CONTINUACIÓN)

Casa	C12. Focos o lámparas del Comedor					
	2. Comedor (foco 2)					
	Tipo	Potencia	Mañana	Tarde	Noche	Madrugada
11		0	0	0	0	0
18		0	0	0	0	0
20		0	0	0	0	0
21		0	0	0	0	0
28		0	0	0	0	0
38		0	0	0	0	0
42	Incandescente	60	0	0	0.5	0
51		0	0	0	0	0
54	Incandescente	20	0	0	0.5	0
56	Fluorescente	40	0	0	2	0
58	Incandescente	100	0	0	1	0
60	Incandescente	100	0	0	0	0
61		0	0	0	0	0
65		0	0	0	0	0
68		0	0	0	0	0
70		0	0	0	0	0

Casa	C12. Focos o lámparas del Comedor					
	2. Comedor (foco 3)					
	Tipo	Potencia	Mañana	Tarde	Noche	Madrugada
11		0	0	0	0	0
18		0	0	0	0	0
20		0	0	0	0	0
21		0	0	0	0	0
28		0	0	0	0	0
38		0	0	0	0	0
42	Incandescente	60	0	0	0.5	0
51		0	0	0	0	0
54	Incandescente	20	0	0	0.5	0
56	Fluorescente	40	0	0	2	0
58	Incandescente	100	0.5	0	0	0.5
60		0	0	0	0	0
61		0	0	0	0	0
65		0	0	0	0	0
68		0	0	0	0	0
70		0	0	0	0	0

ANEXO 2

CUESTIONARIOS DE CONSUMOS ENERGÉTICOS EN LAS VIVIENDAS ELECTRICIDAD (CONTINUACIÓN)

Casa	C12. Focos o lámparas del Comedor					
	2. Comedor (foco 4)					
	Tipo	Potencia	Mañana	Tarde	Noche	Madrugada
11		0	0	0	0	0
18		0	0	0	0	0
20		0	0	0	0	0
21		0	0	0	0	0
28		0	0	0	0	0
38		0	0	0	0	0
42		0	0	0	0	0
51		0	0	0	0	0
54	Incandescente	20	0	0	0.5	0
56	Fluorescente	40	0	0	2	0
58		0	0	0	0	0
60		0	0	0	0	0
61		0	0	0	0	0
65		0	0	0	0	0
68		0	0	0	0	0
70		0	0	0	0	0

Casa	C12. Focos o lámparas de la Cocina					
	3. Cocina (foco 1)					
	Tipo	Potencia	Mañana	Tarde	Noche	Madrugada
11	Fluorescente	20	1	0	3	0
18	Incandescente	60	0	0	1	0
20	Incandescente	60	0	0	1	0
21	Fluorescente	60	0	0	0	2
28	Fluorescente	40	0	0	1	0
38	Incandescente	80	0.5	0	1	0
42	Incandescente	60	0	0	0.5	0
51	Incandescente	75	0	0	1	0
54	Incandescente	20	0	0	2.5	0
56	Fluorescente	40	0	0	2	0
58	Incandescente	100	0	0	2	0
60	Incandescente	100	1	0	3	0
61	Fluorescente	20	0	0	2	0
65	Incandescente	100	0	0	0.5	0
68	Fluorescente	25	0	0	0.25	0
70	Fluorescente	15	0	0	1	0

ANEXO 2

CUESTIONARIOS DE CONSUMOS ENERGÉTICOS EN LAS VIVIENDAS ELECTRICIDAD (CONTINUACIÓN)

Casa	C12. Focos o lámparas de la Cocina					
	3. Cocina (foco 2)					
	Tipo	Potencia	Mañana	Tarde	Noche	Madrugada
11		0	0	0	0	0
18		0	0	0	0	0
20		0	0	0	0	0
21		0	0	0	0	0
28		0	0	0	0	0
38		0	0	0	0	0
42		0	0	0	0	0
51		0	0	0	0	0
54	Incandescente	20	0	0	2.5	0
56		0	0	0	0	0
58		0	0	0	0	0
60		0	0	0	0	0
61		0	0	0	0	0
65		0	0	0	0	0
68		0	0	0	0	0
70		0	0	0	0	0

Casa	C12. Focos o lámparas de la Cocina					
	3. Cocina (foco 3)					
	Tipo	Potencia	Mañana	Tarde	Noche	Madrugada
11		0	0	0	0	0
18		0	0	0	0	0
20		0	0	0	0	0
21		0	0	0	0	0
28		0	0	0	0	0
38		0	0	0	0	0
42		0	0	0	0	0
51		0	0	0	0	0
54	Incandescente	20	0	0	2.5	0
56		0	0	0	0	0
58		0	0	0	0	0
60		0	0	0	0	0
61		0	0	0	0	0
65		0	0	0	0	0
68		0	0	0	0	0
70		0	0	0	0	0

ANEXO 2

CUESTIONARIOS DE CONSUMOS ENERGÉTICOS EN LAS VIVIENDAS ELECTRICIDAD (CONTINUACIÓN)

Casa	C12. Focos o lámparas de la Cocina					
	3. Cocina (foco 4)					
	Tipo	Potencia	Mañana	Tarde	Noche	Madrugada
11		0	0	0	0	0
18		0	0	0	0	0
20		0	0	0	0	0
21		0	0	0	0	0
28		0	0	0	0	0
38		0	0	0	0	0
42		0	0	0	0	0
51		0	0	0	0	0
54	Incandescente	20	0	0	2.5	0
56		0	0	0	0	0
58		0	0	0	0	0
60		0	0	0	0	0
61		0	0	0	0	0
65		0	0	0	0	0
68		0	0	0	0	0
70		0	0	0	0	0

Casa	C12. Focos o lámparas de la Recamara 1					
	4. Recamara 1 (foco 1)					
	Tipo	Potencia	Mañana	Tarde	Noche	Madrugada
11	Fluorescente	20	1	0	3	0
18	Incandescente	60	0	0	1	0
20	Incandescente	60	0	0	1	0
21	Fluorescente	60	0	0	0	1
28	Fluorescente	40	0	0	1	0
38	Incandescente	80	0.333	0	2	0
42	Incandescente	60	0	0	0.5	0
51	Incandescente	75	0	0	3	0
54	Incandescente	60	0	0	0.16	0
56	Fluorescente	40	0	0	2	0
58	Incandescente	100	0	0	1	0
60	Incandescente	100	0	0	3	0
61	Fluorescente	20	0	0	3	0
65	Fluorescente	15	0	0	0.5	0
68	Fluorescente	25	0	0	4	0
70	Fluorescente	15	0	0	0	0

ANEXO 2

CUESTIONARIOS DE CONSUMOS ENERGÉTICOS EN LAS VIVIENDAS ELECTRICIDAD (CONTINUACIÓN)

Casa	C12. Focos o lámparas de la Recamara 1					
	4. Recamara 1 (foco 2)					
	Tipo	Potencia	Mañana	Tarde	Noche	Madrugada
11		0	0	0	0	0
18		0	0	0	0	0
20		0	0	0	0	0
21	Fluorescente	60	0	0	0	1
28		0	0	0	0	0
38		0	0	0	0	0
42		0	0	0	0	0
51		0	0	0	0	0
54		0	0	0	0	0
56	Fluorescente	40	0	0	2	0
58		0	0	0	0	0
60		0	0	0	0	0
61		0	0	0	0	0
65		0	0	0	0	0
68		0	0	0	0	0
70	Fluorescente	15	0	0	0	0

Casa	C12. Focos o lámparas de la Recamara 1					
	4. Recamara 1 (foco 3)					
	Tipo	Potencia	Mañana	Tarde	Noche	Madrugada
11		0	0	0	0	0
18		0	0	0	0	0
20		0	0	0	0	0
21		0	0	0	0	0
28		0	0	0	0	0
38		0	0	0	0	0
42		0	0	0	0	0
51		0	0	0	0	0
54		0	0	0	0	0
56		0	0	0	0	0
58		0	0	0	0	0
60		0	0	0	0	0
61		0	0	0	0	0
65		0	0	0	0	0
68		0	0	0	0	0
70		0	0	0	0	0

ANEXO 2

CUESTIONARIOS DE CONSUMOS ENERGÉTICOS EN LAS VIVIENDAS ELECTRICIDAD (CONTINUACIÓN)

Casa	C12. Focos o lámparas de la Recamara 2					
	5. Recamara 2 (foco 1)					
	Tipo	Potencia	Mañana	Tarde	Noche	Madrugada
11	Fluorescente	20	1	0	3	0
18		0	0	0	0	0
20	Incandescente	60	0	0	1	0
21	Fluorescente	60	0	0	1	0
28	Fluorescente	40	0	0	1	0
38	Incandescente	80	0.5	0	1	0
42	Incandescente	60	0	0	0.5	0
51	Incandescente	75	0	0	3	0
54	Incandescente	60	0	0	3	0
56	Fluorescente	40	0	0	2	0
58	Incandescente	100	0	0	2	0
60	Incandescente	100	0	0	3	0
61	Incandescente	100	0	0	3	0
65	Fluorescente	15	0	0	0	0
68	Fluorescente	25	0	0	4	0
70		0	0	0	0	0

Casa	C12. Focos o lámparas de la Recamara 2					
	5. Recamara 2 (foco 2)					
	Tipo	Potencia	Mañana	Tarde	Noche	Madrugada
11		0	0	0	0	0
18		0	0	0	0	0
20		0	0	0	0	0
21		0	0	0	0	0
28		0	0	0	0	0
38		0	0	0	0	0
42		0	0	0	0	0
51		0	0	0	0	0
54		0	0	0	0	0
56		0	0	0	0	0
58		0	0	0	0	0
60		0	0	0	0	0
61		0	0	0	0	0
65		0	0	0	0	0
68		0	0	0	0	0
70		0	0	0	0	0

ANEXO 2

CUESTIONARIOS DE CONSUMOS ENERGÉTICOS EN LAS VIVIENDAS ELECTRICIDAD (CONTINUACIÓN)

Casa	C12. Focos o lámparas de la Recamara 2					
	5. Recamara 2 (foco 3)					
	Tipo	Potencia	Mañana	Tarde	Noche	Madrugada
11		0	0	0	0	0
18		0	0	0	0	0
20		0	0	0	0	0
21		0	0	0	0	0
28		0	0	0	0	0
38		0	0	0	0	0
42		0	0	0	0	0
51		0	0	0	0	0
54		0	0	0	0	0
56		0	0	0	0	0
58		0	0	0	0	0
60		0	0	0	0	0
61		0	0	0	0	0
65		0	0	0	0	0
68		0	0	0	0	0
70		0	0	0	0	0

Casa	C12. Focos o lámparas de la Recamara 3					
	6. Recamara 3 (foco 1)					
	Tipo	Potencia	Mañana	Tarde	Noche	Madrugada
11	Fluorescente	20	1	0	3	0
18		0	0	0	0	0
20	Incandescente	60	0	0	1	0
21	Fluorescente	60	0	0	0	0
28		0	0	0	0	0
38	Incandescente	80	0	0	0.333	0
42	Incandescente	60	0	0	0.5	0
51	Incandescente	75	0	0	3	0
54	Incandescente	60	0	0	3	0
56	Fluorescente	40	0	0	2	0
58	Incandescente	100	0	0	1	0
60	Incandescente	100	0	0	3	0
61	Incandescente	100	0	0	0	0
65	Incandescente	100	0	0	3	0
68	Fluorescente	25	0	0	0	0
70		0	0	0	0	0

ANEXO 2

CUESTIONARIOS DE CONSUMOS ENERGÉTICOS EN LAS VIVIENDAS ELECTRICIDAD (CONTINUACIÓN)

Casa	C12. Focos o lámparas de la Recamara 3					
	6. Recamara 3 (foco 2)					
	Tipo	Potencia	Mañana	Tarde	Noche	Madrugada
11		0	0	0	0	0
18		0	0	0	0	0
20		0	0	0	0	0
21		0	0	0	0	0
28		0	0	0	0	0
38		0	0	0	0	0
42		0	0	0	0	0
51		0	0	0	0	0
54		0	0	0	0	0
56		0	0	0	0	0
58		0	0	0	0	0
60		0	0	0	0	0
61		0	0	0	0	0
65		0	0	0	0	0
68		0	0	0	0	0
70		0	0	0	0	0

Casa	C12. Focos o lámparas de Baños					
	7. Baño 1 (foco 1)					
	Tipo	Potencia	Mañana	Tarde	Noche	Madrugada
11	Fluorescente	20	1	0	2	0
18	Incandescente	60	0	0	1	0
20	Incandescente	60	0	0	0	0
21	Fluorescente	60	0	0	1	0
28	Incandescente	100	0	0	0.25	0
38	Incandescente	60	0.5	0	0.5	0
42	Incandescente	60	0.33333333	0	0.25	0
51	Incandescente	75	1	0	1	0
54	Incandescente	60	0	0	1	0
56	Fluorescente	40	0	0	2	0
58	Incandescente	100	0	0	1.65	0
60	Incandescente	100	0	0	3	0
61	Fluorescente	20	0	0	3	0
65	Fluorescente	15	0	0	0	0
68	Fluorescente	0	0	0	0.25	0
70	Incandescente	100	0	0	0	0

ANEXO 2

CUESTIONARIOS DE CONSUMOS ENERGÉTICOS EN LAS VIVIENDAS ELECTRICIDAD (CONTINUACIÓN)

Casa	C12. Focos o lámparas de Baños					
	7. Baño 2 (foco 1)					
	Tipo	Potencia	Mañana	Tarde	Noche	Madrugada
11	Fluorescente	20	1	0	2	0
18		0	0	0	0	0
20		0	0	0	0	0
21	Fluorescente	60	0	0	0	0
28	Incandescente	100	0	0	0.25	0
38	Incandescente	60	0.16666667	0.16666667	0.33333333	0
42	Incandescente	60	0	0	0.25	0
51	Incandescente	75	0	0	1	0
54	Incandescente	60	0	0	1	0
56	Fluorescente	40	0	0	2	0
58		0	0	0	0	0
60	Incandescente	100	0	0	3	0
61	Fluorescente	20	0	0	2	0
65	Fluorescente	15	0	0	1	0
68		0	0	0	0	0
70	Fluorescente	15	0	0	1	0

Casa	C12. Focos o lámparas de Baños					
	7. Baño 2 (foco 1)					
	Tipo	Potencia	Mañana	Tarde	Noche	Madrugada
11		0	0	0	0	0
18		0	0	0	0	0
20		0	0	0	0	0
21		0	0	0	0	0
28		0	0	0	0	0
38		0	0	0	0	0
42		0	0	0	0	0
51	Incandescente	75	0	0	1	0
54		0	0	0	0	0
56	Fluorescente	40	0	0	2	0
58		0	0	0	0	0
60		0	0	0	0	0
61	Incandescente	100	0	0	0	0
65	Fluorescente	15	0	0	1	0
68		0	0	0	0	0
70	Fluorescente	15	0	0	1	0

ANEXO 2

CUESTIONARIOS DE CONSUMOS ENERGÉTICOS EN LAS VIVIENDAS ELECTRICIDAD (CONTINUACIÓN)

Casa	C12. Focos o lámparas de Pasillos					
	9. Pasillos(foco 1)					
	Tipo	Potencia	Mañana	Tarde	Noche	Madrugada
11	Fluorescente	20	1	0	3	0
18		0	0	0	0	0
20	Incandescente	60	0	0	2	0
21	Fluorescente	60	0	0	1	6
28	Incandescente	100	0	0	0.5	0
38	Incandescente	60	0.5	0	3	0
42	Incandescente	60	0.33333333	0	0.25	0
51	Incandescente	75	0	0	1	0
54	Incandescente	60	0	0	0	0
56	Fluorescente	40	0	0	2	0
58	Incandescente	100	0	0	0	0
60	Incandescente	100	0	0	3	0
61	Fluorescente	20	0	0	3	0
65	Incandescente	100	0	0	0	0
68	Fluorescente	25	0	0	0.25	0
70	Incandescente	75	0	0	1	0

Casa	C12. Focos o lámparas de Pasillos					
	9. Pasillos 2(foco 1)					
	Tipo	Potencia	Mañana	Tarde	Noche	Madrugada
11	Fluorescente	20	1	0	3	0
18		0	0	0	0	0
20		0	0	0	0	0
21		0	0	0	0	0
28		0	0	0	0	0
38		0	0	0	0	0
42		0	0	0	0	0
51	Incandescente	75	0	0	1	0
54	Incandescente	60	0	0	0	0
56	Fluorescente	40	0	0	2	0
58		0	0	0	0	0
60	Incandescente	100	0	0	3	0
61	Fluorescente	20	0	0	0	0
65		0	0	0	0	0
68		0	0	0	0	0
70		0	0	0	0	0

ANEXO 2

CUESTIONARIOS DE CONSUMOS ENERGÉTICOS EN LAS VIVIENDAS ELECTRICIDAD (CONTINUACIÓN)

Casa	C12. Focos o lámparas de Jardín					
	9. Jardín(foco 1)					
	Tipo	Potencia	Mañana	Tarde	Noche	Madrugada
11	Fluorescente	20	0	0	0	0
18		0	0	0	0	0
20		0	0	0	0	0
21		0	0	0	0	0
28	Incandescente	100	0	0	0	0
38	Incandescente	60	0	0	1	0
42	Incandescente	60	0	0	0	0
51	Incandescente	75	0	0	1	0
54	Incandescente	60	0	0	0.16666667	0
56	Fluorescente	40	0	0	2	0
58	Incandescente	100	0	0	1.65	0
60	Incandescente	100	0	0	3	0
61	Incandescente	100	0	0	0	0
65	Incandescente	100	0	0	1	0
68		0	0	0	0	0
70	Fluorescente	0	0	0	4	6

Casa	C12. Focos o lámparas de Jardín					
	9. Jardín(foco 2)					
	Tipo	Potencia	Mañana	Tarde	Noche	Madrugada
11	Incandescente	0	0	0	0	0
18		0	0	0	0	0
20		0	0	0	0	0
21		0	0	0	0	0
28		0	0	0	0	0
38		0	0	0	0	0
42		0	0	0	0	0
51	Incandescente	75	0	0	1	0
54		0	0	0	0	0
56		0	0	0	0	0
58		0	0	0	0	0
60		0	0	0	0	0
61	Incandescente	100	0	0	0	0
65		0	0	0	0	0
68		0	0	0	0	0
70	Fluorescente	0	0	0	4	6

ANEXO 2

CUESTIONARIOS DE CONSUMOS ENERGÉTICOS EN LAS VIVIENDAS ELECTRICIDAD (CONTINUACIÓN)

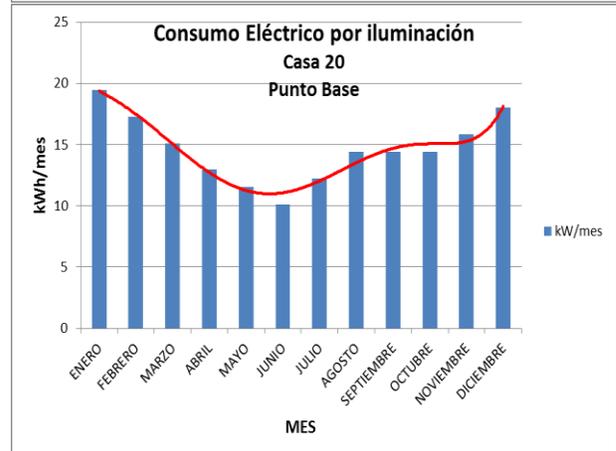
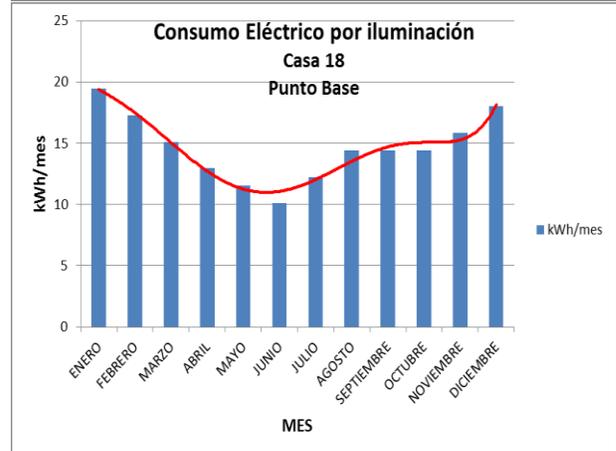
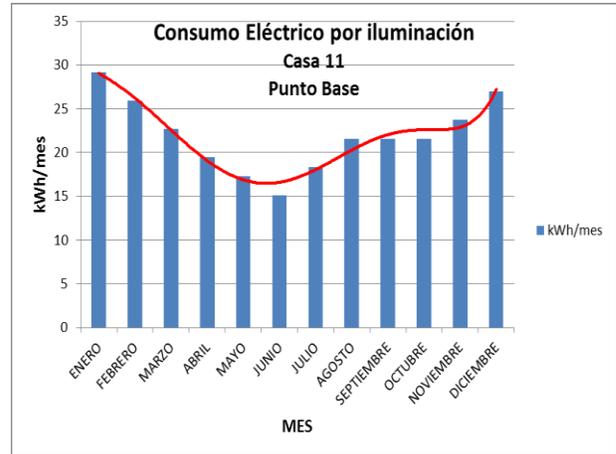
Casa	C12. Focos o lámparas de Cochera					
	10.0 Cochera(foco 1)					
	Tipo	Potencia	Mañana	Tarde	Noche	Madrugada
11	Fluoresecente	20	0	0	0	0
18	Incandescente	60	0	0	1	0
20		0	0	0	0	0
21	Fluoresecente	60	0	0	0.5	0
28		0	0	0	0	0
38	Fluoresecente	25	0	0	2	0
42	Incandescente	60	0	0	0	0
51	Incandescente	75	0	0	1	0
54	Incandescente	60	0	0	3	0
56		0	0	0	0	0
58	Incandescente	100	0	0	1	0
60	Incandescente	100	0	0	3	0
61	Incandescente	100	0	0	3	0
65		0	0	0	0	0
68		0	0	0	0	0
70	Fluoresecente	15	0	0	4	4

Casa	C12. Focos o lámparas de Cochera					
	10.0 Cochera(foco 2)					
	Tipo	Potencia	Mañana	Tarde	Noche	Madrugada
11		0	0	0	0	0
18		0	0	0	0	0
20		0	0	0	0	0
21		0	0	0	0	0
28		0	0	0	0	0
38		0	0	0	0	0
42		0	0	0	0	0
51		0	0	0	0	0
54		0	0	0	0	0
56		0	0	0	0	0
58		0	0	0	0	0
60		0	0	0	0	0
61		0	0	0	0	0
65		0	0	0	0	0
68		0	0	0	0	0
70		0	0	0	0	0

ANEXO 3

LÍNEA BASE DE CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA POR VIVIENDA

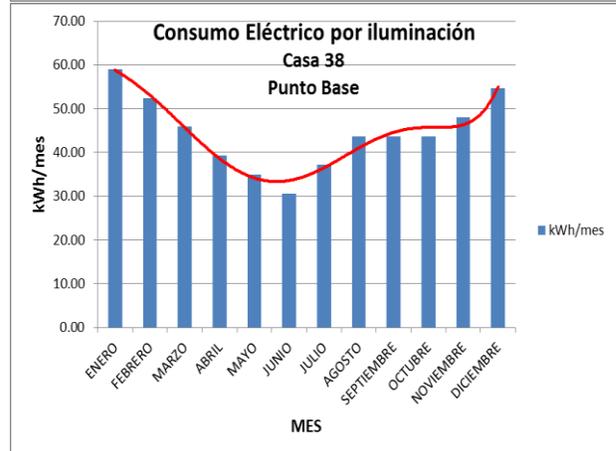
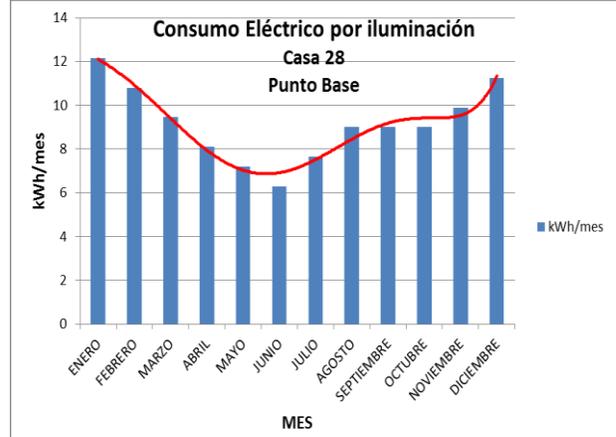
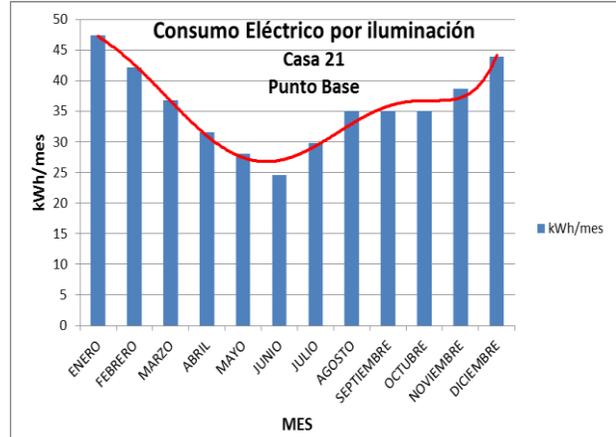
# Casa	Tipo casa	Mes Año 2012	Consumo base de electricidad mensual	Costo medio del KWh(2013)	Costo mensual
			KWh/mes	\$/KWh	\$
11	B1	ENERO	29.16	\$0.77	\$22.54
		FEBRERO	25.92	\$0.77	\$20.04
		MARZO	22.68	\$0.77	\$17.53
		ABRIL	19.44	\$0.77	\$15.03
		MAYO	17.28	\$0.77	\$13.36
		JUNIO	15.12	\$0.77	\$11.69
		JULIO	18.36	\$0.77	\$14.19
		AGOSTO	21.6	\$0.77	\$16.70
		SEPTIEMBRE	21.6	\$0.77	\$16.70
		OCTUBRE	21.6	\$0.77	\$16.70
		NOVIEMBRE	23.76	\$0.77	\$18.37
		DICIEMBRE	27	\$0.77	\$20.87
18	B1	ENERO	19.44	\$0.77	\$15.03
		FEBRERO	17.28	\$0.77	\$13.36
		MARZO	15.12	\$0.77	\$11.69
		ABRIL	12.96	\$0.77	\$10.02
		MAYO	11.52	\$0.77	\$8.90
		JUNIO	10.08	\$0.77	\$7.79
		JULIO	12.24	\$0.77	\$9.46
		AGOSTO	14.4	\$0.77	\$11.13
		SEPTIEMBRE	14.4	\$0.77	\$11.13
		OCTUBRE	14.4	\$0.77	\$11.13
		NOVIEMBRE	15.84	\$0.77	\$12.24
		DICIEMBRE	18	\$0.77	\$13.91
20	B1	ENERO	19.44	\$0.77	\$15.03
		FEBRERO	17.28	\$0.77	\$13.36
		MARZO	15.12	\$0.77	\$11.69
		ABRIL	12.96	\$0.77	\$10.02
		MAYO	11.52	\$0.77	\$8.90
		JUNIO	10.08	\$0.77	\$7.79
		JULIO	12.24	\$0.77	\$9.46
		AGOSTO	14.4	\$0.77	\$11.13
		SEPTIEMBRE	14.4	\$0.77	\$11.13
		OCTUBRE	14.4	\$0.77	\$11.13
		NOVIEMBRE	15.84	\$0.77	\$12.24
		DICIEMBRE	18	\$0.77	\$13.91



ANEXO 3

LÍNEA BASE DE CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA POR VIVIENDA (CONTINUACIÓN)

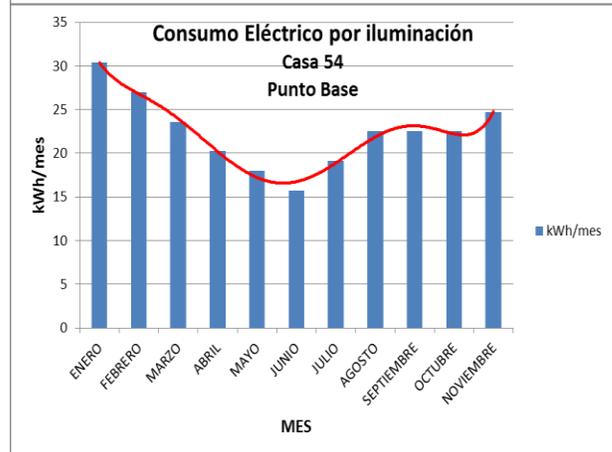
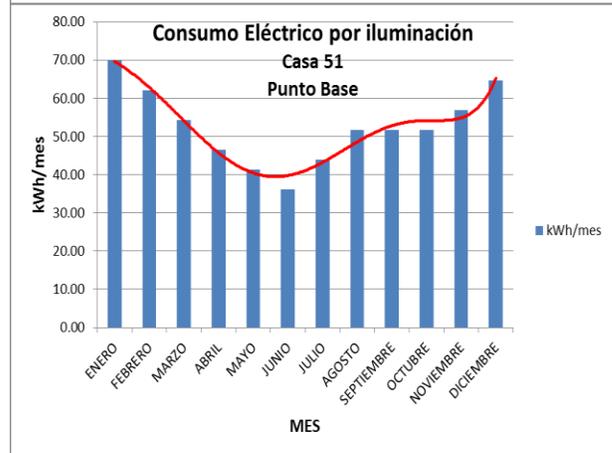
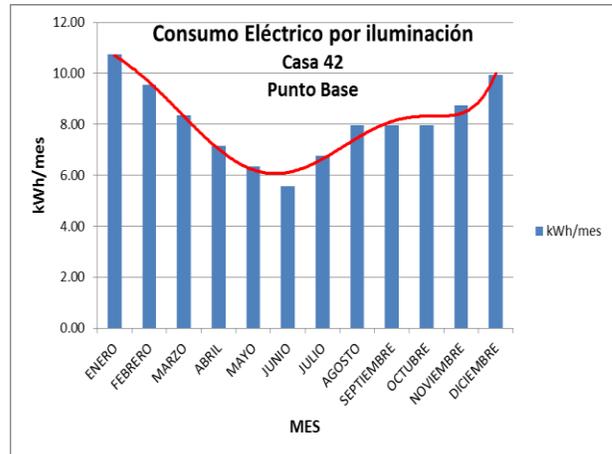
# Casa	Tipo casa	Mes Año 2012	Consumo base de electricidad mensual	Costo medio del KWh(2013)	Consumo mensual
			KWh/mes	\$/KWh	\$
21	B1	ENERO	47.385	\$0.77	\$36.63
		FEBRERO	42.12	\$0.77	\$32.56
		MARZO	36.855	\$0.77	\$28.49
		ABRIL	31.59	\$0.77	\$24.42
		MAYO	28.08	\$0.77	\$21.71
		JUNIO	24.57	\$0.77	\$18.99
		JULIO	29.835	\$0.77	\$23.06
		AGOSTO	35.1	\$0.77	\$27.13
		SEPTIEMBRE	35.1	\$0.77	\$27.13
		OCTUBRE	35.1	\$0.77	\$27.13
		NOVIEMBRE	38.61	\$0.77	\$29.85
		DICIEMBRE	43.875	\$0.77	\$21.71
28	B1	ENERO	12.15	\$0.77	\$9.39
		FEBRERO	10.8	\$0.77	\$8.35
		MARZO	9.45	\$0.77	\$7.30
		ABRIL	8.1	\$0.77	\$6.26
		MAYO	7.2	\$0.77	\$5.57
		JUNIO	6.3	\$0.77	\$4.87
		JULIO	7.65	\$0.77	\$5.91
		AGOSTO	9	\$0.77	\$6.96
		SEPTIEMBRE	9	\$0.77	\$6.96
		OCTUBRE	9	\$0.77	\$6.96
		NOVIEMBRE	9.9	\$0.77	\$7.65
		DICIEMBRE	11.25	\$0.77	\$8.70
38	B1	ENERO	58.99392	\$0.77	\$45.60
		FEBRERO	52.43904	\$0.77	\$40.54
		MARZO	45.88416	\$0.77	\$35.47
		ABRIL	39.32928	\$0.77	\$30.40
		MAYO	34.95936	\$0.77	\$27.02
		JUNIO	30.58944	\$0.77	\$23.65
		JULIO	37.14432	\$0.77	\$28.71
		AGOSTO	43.6992	\$0.77	\$33.78
		SEPTIEMBRE	43.6992	\$0.77	\$33.78
		OCTUBRE	43.6992	\$0.77	\$33.78
		NOVIEMBRE	48.06912	\$0.77	\$37.16
		DICIEMBRE	54.624	\$0.77	\$42.22



ANEXO 3

LÍNEA BASE DE CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA POR VIVIENDA (CONTINUACIÓN)

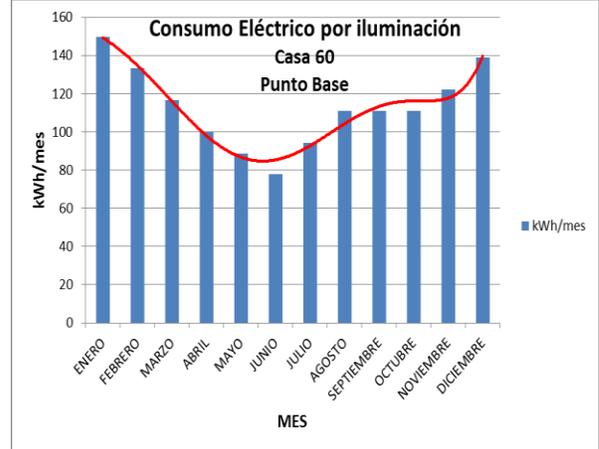
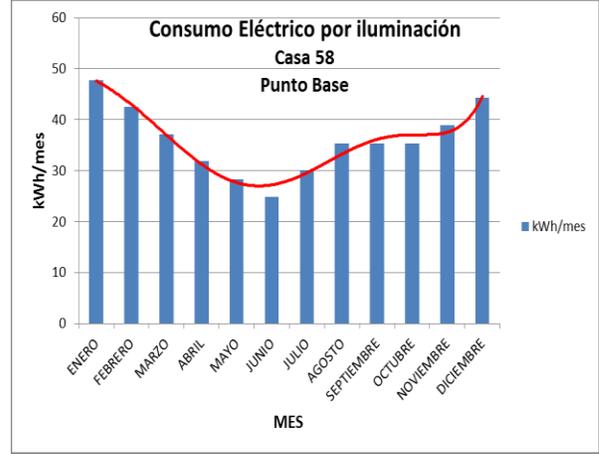
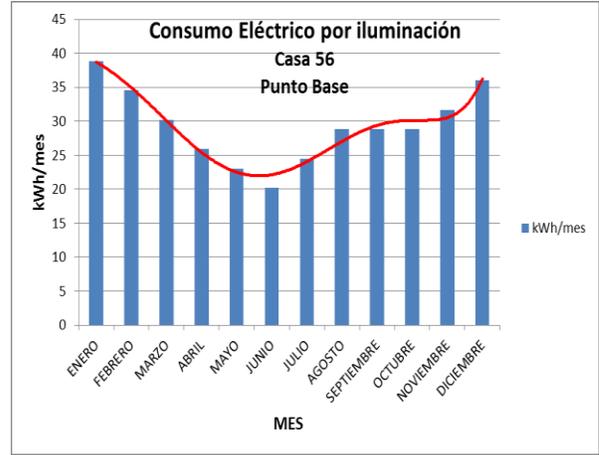
# Casa	Tipo casa	Mes Año 2012	Consumo base de electricidad mensual	Costo medio del KWh(2013)	Consumo mensual
			KWh/mes	\$/KWh	\$
42	B1	ENERO	10.7325	\$0.77	\$8.30
		FEBRERO	9.54	\$0.77	\$7.37
		MARZO	8.3475	\$0.77	\$6.45
		ABRIL	7.155	\$0.77	\$5.53
		MAYO	6.36	\$0.77	\$4.92
		JUNIO	5.565	\$0.77	\$4.30
		JULIO	6.7575	\$0.77	\$5.22
		AGOSTO	7.95	\$0.77	\$6.15
		SEPTIEMBRE	7.95	\$0.77	\$6.15
		OCTUBRE	7.95	\$0.77	\$6.15
		NOVIEMBRE	8.745	\$0.77	\$6.76
		DICIEMBRE	9.9375	\$0.77	\$7.68
51	B1	ENERO	69.8625	\$0.77	\$54.00
		FEBRERO	62.1	\$0.77	\$48.00
		MARZO	54.3375	\$0.77	\$42.00
		ABRIL	46.575	\$0.77	\$36.00
		MAYO	41.4	\$0.77	\$32.00
		JUNIO	36.225	\$0.77	\$28.00
		JULIO	43.9875	\$0.77	\$34.00
		AGOSTO	51.75	\$0.77	\$40.00
		SEPTIEMBRE	51.75	\$0.77	\$40.00
		OCTUBRE	51.75	\$0.77	\$40.00
		NOVIEMBRE	56.925	\$0.77	\$44.00
		DICIEMBRE	64.6875	\$0.77	\$50.00
54	B1	ENERO	30.3588	\$0.77	\$23.47
		FEBRERO	26.9856	\$0.77	\$20.86
		MARZO	23.6124	\$0.77	\$18.25
		ABRIL	20.2392	\$0.77	\$15.64
		MAYO	17.9904	\$0.77	\$13.91
		JUNIO	15.7416	\$0.77	\$12.17
		JULIO	19.1148	\$0.77	\$14.78
		AGOSTO	22.488	\$0.77	\$17.38
		SEPTIEMBRE	22.488	\$0.77	\$17.38
		OCTUBRE	22.488	\$0.77	\$17.38
		NOVIEMBRE	24.7368	\$0.77	\$19.12
		DICIEMBRE	28.11	\$0.77	\$21.73



ANEXO 3

LÍNEA BASE DE CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA POR VIVIENDA (CONTINUACIÓN)

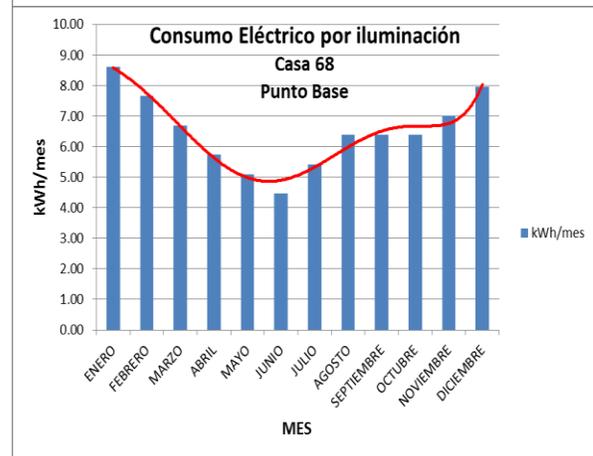
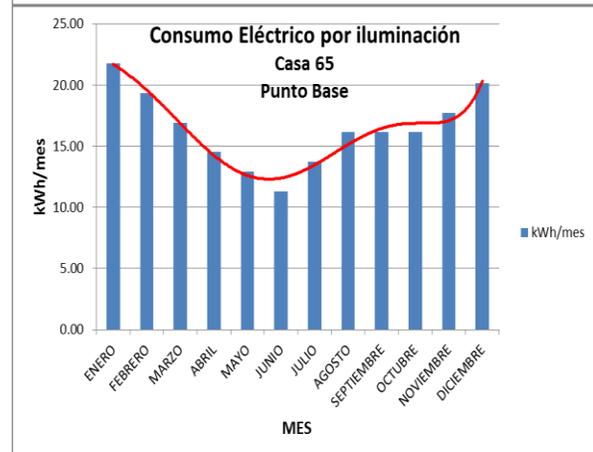
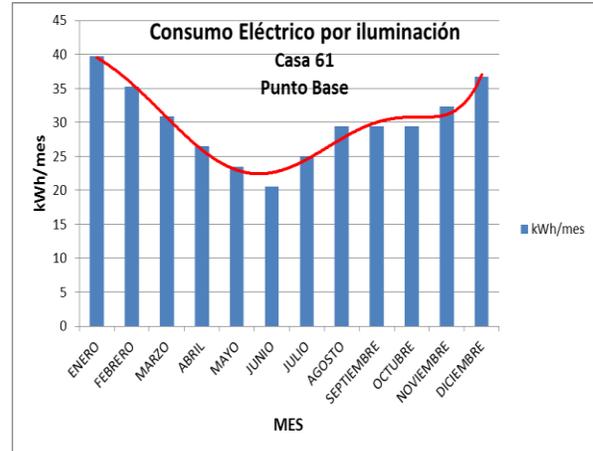
# Casa	Tipo casa	Mes Año 2012	Consumo base de electricidad mensual	Costo medio del KWh(2013)	Consumo mensual
			KWh/mes	\$/KWh	\$
56	B1	ENERO	38.88	\$0.77	\$30.05
		FEBRERO	34.56	\$0.77	\$26.71
		MARZO	30.24	\$0.77	\$23.38
		ABRIL	25.92	\$0.77	\$20.04
		MAYO	23.04	\$0.77	\$17.81
		JUNIO	20.16	\$0.77	\$15.58
		JULIO	24.48	\$0.77	\$18.92
		AGOSTO	28.8	\$0.77	\$22.26
		SEPTIEMBRE	28.8	\$0.77	\$22.26
		OCTUBRE	28.8	\$0.77	\$22.26
		NOVIEMBRE	31.68	\$0.77	\$24.49
		DICIEMBRE	36	\$0.77	\$27.83
58	B1	ENERO	47.79	\$0.77	\$36.94
		FEBRERO	42.48	\$0.77	\$32.84
		MARZO	37.17	\$0.77	\$28.73
		ABRIL	31.86	\$0.77	\$24.63
		MAYO	28.32	\$0.77	\$21.89
		JUNIO	24.78	\$0.77	\$19.15
		JULIO	30.09	\$0.77	\$23.26
		AGOSTO	35.4	\$0.77	\$27.36
		SEPTIEMBRE	35.4	\$0.77	\$27.36
		OCTUBRE	35.4	\$0.77	\$27.36
		NOVIEMBRE	38.94	\$0.77	\$30.10
		DICIEMBRE	44.25	\$0.77	\$34.21
60	B1	ENERO	149.85	\$0.94	\$141.46
		FEBRERO	133.2	\$0.94	\$125.74
		MARZO	116.55	\$0.94	\$110.02
		ABRIL	99.9	\$0.94	\$94.31
		MAYO	88.8	\$0.94	\$83.83
		JUNIO	77.7	\$0.94	\$73.35
		JULIO	94.35	\$0.94	\$89.07
		AGOSTO	111	\$0.94	\$104.78
		SEPTIEMBRE	111	\$0.94	\$104.78
		OCTUBRE	111	\$0.94	\$104.78
		NOVIEMBRE	122.1	\$0.94	\$115.26
		DICIEMBRE	138.75	\$0.94	\$130.98



ANEXO 3

LÍNEA BASE DE CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA POR VIVIENDA (CONTINUACIÓN)

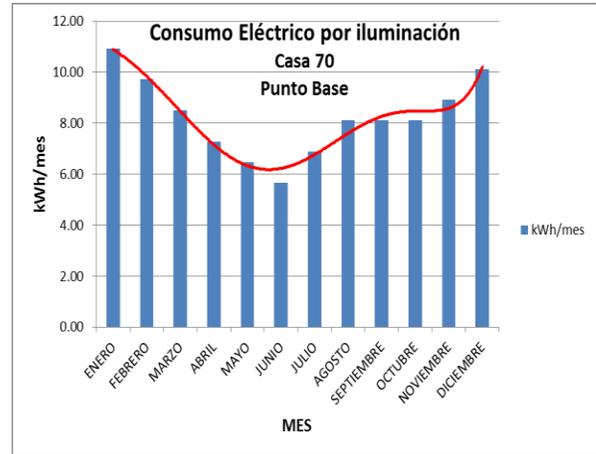
# Casa	Tipo casa	Mes Año 2012	Consumo base de electricidad mensual	Costo medio del KWh(2013)	Consumo mensual
			KWh/mes	\$/KWh	\$
61	B1	ENERO	39.69	\$0.77	\$30.68
		FEBRERO	35.28	\$0.77	\$27.27
		MARZO	30.87	\$0.77	\$23.86
		ABRIL	26.46	\$0.77	\$20.45
		MAYO	23.52	\$0.77	\$18.18
		JUNIO	20.58	\$0.77	\$15.91
		JULIO	24.99	\$0.77	\$19.32
		AGOSTO	29.4	\$0.77	\$22.73
		SEPTIEMBRE	29.4	\$0.77	\$22.73
		OCTUBRE	29.4	\$0.77	\$22.73
		NOVIEMBRE	32.34	\$0.77	\$25.00
		DICIEMBRE	36.75	\$0.77	\$28.41
65	B1	ENERO	21.76875	\$0.77	\$16.83
		FEBRERO	19.35	\$0.77	\$14.96
		MARZO	16.93125	\$0.77	\$13.09
		ABRIL	14.5125	\$0.77	\$11.22
		MAYO	12.9	\$0.77	\$9.97
		JUNIO	11.2875	\$0.77	\$8.73
		JULIO	13.70625	\$0.77	\$10.59
		AGOSTO	16.125	\$0.77	\$12.46
		SEPTIEMBRE	16.125	\$0.77	\$12.46
		OCTUBRE	16.125	\$0.77	\$12.46
		NOVIEMBRE	17.7375	\$0.77	\$13.71
		DICIEMBRE	20.15625	\$0.77	\$15.58
68	B1	ENERO	8.60625	\$0.77	\$6.65
		FEBRERO	7.65	\$0.77	\$5.91
		MARZO	6.69375	\$0.77	\$5.17
		ABRIL	5.7375	\$0.77	\$4.44
		MAYO	5.1	\$0.77	\$3.94
		JUNIO	4.4625	\$0.77	\$3.45
		JULIO	5.41875	\$0.77	\$4.19
		AGOSTO	6.375	\$0.77	\$4.93
		SEPTIEMBRE	6.375	\$0.77	\$4.93
		OCTUBRE	6.375	\$0.77	\$4.93
		NOVIEMBRE	7.0125	\$0.77	\$5.42
		DICIEMBRE	7.96875	\$0.77	\$6.16



ANEXO 3

LÍNEA BASE DE CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA POR VIVIENDA (CONTINUACIÓN)

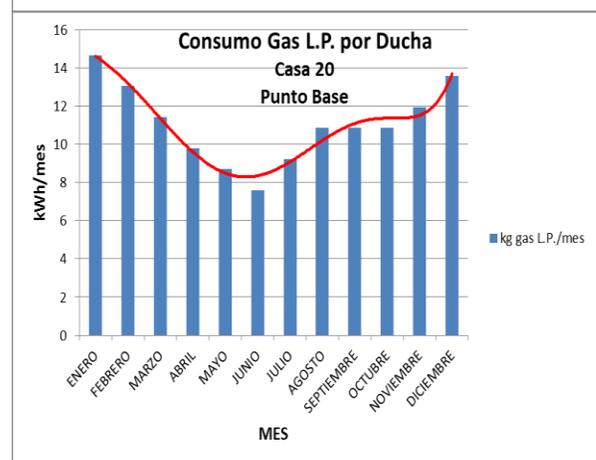
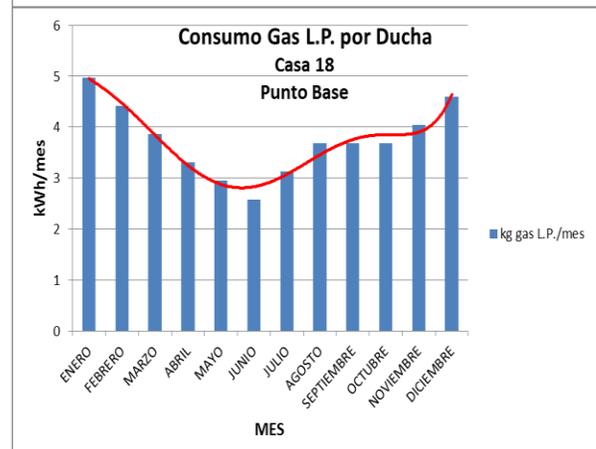
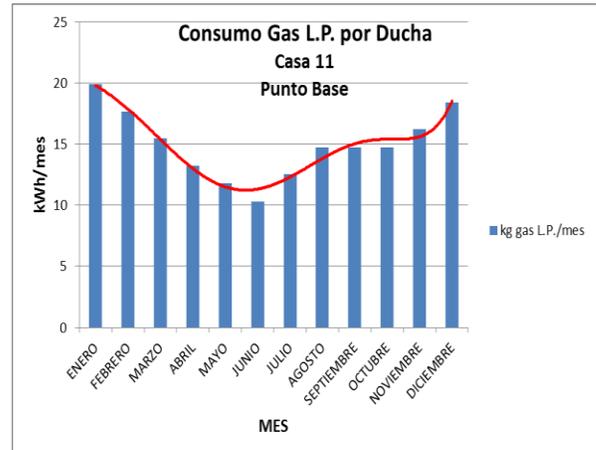
# Casa	Tipo casa	Mes Año 2012	Consumo base de electricidad mensual	Costo medio del kWh(2013)	Consumo mensual
			KWh/mes	\$/KWh	\$
70	B1	ENERO	10.935	\$0.77	\$8.45
		FEBRERO	9.72	\$0.77	\$7.51
		MARZO	8.505	\$0.77	\$6.57
		ABRIL	7.29	\$0.77	\$5.64
		MAYO	6.48	\$0.77	\$5.01
		JUNIO	5.67	\$0.77	\$4.38
		JULIO	6.885	\$0.77	\$5.32
		AGOSTO	8.1	\$0.77	\$6.26
		SEPTIEMBRE	8.1	\$0.77	\$6.26
		OCTUBRE	8.1	\$0.77	\$6.26
		NOVIEMBRE	8.91	\$0.77	\$6.89
		DICIEMBRE	10.125	\$0.77	\$7.83



ANEXO 4

LÍNEA BASE DE CONSUMO DE GAS L.P. POR VIVIENDA

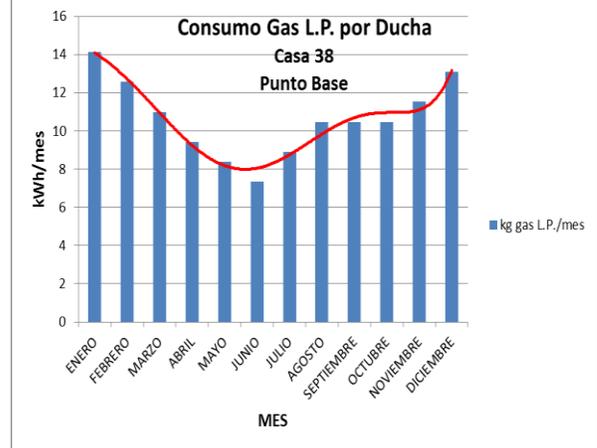
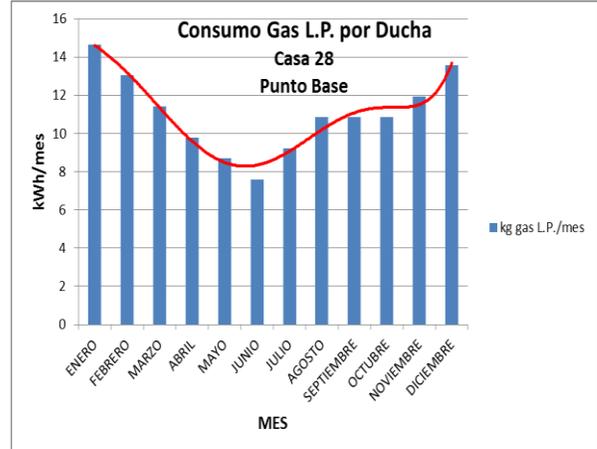
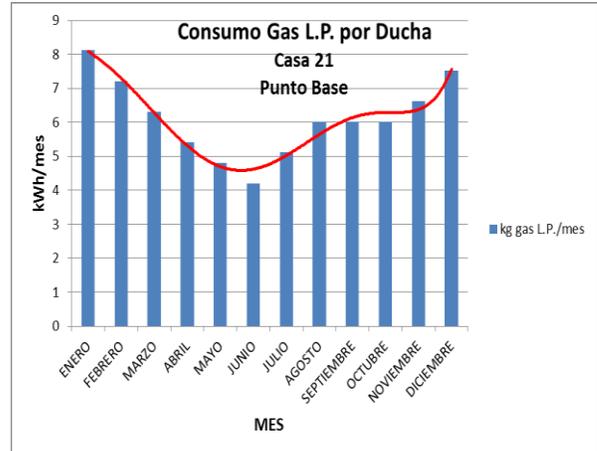
# Casa	Tipo casa	Mes Año 2013	Consumo base de gas mensual	Costo medio del KG de gas LP(2013)	Consumo mensual
			Kg/mes	\$/Kg LP	\$
11	B1	ENERO	19.86571	\$12.25	\$243.35
		FEBRERO	17.65841	\$12.25	\$216.32
		MARZO	15.45111	\$12.25	\$189.28
		ABRIL	13.24381	\$12.25	\$162.24
		MAYO	11.77227	\$12.25	\$144.21
		JUNIO	10.30074	\$12.25	\$126.18
		JULIO	12.50804	\$12.25	\$153.22
		AGOSTO	14.71534	\$12.25	\$180.26
		SEPTIEMBRE	14.71534	\$12.25	\$180.26
		OCTUBRE	14.71534	\$12.25	\$180.26
		NOVIEMBRE	16.18687	\$12.25	\$198.29
		DICIEMBRE	18.39418	\$12.25	\$225.33
18	B1	ENERO	4.966427	\$12.25	\$60.84
		FEBRERO	4.414602	\$12.25	\$54.08
		MARZO	3.862777	\$12.25	\$47.32
		ABRIL	3.310952	\$12.25	\$40.56
		MAYO	2.943068	\$12.25	\$36.05
		JUNIO	2.575185	\$12.25	\$31.55
		JULIO	3.12701	\$12.25	\$38.31
		AGOSTO	3.678835	\$12.25	\$45.07
		SEPTIEMBRE	3.678835	\$12.25	\$45.07
		OCTUBRE	3.678835	\$12.25	\$45.07
		NOVIEMBRE	4.046719	\$12.25	\$49.57
		DICIEMBRE	4.598544	\$12.25	\$56.33
20	B1	ENERO	14.66279	\$12.25	\$179.62
		FEBRERO	13.03359	\$12.25	\$159.66
		MARZO	11.40439	\$12.25	\$139.70
		ABRIL	9.77519	\$12.25	\$119.75
		MAYO	8.689058	\$12.25	\$106.44
		JUNIO	7.602926	\$12.25	\$93.14
		JULIO	9.232124	\$12.25	\$113.09
		AGOSTO	10.86132	\$12.25	\$133.05
		SEPTIEMBRE	10.86132	\$12.25	\$133.05
		OCTUBRE	10.86132	\$12.25	\$133.05
		NOVIEMBRE	11.94745	\$12.25	\$146.36
		DICIEMBRE	13.57665	\$12.25	\$166.31



ANEXO 4

LÍNEA BASE DE CONSUMO DE GAS L.P. POR VIVIENDA (CONTINUACIÓN)

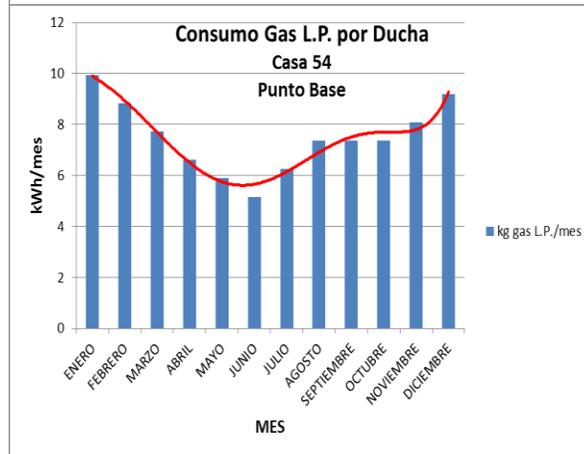
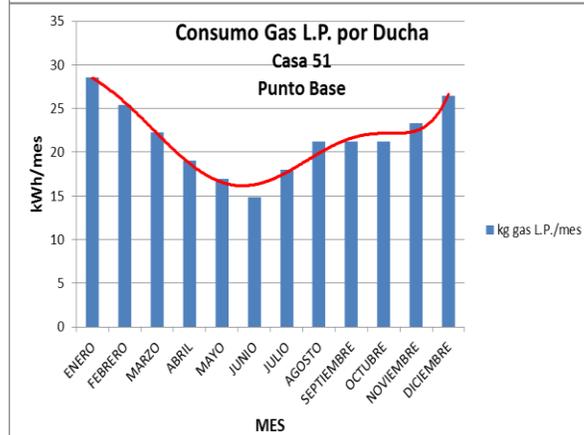
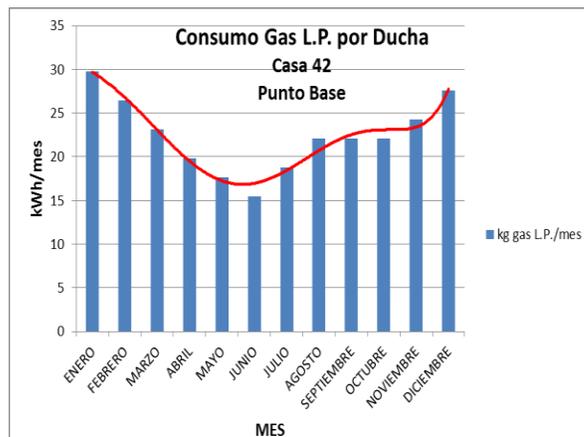
# Casa	Tipo casa	Mes Año 2013	Consumo base de gas mensual	Costo medio del KG de gas LP(2013)	Consumo mensual
			Kg/mes	\$/Kg LP	\$
21	B1	ENERO	8.116899	\$12.25	\$99.43
		FEBRERO	7.215021	\$12.25	\$88.38
		MARZO	6.313144	\$12.25	\$77.34
		ABRIL	5.411266	\$12.25	\$66.29
		MAYO	4.810014	\$12.25	\$58.92
		JUNIO	4.208762	\$12.25	\$51.56
		JULIO	5.11064	\$12.25	\$62.61
		AGOSTO	6.012518	\$12.25	\$73.65
		SEPTIEMBRE	6.012518	\$12.25	\$73.65
		OCTUBRE	6.012518	\$12.25	\$73.65
		NOVIEMBRE	6.61377	\$12.25	\$81.02
		DICIEMBRE	7.515647	\$12.25	\$21.71
28	B1	ENERO	14.66279	\$12.25	\$179.62
		FEBRERO	13.03359	\$12.25	\$159.66
		MARZO	11.40439	\$12.25	\$139.70
		ABRIL	9.77519	\$12.25	\$119.75
		MAYO	8.689058	\$12.25	\$106.44
		JUNIO	7.602926	\$12.25	\$93.14
		JULIO	9.232124	\$12.25	\$113.09
		AGOSTO	10.86132	\$12.25	\$133.05
		SEPTIEMBRE	10.86132	\$12.25	\$133.05
		OCTUBRE	10.86132	\$12.25	\$133.05
		NOVIEMBRE	11.94745	\$12.25	\$146.36
		DICIEMBRE	13.57665	\$12.25	\$166.31
38	B1	ENERO	14.13911	\$12.25	\$173.20
		FEBRERO	12.5681	\$12.25	\$153.96
		MARZO	10.99709	\$12.25	\$134.71
		ABRIL	9.426076	\$12.25	\$115.47
		MAYO	8.378734	\$12.25	\$102.64
		JUNIO	7.331393	\$12.25	\$89.81
		JULIO	8.902405	\$12.25	\$109.05
		AGOSTO	10.47342	\$12.25	\$128.30
		SEPTIEMBRE	10.47342	\$12.25	\$128.30
		OCTUBRE	10.47342	\$12.25	\$128.30
		NOVIEMBRE	11.52076	\$12.25	\$141.13
		DICIEMBRE	13.09177	\$12.25	\$160.37



ANEXO 4

LÍNEA BASE DE CONSUMO DE GAS L.P. POR VIVIENDA (CONTINUACIÓN)

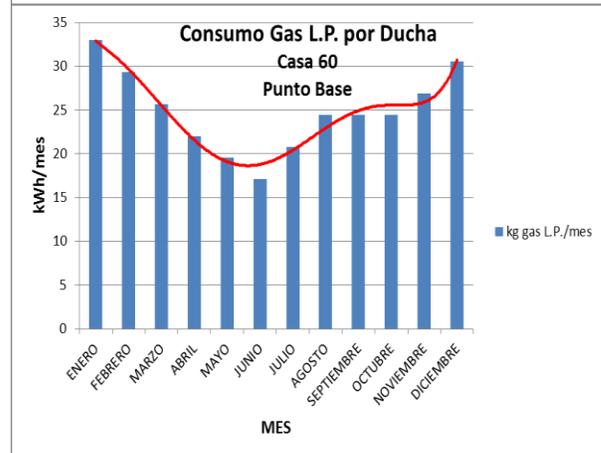
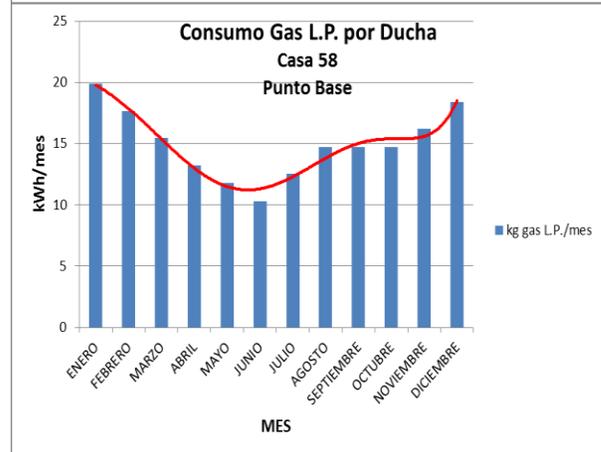
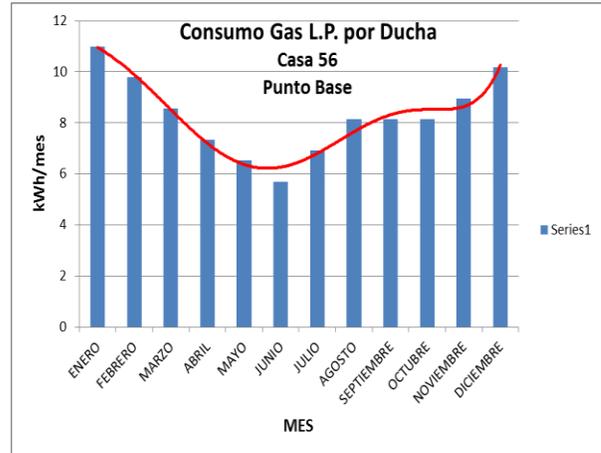
# Casa	Tipo casa	Mes Año 2013	Consumo base de gas mensual	Costo medio del KG de gas LP(2013)	Consumo mensual
			Kg/mes	\$/Kg LP	\$
42	B1	ENERO	29.79856	\$12.25	\$365.03
		FEBRERO	26.48761	\$12.25	\$324.47
		MARZO	23.17666	\$12.25	\$283.91
		ABRIL	19.86571	\$12.25	\$243.35
		MAYO	17.65841	\$12.25	\$216.32
		JUNIO	15.45111	\$12.25	\$189.28
		JULIO	18.76206	\$12.25	\$229.84
		AGOSTO	22.07301	\$12.25	\$270.39
		SEPTIEMBRE	22.07301	\$12.25	\$270.39
		OCTUBRE	22.07301	\$12.25	\$270.39
		NOVIEMBRE	24.28031	\$12.25	\$297.43
		DICIEMBRE	27.59126	\$12.25	\$337.99
51	B1	ENERO	28.59243	\$12.25	\$350.26
		FEBRERO	25.41549	\$12.25	\$311.34
		MARZO	22.23856	\$12.25	\$272.42
		ABRIL	19.06162	\$12.25	\$233.50
		MAYO	16.94366	\$12.25	\$207.56
		JUNIO	14.82571	\$12.25	\$181.61
		JULIO	18.00264	\$12.25	\$220.53
		AGOSTO	21.17958	\$12.25	\$259.45
		SEPTIEMBRE	21.17958	\$12.25	\$259.45
		OCTUBRE	21.17958	\$12.25	\$259.45
		NOVIEMBRE	23.29754	\$12.25	\$285.39
		DICIEMBRE	26.47447	\$12.25	\$324.31
54	B1	ENERO	9.932855	\$12.25	\$121.68
		FEBRERO	8.829204	\$12.25	\$108.16
		MARZO	7.725554	\$12.25	\$94.64
		ABRIL	6.621903	\$12.25	\$81.12
		MAYO	5.886136	\$12.25	\$72.11
		JUNIO	5.150369	\$12.25	\$63.09
		JULIO	6.25402	\$12.25	\$76.61
		AGOSTO	7.35767	\$12.25	\$90.13
		SEPTIEMBRE	7.35767	\$12.25	\$90.13
		OCTUBRE	7.35767	\$12.25	\$90.13
		NOVIEMBRE	8.093437	\$12.25	\$99.14
		DICIEMBRE	9.197088	\$12.25	\$112.66



ANEXO 4

LÍNEA BASE DE CONSUMO DE GAS L.P. POR VIVIENDA (CONTINUACIÓN)

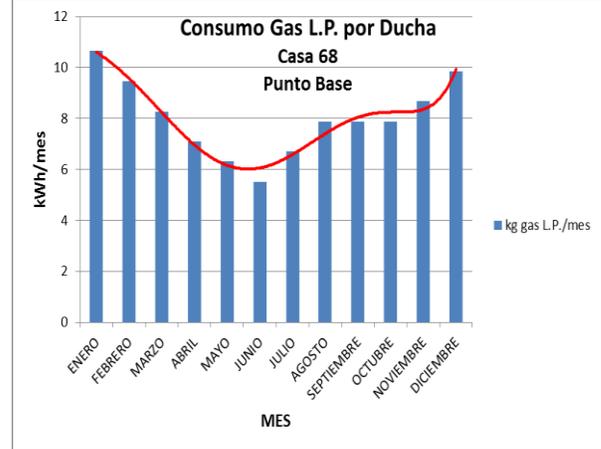
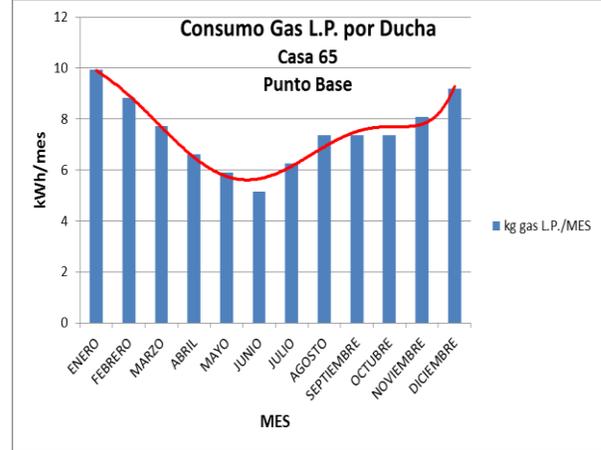
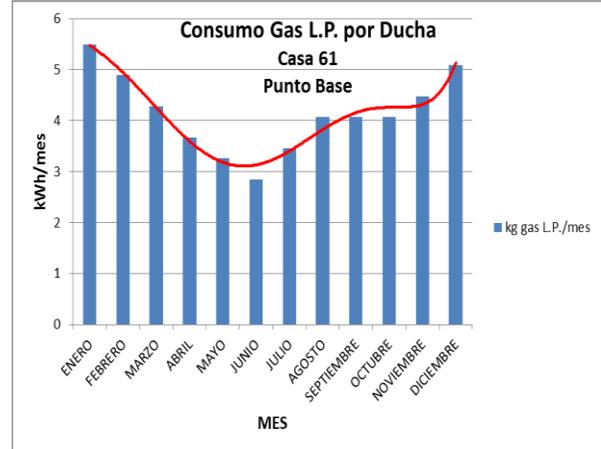
# Casa	Tipo casa	Mes Año 2013	Consumo base de gas mensual	Costo medio del KG de gas LP(2013)	Consumo mensual
			Kg/mes	\$/Kg LP	\$
56	B1	ENERO	10.99709	\$12.25	\$134.71
		FEBRERO	9.77519	\$12.25	\$119.75
		MARZO	8.553291	\$12.25	\$104.78
		ABRIL	7.331393	\$12.25	\$89.81
		MAYO	6.516793	\$12.25	\$79.83
		JUNIO	5.702194	\$12.25	\$69.85
		JULIO	6.924093	\$12.25	\$84.82
		AGOSTO	8.145992	\$12.25	\$99.79
		SEPTIEMBRE	8.145992	\$12.25	\$99.79
		OCTUBRE	8.145992	\$12.25	\$99.79
		NOVIEMBRE	8.960591	\$12.25	\$109.77
		DICIEMBRE	10.18249	\$12.25	\$124.74
58	B1	ENERO	19.86571	\$12.25	\$243.35
		FEBRERO	17.65841	\$12.25	\$216.32
		MARZO	15.45111	\$12.25	\$189.28
		ABRIL	13.24381	\$12.25	\$162.24
		MAYO	11.77227	\$12.25	\$144.21
		JUNIO	10.30074	\$12.25	\$126.18
		JULIO	12.50804	\$12.25	\$153.22
		AGOSTO	14.71534	\$12.25	\$180.26
		SEPTIEMBRE	14.71534	\$12.25	\$180.26
		OCTUBRE	14.71534	\$12.25	\$180.26
		NOVIEMBRE	16.18687	\$12.25	\$198.29
		DICIEMBRE	18.39418	\$12.25	\$225.33
60	B1	ENERO	32.99127	\$12.25	\$404.14
		FEBRERO	29.32557	\$12.25	\$359.24
		MARZO	25.65987	\$12.25	\$314.33
		ABRIL	21.99418	\$12.25	\$269.43
		MAYO	19.55038	\$12.25	\$239.49
		JUNIO	17.10658	\$12.25	\$209.56
		JULIO	20.77228	\$12.25	\$254.46
		AGOSTO	24.43798	\$12.25	\$299.37
		SEPTIEMBRE	24.43798	\$12.25	\$299.37
		OCTUBRE	24.43798	\$12.25	\$299.37
		NOVIEMBRE	26.88177	\$12.25	\$329.30
		DICIEMBRE	30.54747	\$12.25	\$374.21



ANEXO 4

LÍNEA BASE DE CONSUMO DE GAS L.P. POR VIVIENDA (CONTINUACIÓN)

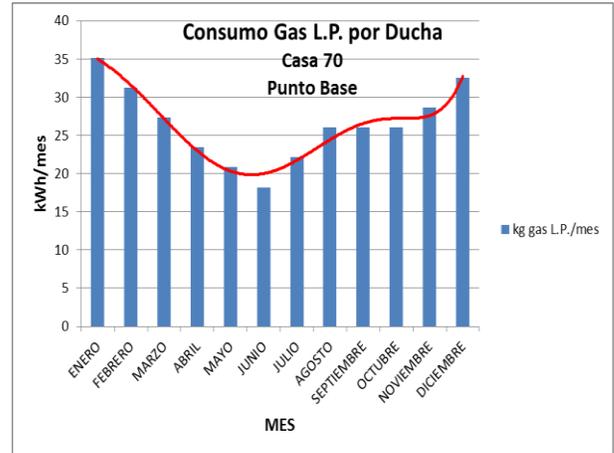
# Casa	Tipo casa	Mes Año 2013	Consumo base de gas mensual	Costo medio del KG de gas LP(2013)	Consumo mensual
			Kg/mes	\$/Kg LP	\$
61	B1	ENERO	5.498544	\$12.25	\$67.36
		FEBRERO	4.887595	\$12.25	\$59.87
		MARZO	4.276646	\$12.25	\$52.39
		ABRIL	3.665696	\$12.25	\$44.90
		MAYO	3.258397	\$12.25	\$39.92
		JUNIO	2.851097	\$12.25	\$34.93
		JULIO	3.462047	\$12.25	\$42.41
		AGOSTO	4.072996	\$12.25	\$49.89
		SEPTIEMBRE	4.072996	\$12.25	\$49.89
		OCTUBRE	4.072996	\$12.25	\$49.89
		NOVIEMBRE	4.480296	\$12.25	\$54.88
		DICIEMBRE	5.091245	\$12.25	\$62.37
65	B1	ENERO	9.932855	\$12.25	\$121.68
		FEBRERO	8.829204	\$12.25	\$108.16
		MARZO	7.725554	\$12.25	\$94.64
		ABRIL	6.621903	\$12.25	\$81.12
		MAYO	5.886136	\$12.25	\$72.11
		JUNIO	5.150369	\$12.25	\$63.09
		JULIO	6.25402	\$12.25	\$76.61
		AGOSTO	7.35767	\$12.25	\$90.13
		SEPTIEMBRE	7.35767	\$12.25	\$90.13
		OCTUBRE	7.35767	\$12.25	\$90.13
		NOVIEMBRE	8.093437	\$12.25	\$99.14
		DICIEMBRE	9.197088	\$12.25	\$112.66
68	B1	ENERO	10.64234	\$12.25	\$130.37
		FEBRERO	9.459861	\$12.25	\$115.88
		MARZO	8.277379	\$12.25	\$101.40
		ABRIL	7.094896	\$12.25	\$86.91
		MAYO	6.306574	\$12.25	\$77.26
		JUNIO	5.518253	\$12.25	\$67.60
		JULIO	6.700735	\$12.25	\$82.08
		AGOSTO	7.883218	\$12.25	\$96.57
		SEPTIEMBRE	7.883218	\$12.25	\$96.57
		OCTUBRE	7.883218	\$12.25	\$96.57
		NOVIEMBRE	8.67154	\$12.25	\$106.23
		DICIEMBRE	9.854022	\$12.25	\$120.71



ANEXO 4

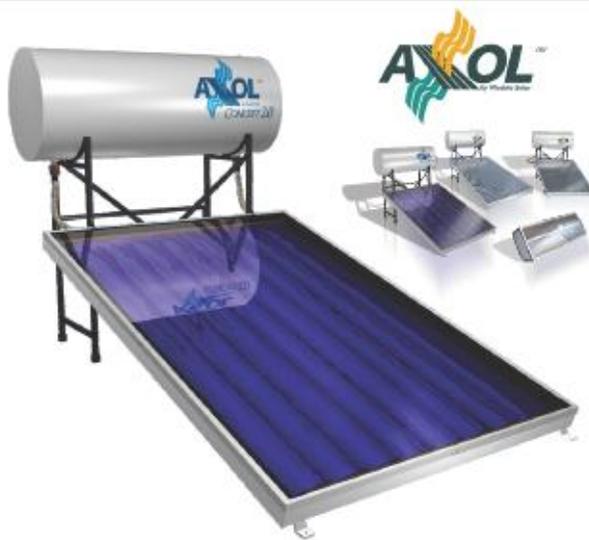
LÍNEA BASE DE CONSUMO DE GAS L.P. POR VIVIENDA (CONTINUACIÓN)

# Casa	Tipo casa	Mes	Consumo base de gas mensual	Costo medio del KG de gas LP(2013)	Consumo mensual
			Kg/mes	\$/Kg LP	\$
70	B1	ENERO	35.11974	\$12.25	\$430.22
		FEBRERO	31.21754	\$12.25	\$382.41
		MARZO	27.31535	\$12.25	\$334.61
		ABRIL	23.41316	\$12.25	\$286.81
		MAYO	20.8117	\$12.25	\$254.94
		JUNIO	18.21023	\$12.25	\$223.08
		JULIO	22.11243	\$12.25	\$270.88
		AGOSTO	26.01462	\$12.25	\$318.68
		SEPTIEMBRE	26.01462	\$12.25	\$318.68
		OCTUBRE	26.01462	\$12.25	\$318.68
		NOVIEMBRE	28.61608	\$12.25	\$350.55
		DICIEMBRE	32.51827	\$12.25	\$398.35



ANEXO 5

FICHA TÉCNICA DE CALENTADOR SOLAR DE AGUA



Los calentadores AXOL , son fabricados en la planta de mayor capacidad en norteamérica bajo estrictas normas de manufactura y certificaciones internacionales. Conectados en serie a un calentador de gas , de paso o deposito, ofrecen un ahorro del 70% como mínimo en el consumo de combustible contaminante.

Todos los componentes AXOL son cuidadosamente seleccionados por su alta calidad, durabilidad y resistencia, asegurando así entregar el mejor producto en su tipo disponible en el mercado.

La línea de calentadores solares domésticos AXOL ofrece modelos para cada necesidad de temperatura, zona climática o condiciones geográficas, siendo el único que se exporta a Centro, Sudamérica, Europa y los Estados Unidos.

VENTAJAS INSUPERABLES :

10 años de garantía por escrito en todos sus componentes.

Tanque con capa porcelanizada hasta 2 veces mas durable que los tanques similares , probado a 9kg/cm².

Carcaza exterior con pintura horneada especial para intemperie.

Conexiones que hacen mas fácil y segura la instalación.

Aislamiento de poliuretano de alta densidad con la menor perdida de calor del mercado.
Base pintada al horno y con prueba de 500 horas de camara salina. Solida, resistente y fácil de armar.

Caja de lamina pinto con cubiertas de (policarbonato , vidrio templado con protección a UV y resistente a impactos , granizo y vandalismo.

Puerto auxiliar para instilación de válvula anticongelamiento.



ANEXO 5

FICHA TÉCNICA DE CALENTADOR SOLAR DE AGUA (CONTINUACIÓN)




La línea AXOL

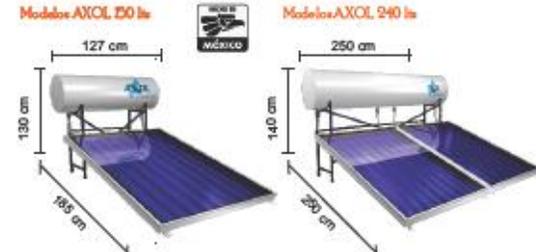
Tabla de rendimientos	Litros de Agua	Ducha y Cocina
AXOL 150	150	4 3 pers
AXOL 240	240	6 3 pers

Los primeros colectores certificados bajo la norma **NMX-ES-001-NORMEX-2005**

Dimensiones principales

Modelos AXOL 150 lts

Modelos AXOL 240 lts



AXOL Concept 150 lts

AXOL Concept 240 lts

AXOL HVA 150 lts

AXOL HVA 240 lts

Diagrama típico de instalación

Por su construcción los calentadores AXOL reducen al mínimo de tiempo la instalación; se arma en 5 minutos y se instala a la red hidráulica del hogar en unas cuantas horas sin necesidad de herramienta especial. Puede conectarse sin riesgo al tinaco, hidroneumático o red municipal.

El plan de ahorro Familiar mas confiable.. Sin complicaciones, sin riesgos y con Mucha vida por delante



Av. Atlacomulco No 136, Cd. Acapantzingo C.P. 62440
Cuernavaca, Mor. México

Tel. Oficina 01 (777) 2-43-08-30

ventas@solarhs.com.mx

Www.solarhs.com.mx



ANEXO 6

ANÁLISIS DE PREAVIBILIDAD ECONÓMICO PARA PROYECTO CON CALENTADOR SOLAR DE AGUA

ANÁLISIS DE PREVIABILIDAD ECONÓMICO PESOS CORRIENTES DE 2014

CASA 11	
COSTO CONVENCIONAL	\$ 2,199 \$/año
COSTO DE GAS CON CALENTADOR SOLAR	\$ 515 \$/año
COSTO DE INVERSIÓN	\$ 9,700 \$
COSTO MULTAS	\$/año
Ahorro total	\$ 1,685 \$/año
MANTENIMIENTO ANUAL	\$ 400
COSTO DE INVERSIÓN POR MANTENIMIENTO AÑO 0	\$ 4,636 \$

VIDA ÚTIL
20.0 años

Supuestos de evaluación	
Tipo de cambio	\$ 12.90 \$/US\$
Tasa de inflación anual	3.90%
Tasa de descuento TREMA	10.00% CORRIENTE
Tasa de descuento TREMA	6.10% REAL
Tasa de financiamiento	0.00%
Expectativa de vida	20 años

FLUJO DE EFECTIVO



ANÁLISIS DE PREVIABILIDAD ECONÓMICO PESOS CORRIENTES DE 2014

CASA 18	
COSTO CONVENCIONAL	\$ 550 \$/año
COSTO DE GAS CON CALENTADOR SOLAR	\$ 129 \$/año
COSTO DE INVERSIÓN	\$ 9,700 \$
COSTO MULTAS	\$/año
Ahorro total	\$ 421 \$/año
MANTENIMIENTO ANUAL	\$ 400
COSTO DE INVERSIÓN POR MANTENIMIENTO AÑO 0	\$ 4,636 \$

VIDA ÚTIL
20.0 años

Supuestos de evaluación	
Tipo de cambio	\$ 12.90 \$/US\$
Tasa de inflación anual	3.90%
Tasa de descuento TREMA	10.00% CORRIENTE
Tasa de descuento TREMA	6.10% REAL
Tasa de financiamiento	0.00%
Expectativa de vida	20 años

FLUJO DE EFECTIVO



ANEXO 6

ANÁLISIS DE PREAVIBILIDAD ECONÓMICO PARA PROYECTO CON CALENTADOR SOLAR DE AGUA (CONTINUACIÓN)

ANÁLISIS DE PREVIABILIDAD ECONÓMICO PESOS CORRIENTES DE 2014

CASA 20	
COSTO CONVENCIONAL	\$ 1,623 \$/año
COSTO DE GAS CON CALENTADOR SOLAR	\$ 570 \$/año
COSTO DE INVERSIÓN	\$ 9,700 \$
COSTO MULTAS	\$/año
Ahorro total	\$ 1,053 \$/año
MANTENIMIENTO ANUAL	\$ 400
COSTO DE INVERSIÓN POR MANTENIMIENTO AÑO 0	\$ 4,636 \$

VIDA ÚTIL
20.0 años

Supuestos de evaluación	
Tipo de cambio	\$ 12.90 \$/US\$
Tasa de inflación anual	3.90%
Tasa de descuento TREMA	10.00% CORRIENTE
Tasa de descuento TREMA	6.10% REAL
Tasa de financiamiento	0.00%
Expectativa de vida	20 años

FLUJO DE EFECTIVO



ANÁLISIS DE PREVIABILIDAD ECONÓMICO PESOS CORRIENTES DE 2014

CASA 21	
COSTO CONVENCIONAL	\$ 899 \$/año
COSTO DE GAS CON CALENTADOR SOLAR	\$ 315 \$/año
COSTO DE INVERSIÓN	\$ 9,700 \$
COSTO MULTAS	\$/año
Ahorro total	\$ 583 \$/año
MANTENIMIENTO ANUAL	\$ 400
COSTO DE INVERSIÓN POR MANTENIMIENTO AÑO 0	\$ 4,636 \$

VIDA ÚTIL
20.0 años

Supuestos de evaluación	
Tipo de cambio	\$ 12.90 \$/US\$
Tasa de inflación anual	3.90%
Tasa de descuento TREMA	10.00% CORRIENTE
Tasa de descuento TREMA	6.10% REAL
Tasa de financiamiento	0.00%
Expectativa de vida	20 años

FLUJO DE EFECTIVO



ANEXO 6

ANÁLISIS DE PREAVIBILIDAD ECONÓMICO PARA PROYECTO CON CALENTADOR SOLAR DE AGUA (CONTINUACIÓN)

ANÁLISIS DE PREVIABILIDAD ECONÓMICO PESOS CORRIENTES DE 2014
CASA 28

COSTO CONVENCIONAL	\$	1,623	\$/año
COSTO DE GAS CON CALENTADOR SOLAR	\$	570	\$/año
COSTO DE INVERSIÓN	\$	9,700	\$
COSTO MULTAS			\$/año
Ahorro total	\$	1,053	\$/año
MANTENIMIENTO ANUAL	\$	400	
COSTO DE INVERSIÓN POR MANTENIMIENTO AÑO 0	\$	4,636	\$

VIDA ÚTIL
20.0 años

Supuestos de evaluación

Tipo de cambio	\$	12.90	\$/US\$
Tasa de inflación anual		3.90%	
Tasa de descuento TREMA		10.00%	CORRIENTE
Tasa de descuento TREMA		6.10%	REAL
Tasa de financiamiento		0.00%	
Expectativa de vida		20 años	

FLUJO DE EFECTIVO



ANÁLISIS DE PREVIABILIDAD ECONÓMICO PESOS CORRIENTES DE 2014
CASA 38

COSTO CONVENCIONAL	\$	1,565	\$/año
COSTO DE GAS CON CALENTADOR SOLAR	\$	366	\$/año
COSTO DE INVERSIÓN	\$	9,700	\$
COSTO MULTAS			\$/año
Ahorro total	\$	1,199	\$/año
MANTENIMIENTO ANUAL	\$	400	
COSTO DE INVERSIÓN POR MANTENIMIENTO AÑO 0	\$	4,636	\$

VIDA ÚTIL
20.0 años

Supuestos de evaluación

Tipo de cambio	\$	12.90	\$/US\$
Tasa de inflación anual		3.90%	
Tasa de descuento TREMA		10.00%	CORRIENTE
Tasa de descuento TREMA		6.10%	REAL
Tasa de financiamiento		0.00%	
Expectativa de vida		20 años	

FLUJO DE EFECTIVO



ANEXO 6

ANÁLISIS DE PREAVIBILIDAD ECONÓMICO PARA PROYECTO CON CALENTADOR SOLAR DE AGUA (CONTINUACIÓN)

ANÁLISIS DE PREVIABILIDAD ECONÓMICO PESOS CORRIENTES DE 2014

CASA 42	
COSTO CONVENCIONAL	\$ 3,299 \$/año
COSTO DE GAS CON CALENTADOR SOLAR	\$ 772 \$/año
COSTO DE INVERSIÓN	\$ 9,700 \$
COSTO MULTAS	\$/año
Ahorro total	\$ 2,527 \$/año
MANTENIMIENTO ANUAL	\$ 400
COSTO DE INVERSIÓN POR MANTENIMIENTO AÑO 0	\$ 4,636 \$

VIDA ÚTIL
20.0 años

Supuestos de evaluación	
Tipo de cambio	\$ 12.90 \$/US\$
Tasa de inflación anual	3.90%
Tasa de descuento TREMA	10.00% CORRIENTE
Tasa de descuento TREMA	6.10% REAL
Tasa de financiamiento	0.00%
Expectativa de vida	20 años

FLUJO DE EFECTIVO



ANÁLISIS DE PREVIABILIDAD ECONÓMICO PESOS CORRIENTES DE 2014

CASA 51	
COSTO CONVENCIONAL	\$ 3,165 \$/año
COSTO DE GAS CON CALENTADOR SOLAR	\$ 741 \$/año
COSTO DE INVERSIÓN	\$ 9,700 \$
COSTO MULTAS	\$/año
Ahorro total	\$ 2,425 \$/año
MANTENIMIENTO ANUAL	\$ 400
COSTO DE INVERSIÓN POR MANTENIMIENTO AÑO 0	\$ 4,636 \$

VIDA ÚTIL
20.0 años

Supuestos de evaluación	
Tipo de cambio	\$ 12.90 \$/US\$
Tasa de inflación anual	3.90%
Tasa de descuento TREMA	10.00% CORRIENTE
Tasa de descuento TREMA	6.10% REAL
Tasa de financiamiento	0.00%
Expectativa de vida	20 años

FLUJO DE EFECTIVO



ANEXO 6

ANÁLISIS DE PREAVIBILIDAD ECONÓMICO PARA PROYECTO CON CALENTADOR SOLAR DE AGUA (CONTINUACIÓN)

ANÁLISIS DE PREVIABILIDAD ECONÓMICO		PESOS CORRIENTES DE 2014	
CASA 54			
COSTO CONVENCIONAL	\$	1,100	\$/año
COSTO DE GAS CON CALENTADOR SOLAR	\$	257	\$/año
COSTO DE INVERSIÓN	\$	9,700	\$
COSTO MULTAS			\$/año
Ahorro total	\$	842	\$/año
MANTENIMIENTO ANUAL	\$	400	
COSTO DE INVERSIÓN POR MANTENIMIENTO AÑO 0	\$	4,636	\$
Supuestos de evaluación			
Tipo de cambio	\$	12.90	\$/US\$
Tasa de inflación anual		3.90%	
Tasa de descuento TREMA		10.00%	CORRIENTE
Tasa de descuento TREMA		6.10%	REAL
Tasa de financiamiento		0.00%	
Expectativa de vida		20 años	

VIDA ÚTIL
20.0 años

FLUJO DE EFECTIVO



ANÁLISIS DE PREVIABILIDAD ECONÓMICO		PESOS CORRIENTES DE 2014	
CASA 56			
COSTO CONVENCIONAL	\$	1,217	\$/año
COSTO DE GAS CON CALENTADOR SOLAR	\$	427	\$/año
COSTO DE INVERSIÓN	\$	9,700	\$
COSTO MULTAS			\$/año
Ahorro total	\$	790	\$/año
MANTENIMIENTO ANUAL	\$	400	
COSTO DE INVERSIÓN POR MANTENIMIENTO AÑO 0	\$	4,636	\$
Supuestos de evaluación			
Tipo de cambio	\$	12.90	\$/US\$
Tasa de inflación anual		3.90%	
Tasa de descuento TREMA		10.00%	CORRIENTE
Tasa de descuento TREMA		6.10%	REAL
Tasa de financiamiento		0.00%	
Expectativa de vida		20 años	

VIDA ÚTIL
20.0 años

FLUJO DE EFECTIVO



ANEXO 6

ANÁLISIS DE PREAVIBILIDAD ECONÓMICO PARA PROYECTO CON CALENTADOR SOLAR DE AGUA (CONTINUACIÓN)

ANÁLISIS DE PREVIABILIDAD ECONÓMICO PESOS CORRIENTES DE 2014

CASA 58	
COSTO CONVENCIONAL	\$ 2,199 \$/año
COSTO DE GAS CON CALENTADOR SOLAR	\$ 515 \$/año
COSTO DE INVERSIÓN	\$ 9,700 \$
COSTO MULTAS	\$/año
Ahorro total	\$ 1,685 \$/año
MANTENIMIENTO ANUAL	\$ 400
COSTO DE INVERSIÓN POR MANTENIMIENTO AÑO 0	\$ 4,636 \$

VIDA ÚTIL
20.0 años

Supuestos de evaluación	
Tipo de cambio	\$ 12.90 \$/US\$
Tasa de inflación anual	3.90%
Tasa de descuento TREMA	10.00% CORRIENTE
Tasa de descuento TREMA	6.10% REAL
Tasa de financiamiento	0.00%
Expectativa de vida	20 años

FLUJO DE EFECTIVO



ANÁLISIS DE PREVIABILIDAD ECONÓMICO PESOS CORRIENTES DE 2014

CASA 60	
COSTO CONVENCIONAL	\$ 3,652 \$/año
COSTO DE GAS CON CALENTADOR SOLAR	\$ 855 \$/año
COSTO DE INVERSIÓN	\$ 9,700 \$
COSTO MULTAS	\$/año
Ahorro total	\$ 2,798 \$/año
MANTENIMIENTO ANUAL	\$ 400
COSTO DE INVERSIÓN POR MANTENIMIENTO AÑO 0	\$ 4,636 \$

VIDA ÚTIL
20.0 años

Supuestos de evaluación	
Tipo de cambio	\$ 12.90 \$/US\$
Tasa de inflación anual	3.90%
Tasa de descuento TREMA	10.00% CORRIENTE
Tasa de descuento TREMA	6.10% REAL
Tasa de financiamiento	0.00%
Expectativa de vida	20 años

FLUJO DE EFECTIVO



ANEXO 6

ANÁLISIS DE PREAVIBILIDAD ECONÓMICO PARA PROYECTO CON CALENTADOR SOLAR DE AGUA (CONTINUACIÓN)

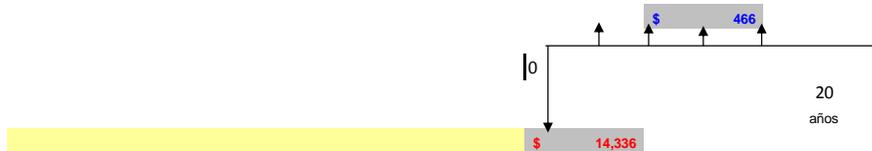
ANÁLISIS DE PREVIABILIDAD ECONÓMICO PESOS CORRIENTES DE 2014

CASA 61	
COSTO CONVENCIONAL	\$ 609 \$/año
COSTO DE GAS CON CALENTADOR SOLAR	\$ 142 \$/año
COSTO DE INVERSIÓN	\$ 9,700 \$
COSTO MULTAS	\$/año
Ahorro total	\$ 466 \$/año
MANTENIMIENTO ANUAL	\$ 400
COSTO DE INVERSIÓN POR MANTENIMIENTO AÑO 0	\$ 4,636 \$

VIDA ÚTIL
20.0 años

Supuestos de evaluación			
Tipo de cambio	\$	12.90	\$/US\$
Tasa de inflación anual		3.90%	
Tasa de descuento TREMA		10.00%	CORRIENTE
Tasa de descuento TREMA		6.10%	REAL
Tasa de financiamiento		0.00%	
Expectativa de vida		20 años	

FLUJO DE EFECTIVO



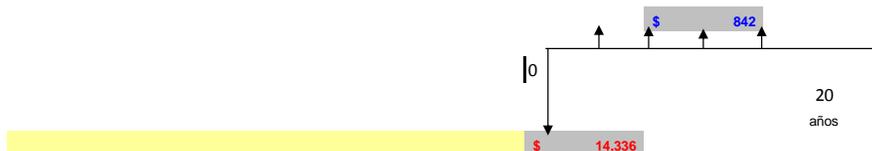
ANÁLISIS DE PREVIABILIDAD ECONÓMICO PESOS CORRIENTES DE 2014

CASA 65	
COSTO CONVENCIONAL	\$ 1,100 \$/año
COSTO DE GAS CON CALENTADOR SOLAR	\$ 257 \$/año
COSTO DE INVERSIÓN	\$ 9,700 \$
COSTO MULTAS	\$/año
Ahorro total	\$ 842 \$/año
MANTENIMIENTO ANUAL	\$ 400
COSTO DE INVERSIÓN POR MANTENIMIENTO AÑO 0	\$ 4,636 \$

VIDA ÚTIL
20.0 años

Supuestos de evaluación			
Tipo de cambio	\$	12.90	\$/US\$
Tasa de inflación anual		3.90%	
Tasa de descuento TREMA		10.00%	CORRIENTE
Tasa de descuento TREMA		6.10%	REAL
Tasa de financiamiento		0.00%	
Expectativa de vida		20 años	

FLUJO DE EFECTIVO



ANEXO 6

ANÁLISIS DE PREAVIBILIDAD ECONÓMICO PARA PROYECTO CON CALENTADOR SOLAR DE AGUA (CONTINUACIÓN)

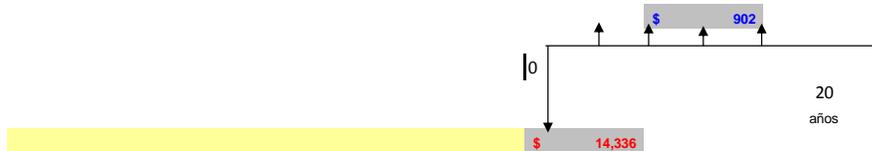
ANÁLISIS DE PREVIABILIDAD ECONÓMICO PESOS CORRIENTES DE 2014

CASA 68	
COSTO CONVENCIONAL	\$ 1,178 \$/año
COSTO DE GAS CON CALENTADOR SOLAR	\$ 276 \$/año
COSTO DE INVERSIÓN	\$ 9,700 \$
COSTO MULTAS	\$/año
Ahorro total	\$ 902 \$/año
MANTENIMIENTO ANUAL	\$ 400
COSTO DE INVERSIÓN POR MANTENIMIENTO AÑO 0	\$ 4,636 \$

VIDA ÚTIL
20.0 años

Supuestos de evaluación			
Tipo de cambio	\$	12.90	\$/US\$
Tasa de inflación anual		3.90%	
Tasa de descuento TREMA		10.00%	CORRIENTE
Tasa de descuento TREMA		6.10%	REAL
Tasa de financiamiento		0.00%	
Expectativa de vida		20 años	

FLUJO DE EFECTIVO



ANÁLISIS DE PREVIABILIDAD ECONÓMICO PESOS CORRIENTES DE 2014

CASA 70	
COSTO CONVENCIONAL	\$ 3,888 \$/año
COSTO DE GAS CON CALENTADOR SOLAR	\$ 910 \$/año
COSTO DE INVERSIÓN	\$ 9,700 \$
COSTO MULTAS	\$/año
Ahorro total	\$ 2,978 \$/año
MANTENIMIENTO ANUAL	\$ 400
COSTO DE INVERSIÓN POR MANTENIMIENTO AÑO 0	\$ 4,636 \$

VIDA ÚTIL
20.0 años

Supuestos de evaluación			
Tipo de cambio	\$	12.90	\$/US\$
Tasa de inflación anual		3.90%	
Tasa de descuento TREMA		10.00%	CORRIENTE
Tasa de descuento TREMA		6.10%	REAL
Tasa de financiamiento		0.00%	
Expectativa de vida		20 años	

FLUJO DE EFECTIVO



ANEXO 7

ANÁLISIS DE PREAVIBILIDAD ECONÓMICO PARA PROYECTO CON ILUMINACIÓN EFICIENTE

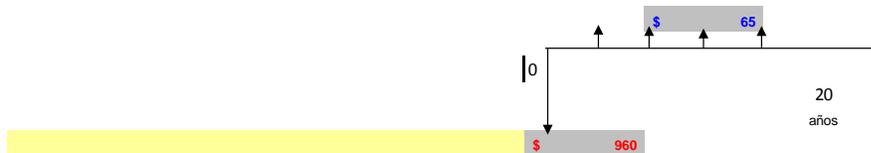
ANÁLISIS DE PREVIABILIDAD ECONÓMICO PESOS CORRIENTES DE 2014

CASA 11	
COSTO CONVENCIONAL	\$ 331 \$/año
COSTO DE ILUMINACIÓN EFICIENTE	\$ 266 \$/año
COSTO DE INVERSIÓN	\$ 525 \$
COSTO MULTAS	\$/año
Ahorro total	\$ 64.7 \$/año
INVERSIÓN CADA 6 AÑOS	\$ 175
COSTO DE INVERSIÓN POR REPOSICIÓN EQUIVALENTE AÑO 0	\$ 435 \$

VIDA ÚTIL
9000.0 hr
6.2 años

Supuestos de evaluación			
Tipo de cambio	\$	12.90	\$/US\$
Tasa de inflación anual		3.97%	
Tasa de descuento TREMA		10.00%	CORRIENTE
Tasa de descuento TREMA		6.03%	REAL
Tasa de financiamiento		0.00%	
Expectativa de vida		20 años	

FLUJO DE EFECTIVO



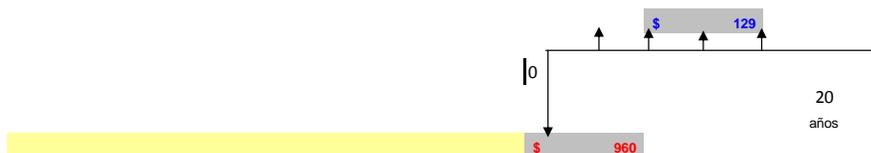
ANÁLISIS DE PREVIABILIDAD ECONÓMICO PESOS CORRIENTES DE 2014

CASA 18	
COSTO CONVENCIONAL	\$ 306 \$/año
COSTO DE ILUMINACIÓN EFICIENTE	\$ 177 \$/año
COSTO DE INVERSIÓN	\$ 525 \$
COSTO MULTAS	\$/año
Ahorro total	\$ 128.7 \$/año
INVERSIÓN CADA 6 AÑOS	\$ 175
COSTO DE INVERSIÓN POR REPOSICIÓN EQUIVALENTE AÑO 0	\$ 435 \$

VIDA ÚTIL
9000.0 hr
6.2 años

Supuestos de evaluación			
Tipo de cambio	\$	12.90	\$/US\$
Tasa de inflación anual		3.97%	
Tasa de descuento TREMA		10.00%	CORRIENTE
Tasa de descuento TREMA		6.03%	REAL
Tasa de financiamiento		0.00%	
Expectativa de vida		20 años	

FLUJO DE EFECTIVO



ANEXO 7

ANÁLISIS DE PREAVIBILIDAD ECONÓMICO PARA PROYECTO CON ILUMINACIÓN EFICIENTE (CONTINUACIÓN)

ANÁLISIS DE PREVIABILIDAD ECONÓMICO		PESOS CORRIENTES DE 2014	
CASA 20			
COSTO CONVENCIONAL	\$	306	\$/año
COSTO DE ILUMINACIÓN EFICIENTE	\$	177	\$/año
COSTO DE INVERSIÓN	\$	278	\$
COSTO MULTAS			\$/año
Ahorro total	\$	129.0	\$/año
INVERSIÓN CADA 6 AÑOS		\$	93
COSTO DE INVERSIÓN POR REPOSICIÓN EQUIVALENTE AÑO 0		\$	230

VIDA ÚTIL
 9000.0 hr
 6.2 años

Supuestos de evaluación			
Tipo de cambio	\$	12.90	\$/US\$
Tasa de inflación anual		3.97%	
Tasa de descuento TREMA		10.00%	CORRIENTE
Tasa de descuento TREMA		6.03%	REAL
Tasa de financiamiento		0.00%	
Expectativa de vida		20 años	

FLUJO DE EFECTIVO



ANÁLISIS DE PREVIABILIDAD ECONÓMICO		PESOS CORRIENTES DE 2014	
CASA 21			
COSTO CONVENCIONAL	\$	760	\$/año
COSTO DE ILUMINACIÓN EFICIENTE	\$	433	\$/año
COSTO DE INVERSIÓN	\$	348	\$
COSTO MULTAS			\$/año
Ahorro total	\$	327.2	\$/año
INVERSIÓN CADA 6 AÑOS		\$	116
COSTO DE INVERSIÓN POR REPOSICIÓN EQUIVALENTE AÑO 0		\$	288

VIDA ÚTIL
 9000.0 hr
 6.2 años

Supuestos de evaluación			
Tipo de cambio	\$	12.90	\$/US\$
Tasa de inflación anual		3.97%	
Tasa de descuento TREMA		10.00%	CORRIENTE
Tasa de descuento TREMA		6.03%	REAL
Tasa de financiamiento		0.00%	
Expectativa de vida		20 años	

FLUJO DE EFECTIVO



ANEXO 7

ANÁLISIS DE PREAVIBILIDAD ECONÓMICO PARA PROYECTO CON ILUMINACIÓN EFICIENTE (CONTINUACIÓN)

ANÁLISIS DE PREVIABILIDAD ECONÓMICO		PESOS CORRIENTES DE 2014	
CASA 28			
COSTO CONVENCIONAL	\$	183	\$/año
COSTO DE ILUMINACIÓN EFICIENTE	\$	111	\$/año
COSTO DE INVERSIÓN	\$	401	\$
COSTO MULTAS			\$/año
Ahorro total	\$	72.4	\$/año
INVERSIÓN CADA 6 AÑOS	\$	134	
COSTO DE INVERSIÓN POR REPOSICIÓN EQUIVALENTE AÑO 0	\$	333	\$

Supuestos de evaluación			
Tipo de cambio	\$	12.90	\$/US\$
Tasa de inflación anual		3.97%	
Tasa de descuento TREMA		10.00%	CORRIENTE
Tasa de descuento TREMA		6.03%	REAL
Tasa de financiamiento		0.00%	
Expectativa de vida		20 años	

VIDA ÚTIL	
9000.0 hr	
6.2 años	

FLUJO DE EFECTIVO



ANÁLISIS DE PREVIABILIDAD ECONÓMICO		PESOS CORRIENTES DE 2014	
CASA 38			
COSTO CONVENCIONAL	\$	964	\$/año
COSTO DE ILUMINACIÓN EFICIENTE	\$	539	\$/año
COSTO DE INVERSIÓN	\$	401	\$
COSTO MULTAS			\$/año
Ahorro total	\$	425.1	\$/año
INVERSIÓN CADA 6 AÑOS	\$	134	
COSTO DE INVERSIÓN POR REPOSICIÓN EQUIVALENTE AÑO 0	\$	333	\$

Supuestos de evaluación			
Tipo de cambio	\$	12.90	\$/US\$
Tasa de inflación anual		3.97%	
Tasa de descuento TREMA		10.00%	CORRIENTE
Tasa de descuento TREMA		6.03%	REAL
Tasa de financiamiento		0.00%	
Expectativa de vida		20 años	

VIDA ÚTIL	
9000.0 hr	
6.2 años	

FLUJO DE EFECTIVO



ANEXO 7

ANÁLISIS DE PREAVIBILIDAD ECONÓMICO PARA PROYECTO CON ILUMINACIÓN EFICIENTE (CONTINUACIÓN)

ANÁLISIS DE PREVIABILIDAD ECONÓMICO PESOS CORRIENTES DE 2014
CASA 42

COSTO CONVENCIONAL	\$	170	\$/año
COSTO DE ILUMINACIÓN EFICIENTE	\$	98	\$/año
COSTO DE INVERSIÓN	\$	477	\$
COSTO MULTAS			\$/año
Ahorro total	\$	72.3	\$/año
<hr/>			
INVERSIÓN CADA 6 AÑOS	\$	159	
COSTO DE INVERSIÓN POR REPOSICIÓN EQUIVALENTE AÑO 0	\$	395	\$

VIDA ÚTIL
9000.0 hr
6.2 años

Supuestos de evaluación

Tipo de cambio	\$	12.90	\$/US\$
Tasa de inflación anual		3.97%	
Tasa de descuento TREMA		10.00%	CORRIENTE
Tasa de descuento TREMA		6.03%	REAL
Tasa de financiamiento		0.00%	
Expectativa de vida		20 años	

FLUJO DE EFECTIVO



ANÁLISIS DE PREVIABILIDAD ECONÓMICO PESOS CORRIENTES DE 2014
CASA 51

COSTO CONVENCIONAL	\$	1,149	\$/año
COSTO DE ILUMINACIÓN EFICIENTE	\$	638	\$/año
COSTO DE INVERSIÓN	\$	477	\$
COSTO MULTAS			\$/año
Ahorro total	\$	511.3	\$/año
<hr/>			
INVERSIÓN CADA 6 AÑOS	\$	159	
COSTO DE INVERSIÓN POR REPOSICIÓN EQUIVALENTE AÑO 0	\$	395	\$

VIDA ÚTIL
9000.0 hr
6.2 años

Supuestos de evaluación

Tipo de cambio	\$	12.90	\$/US\$
Tasa de inflación anual		3.97%	
Tasa de descuento TREMA		10.00%	CORRIENTE
Tasa de descuento TREMA		6.03%	REAL
Tasa de financiamiento		0.00%	
Expectativa de vida		20 años	

FLUJO DE EFECTIVO



ANEXO 7

ANÁLISIS DE PREAVIBILIDAD ECONÓMICO PARA PROYECTO CON ILUMINACIÓN EFICIENTE (CONTINUACIÓN)

ANÁLISIS DE PREVIABILIDAD ECONÓMICO		PESOS CORRIENTES DE 2014	
CASA 54			
COSTO CONVENCIONAL	\$	467	\$/año
COSTO DE ILUMINACIÓN EFICIENTE	\$	277	\$/año
COSTO DE INVERSIÓN	\$	616	\$
COSTO MULTAS			\$/año
Ahorro total	\$	189.5	\$/año
INVERSIÓN CADA 6 AÑOS	\$	205	
COSTO DE INVERSIÓN POR REPOSICIÓN EQUIVALENTE AÑO 0	\$	510	\$

Supuestos de evaluación			
Tipo de cambio	\$	12.90	\$/US\$
Tasa de inflación anual		3.97%	
Tasa de descuento TREMA		10.00%	CORRIENTE
Tasa de descuento TREMA		6.03%	REAL
Tasa de financiamiento		0.00%	
Expectativa de vida		20 años	

VIDA ÚTIL	
9000.0 hr	
6.2 años	

FLUJO DE EFECTIVO



ANÁLISIS DE PREVIABILIDAD ECONÓMICO		PESOS CORRIENTES DE 2014	
CASA 56			
COSTO CONVENCIONAL	\$	585	\$/año
COSTO DE ILUMINACIÓN EFICIENTE	\$	355	\$/año
COSTO DE INVERSIÓN	\$	525	\$
COSTO MULTAS			\$/año
Ahorro total	\$	230.0	\$/año
INVERSIÓN CADA 6 AÑOS	\$	175	
COSTO DE INVERSIÓN POR REPOSICIÓN EQUIVALENTE AÑO 0	\$	435	\$

Supuestos de evaluación			
Tipo de cambio	\$	12.90	\$/US\$
Tasa de inflación anual		3.97%	
Tasa de descuento TREMA		10.00%	CORRIENTE
Tasa de descuento TREMA		6.03%	REAL
Tasa de financiamiento		0.00%	
Expectativa de vida		20 años	

VIDA ÚTIL	
9000.0 hr	
6.2 años	

FLUJO DE EFECTIVO



ANEXO 7

ANÁLISIS DE PREAVIBILIDAD ECONÓMICO PARA PROYECTO CON ILUMINACIÓN EFICIENTE (CONTINUACIÓN)

ANÁLISIS DE PREVIABILIDAD ECONÓMICO		PESOS CORRIENTES DE 2014	
CASA 58			
COSTO CONVENCIONAL	\$	804	\$/año
COSTO DE ILUMINACIÓN EFICIENTE	\$	436	\$/año
COSTO DE INVERSIÓN	\$	530	\$
COSTO MULTAS			\$/año
Ahorro total	\$	367.3	\$/año
INVERSIÓN CADA 6 AÑOS		\$	177
COSTO DE INVERSIÓN POR REPOSICIÓN EQUIVALENTE AÑO 0		\$	439

VIDA ÚTIL
 9000.0 hr
 6.2 años

Supuestos de evaluación			
Tipo de cambio	\$	12.90	\$/US\$
Tasa de inflación anual		3.97%	
Tasa de descuento TREMA		10.00%	CORRIENTE
Tasa de descuento TREMA		6.03%	REAL
Tasa de financiamiento		0.00%	
Expectativa de vida		20 años	

FLUJO DE EFECTIVO



ANÁLISIS DE PREVIABILIDAD ECONÓMICO		PESOS CORRIENTES DE 2014	
CASA 60			
COSTO CONVENCIONAL	\$	2,539	\$/año
COSTO DE ILUMINACIÓN EFICIENTE	\$	1,368	\$/año
COSTO DE INVERSIÓN	\$	434	\$
COSTO MULTAS			\$/año
Ahorro total	\$	1,170.8	\$/año
INVERSIÓN CADA 6 AÑOS		\$	145
COSTO DE INVERSIÓN POR REPOSICIÓN EQUIVALENTE AÑO 0		\$	359

VIDA ÚTIL
 9000.0 hr
 6.2 años

Supuestos de evaluación			
Tipo de cambio	\$	12.90	\$/US\$
Tasa de inflación anual		3.97%	
Tasa de descuento TREMA		10.00%	CORRIENTE
Tasa de descuento TREMA		6.03%	REAL
Tasa de financiamiento		0.00%	
Expectativa de vida		20 años	

FLUJO DE EFECTIVO



ANEXO 7

ANÁLISIS DE PREAVIBILIDAD ECONÓMICO PARA PROYECTO CON ILUMINACIÓN EFICIENTE (CONTINUACIÓN)

ANÁLISIS DE PREVIABILIDAD ECONÓMICO		PESOS CORRIENTES DE 2014	
CASA 61			
COSTO CONVENCIONAL	\$	589	\$/año
COSTO DE ILUMINACIÓN EFICIENTE	\$	362	\$/año
COSTO DE INVERSIÓN	\$	525	\$
COSTO MULTAS			\$/año
Ahorro total	\$	227.0	\$/año
INVERSIÓN CADA 6 AÑOS		\$	175
COSTO DE INVERSIÓN POR REPOSICIÓN EQUIVALENTE AÑO 0		\$	435

Supuestos de evaluación			
Tipo de cambio	\$	12.90	\$/US\$
Tasa de inflación anual		3.97%	
Tasa de descuento TREMA		10.00%	CORRIENTE
Tasa de descuento TREMA		6.03%	REAL
Tasa de financiamiento		0.00%	
Expectativa de vida		20	años

VIDA ÚTIL	
9000.0 hr	
6.2 años	

FLUJO DE EFECTIVO



ANÁLISIS DE PREVIABILIDAD ECONÓMICO		PESOS CORRIENTES DE 2014	
CASA 65			
COSTO CONVENCIONAL	\$	356	\$/año
COSTO DE ILUMINACIÓN EFICIENTE	\$	199	\$/año
COSTO DE INVERSIÓN	\$	616	\$
COSTO MULTAS			\$/año
Ahorro total	\$	157.1	\$/año
INVERSIÓN CADA 6 AÑOS		\$	205
COSTO DE INVERSIÓN POR REPOSICIÓN EQUIVALENTE AÑO 0		\$	510

Supuestos de evaluación			
Tipo de cambio	\$	12.90	\$/US\$
Tasa de inflación anual		3.97%	
Tasa de descuento TREMA		10.00%	CORRIENTE
Tasa de descuento TREMA		6.03%	REAL
Tasa de financiamiento		0.00%	
Expectativa de vida		20	años

VIDA ÚTIL	
9000.0 hr	
6.2 años	

FLUJO DE EFECTIVO



ANEXO 7

ANÁLISIS DE PREAVIBILIDAD ECONÓMICO PARA PROYECTO CON ILUMINACIÓN EFICIENTE (CONTINUACIÓN)

ANÁLISIS DE PREVIABILIDAD ECONÓMICO		PESOS CORRIENTES DE 2014	
CASA 68			
COSTO CONVENCIONAL	\$	101	\$/año
COSTO DE ILUMINACIÓN EFICIENTE	\$	79	\$/año
COSTO DE INVERSIÓN	\$	482	\$
COSTO MULTAS			\$/año
Ahorro total	\$	22.4	\$/año
INVERSIÓN CADA 6 AÑOS	\$	161	
COSTO DE INVERSIÓN POR REPOSICIÓN EQUIVALENTE AÑO 0	\$	399	\$

VIDA ÚTIL

9000.0 hr

6.2 años

Supuestos de evaluación			
Tipo de cambio	\$	12.90	\$/US\$
Tasa de inflación anual		3.97%	
Tasa de descuento TREMA		10.00%	CORRIENTE
Tasa de descuento TREMA		6.03%	REAL
Tasa de financiamiento		0.00%	
Expectativa de vida		20 años	

FLUJO DE EFECTIVO



ANÁLISIS DE PREVIABILIDAD ECONÓMICO		PESOS CORRIENTES DE 2014	
CASA 70			
COSTO CONVENCIONAL	\$	138	\$/año
COSTO DE ILUMINACIÓN EFICIENTE	\$	100	\$/año
COSTO DE INVERSIÓN	\$	300	\$
COSTO MULTAS			\$/año
Ahorro total	\$	38.1	\$/año
INVERSIÓN CADA 6 AÑOS	\$	100	
COSTO DE INVERSIÓN POR REPOSICIÓN EQUIVALENTE AÑO 0	\$	248	\$

VIDA ÚTIL

9000.0 hr

6.2 años

Supuestos de evaluación			
Tipo de cambio	\$	12.90	\$/US\$
Tasa de inflación anual		3.97%	
Tasa de descuento TREMA		10.00%	CORRIENTE
Tasa de descuento TREMA		6.03%	REAL
Tasa de financiamiento		0.00%	
Expectativa de vida		20 años	

FLUJO DE EFECTIVO



ANEXO 8

ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD ECONÓMICA PARA PROYECTO CON CALENTADOR SOLAR DE AGUA

CASA 11

ESQUEMA CALENTADOR SOLAR MONEDA CONSTANTE DE 2014 PESOS ANUAL	ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD para tasa de descuento				
	20	20	20	20	PERIODO
	15.00%	12.00%	10.00%	8.00%	Trema
VPN ahorros	\$10,544	\$12,583	\$14,342	\$16,540	
VPN Inversión inicial	\$ 14,336	\$ 14,336	\$ 14,336	\$ 14,336	\$
Costos Ahorrados	\$ 1,685	\$ 1,685	\$ 1,685	\$ 1,685	\$
Valor presente neto	(\$3,792)	(\$1,753)	\$5	\$2,203	\$
Mensualidad equivalente	(\$606)	(\$235)	\$1	\$224	\$/año
Relación Beneficio - Costo	0.74	0.88	1.00	1.15	
TASA INT. DE RENDIM.	10.01%	10.01%	10.01%	10.01%	TIR
Período de recuperación REAL	NRI	NRI	19.98	14.84	años
Atualidad de la inversión	\$2,290	\$1,919	\$1,684	\$1,460	\$

NRI.- No se recupera la inversión ya que el beneficio es menor al retorno requerido sobre la inversión inicial.

CASA 18

ESQUEMA CALENTADOR SOLAR MONEDA CONSTANTE DE 2014 PESOS ANUAL	ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD para tasa de descuento				
	20	20	20	20	PERIODO
	15.00%	12.00%	10.00%	8.00%	Trema
VPN ahorros	\$2,636	\$3,146	\$3,585	\$4,135	
VPN Inversión inicial	\$ 14,336	\$ 14,336	\$ 14,336	\$ 14,336	\$
Costos Ahorrados	\$ 421	\$ 421	\$ 421	\$ 421	\$
Valor presente neto	(\$11,700)	(\$11,191)	(\$10,751)	(\$10,201)	\$
Mensualidad equivalente	(\$1,869)	(\$1,498)	(\$1,263)	(\$1,039)	\$/año
Relación Beneficio - Costo	0.18	0.22	0.25	0.29	
TASA INT. DE RENDIM.	-4.61%	-4.61%	-4.61%	-4.61%	TIR
Período de recuperación REAL	NRI	NRI	NRI	NRI	años
Atualidad de la inversión	\$2,290	\$1,919	\$1,684	\$1,460	\$
RESULTADO DE LA EVALUACIÓN ECONÓMICA	NO VIABLE	NO VIABLE	NO VIABLE	NO VIABLE	

NRI.- No se recupera la inversión ya que el beneficio es menor al retorno requerido sobre la inversión inicial.

CASA 20

ESQUEMA CALENTADOR SOLAR MONEDA CONSTANTE DE 2014 PESOS ANUAL	ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD para tasa de descuento				
	20	20	20	20	PERIODO
	15.00%	12.00%	10.00%	8.00%	Trema
VPN ahorros	\$6,594	\$7,869	\$8,969	\$10,343	
VPN Inversión inicial	\$ 14,336	\$ 14,336	\$ 14,336	\$ 14,336	\$
Costos Ahorrados	\$ 1,053	\$ 1,053	\$ 1,053	\$ 1,053	\$
Valor presente neto	(\$7,742)	(\$6,468)	(\$5,368)	(\$3,993)	\$
Mensualidad equivalente	(\$1,237)	(\$866)	(\$630)	(\$407)	\$/año
Relación Beneficio - Costo	0.46	0.55	0.63	0.72	
TASA INT. DE RENDIM.	3.98%	3.98%	3.98%	3.98%	TIR
Período de recuperación REAL	NRI	NRI	NRI	NRI	años
Atualidad de la inversión	\$2,290	\$1,919	\$1,684	\$1,460	\$

NRI.- No se recupera la inversión ya que el beneficio es menor al retorno requerido sobre la inversión inicial.

ANEXO 8

ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD ECONÓMICA PARA PROYECTO CON CALENTADOR SOLAR DE AGUA (CONTINUACIÓN)

CASA 21

ESQUEMA CALENTADOR SOLAR MONEDA CONSTANTE DE 2014 PESOS ANUAL	ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD para tasa de descuento				
	20	20	20	20	PERIODO
	15.00%	12.00%	10.00%	8.00%	Trema
VPN ahorros	\$3,650	\$4,356	\$4,965	\$5,726	
VPN Inversión inicial	\$ 14,336	\$ 14,336	\$ 14,336	\$ 14,336	\$
Costos Ahorrados	\$ 583	\$ 583	\$ 583	\$ 583	\$
Valor presente neto	(\$10,686)	(\$9,980)	(\$9,372)	(\$8,611)	\$
Mensualidad equivalente	(\$1,707)	(\$1,336)	(\$1,101)	(\$877)	\$/año
Relación Beneficio - Costo	0.25	0.30	0.35	0.40	
TASA INT. DE RENDIM.	-1.89%	-1.89%	-1.89%	-1.89%	TIR
Período de recuperación REAL	NRI	NRI	NRI	NRI	años
Anuilidad de la inversión	\$2,290	\$1,919	\$1,684	\$1,460	\$

NRI.- No se recupera la inversión ya que el beneficio es menor al retorno requerido sobre la inversión inicial.

CASA 28

ESQUEMA CALENTADOR SOLAR MONEDA CONSTANTE DE 2014 PESOS ANUAL	ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD para tasa de descuento				
	20	20	20	20	PERIODO
	15.00%	12.00%	10.00%	8.00%	Trema
VPN ahorros	\$6,594	\$7,869	\$8,969	\$10,343	
VPN Inversión inicial	\$ 14,336	\$ 14,336	\$ 14,336	\$ 14,336	\$
Costos Ahorrados	\$ 1,053	\$ 1,053	\$ 1,053	\$ 1,053	\$
Valor presente neto	(\$7,742)	(\$6,468)	(\$5,368)	(\$3,993)	\$
Mensualidad equivalente	(\$1,237)	(\$866)	(\$630)	(\$407)	\$/año
Relación Beneficio - Costo	0.46	0.55	0.63	0.72	
TASA INT. DE RENDIM.	3.98%	3.98%	3.98%	3.98%	TIR
Período de recuperación REAL	NRI	NRI	NRI	NRI	años
Anuilidad de la inversión	\$2,290	\$1,919	\$1,684	\$1,460	\$

NRI.- No se recupera la inversión ya que el beneficio es menor al retorno requerido sobre la inversión inicial.

CASA 38

ESQUEMA CALENTADOR SOLAR MONEDA CONSTANTE DE 2014 PESOS ANUAL	ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD para tasa de descuento				
	20	20	20	20	PERIODO
	15.00%	12.00%	10.00%	8.00%	Trema
VPN ahorros	\$7,505	\$8,956	\$10,208	\$11,772	
VPN Inversión inicial	\$ 14,336	\$ 14,336	\$ 14,336	\$ 14,336	\$
Costos Ahorrados	\$ 1,199	\$ 1,199	\$ 1,199	\$ 1,199	\$
Valor presente neto	(\$6,832)	(\$5,381)	(\$4,129)	(\$2,565)	\$
Mensualidad equivalente	(\$1,091)	(\$720)	(\$485)	(\$261)	\$/año
Relación Beneficio - Costo	0.52	0.62	0.71	0.82	
TASA INT. DE RENDIM.	5.49%	5.49%	5.49%	5.49%	TIR
Período de recuperación REAL	NRI	NRI	NRI	40.76	años
Anuilidad de la inversión	\$2,290	\$1,919	\$1,684	\$1,460	\$

NRI.- No se recupera la inversión ya que el beneficio es menor al retorno requerido sobre la inversión inicial.

ANEXO 8

ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD ECONÓMICA PARA PROYECTO CON CALENTADOR SOLAR DE AGUA (CONTINUACIÓN)

CASA 42					
ESQUEMA CALENTADOR SOLAR					
MONEDA CONSTANTE DE 2014 PESOS					
ANUAL					
ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD para tasa de descuento					
	20	20	20	20	PERIODO
	15.00%	12.00%	10.00%	8.00%	Trema
VPN ahorros	\$15,817	\$18,874	\$21,513	\$24,809	
VPN Inversión inicial	\$ 14,336	\$ 14,336	\$ 14,336	\$ 14,336	\$
Costos Ahorrados	\$ 2,527	\$ 2,527	\$ 2,527	\$ 2,527	\$
Valor presente neto	\$1,480	\$4,538	\$7,176	\$10,473	\$
Mensualidad equivalente	\$236	\$608	\$843	\$1,067	\$/año
Relación Beneficio - Costo	1.10	1.32	1.50	1.73	
TASA INT. DE RENDIM.	16.84%	16.84%	16.84%	16.84%	TIR
Período de recuperación REAL	13.62	10.08	8.79	7.86	años
Atualidad de la inversión	\$2,290	\$1,919	\$1,684	\$1,460	\$

CASA 51					
ESQUEMA CALENTADOR SOLAR					
MONEDA CONSTANTE DE 2014 PESOS					
ANUAL					
ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD para tasa de descuento					
	20	20	20	20	PERIODO
	15.00%	12.00%	10.00%	8.00%	Trema
VPN ahorros	\$15,176	\$18,110	\$20,642	\$23,805	
VPN Inversión inicial	\$ 14,336	\$ 14,336	\$ 14,336	\$ 14,336	\$
Costos Ahorrados	\$ 2,425	\$ 2,425	\$ 2,425	\$ 2,425	\$
Valor presente neto	\$840	\$3,774	\$6,306	\$9,469	\$
Mensualidad equivalente	\$134	\$505	\$741	\$964	\$/año
Relación Beneficio - Costo	1.06	1.26	1.44	1.66	
TASA INT. DE RENDIM.	16.05%	16.05%	16.05%	16.05%	TIR
Período de recuperación REAL	15.60	10.91	9.39	8.32	años
Atualidad de la inversión	\$2,290	\$1,919	\$1,684	\$1,460	\$

CASA 54					
ESQUEMA CALENTADOR SOLAR					
MONEDA CONSTANTE DE 2014 PESOS					
ANUAL					
ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD para tasa de descuento					
	20	20	20	20	PERIODO
	15.00%	12.00%	10.00%	8.00%	Trema
VPN ahorros	\$5,272	\$6,292	\$7,171	\$8,270	
VPN Inversión inicial	\$ 14,336	\$ 14,336	\$ 14,336	\$ 14,336	\$
Costos Ahorrados	\$ 842	\$ 842	\$ 842	\$ 842	\$
Valor presente neto	(\$9,064)	(\$8,045)	(\$7,165)	(\$6,067)	\$
Mensualidad equivalente	(\$1,448)	(\$1,077)	(\$842)	(\$618)	\$/año
Relación Beneficio - Costo	0.37	0.44	0.50	0.58	
TASA INT. DE RENDIM.	1.59%	1.59%	1.59%	1.59%	TIR
Período de recuperación REAL	NRI	NRI	NRI	NRI	años
Atualidad de la inversión	\$2,290	\$1,919	\$1,684	\$1,460	\$

NRI.- No se recupera la inversión ya que el beneficio es menor al retorno requerido sobre la inversión inicial.

ANEXO 8

ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD ECONÓMICA PARA PROYECTO CON CALENTADOR SOLAR DE AGUA (CONTINUACIÓN)

CASA 56

ESQUEMA CALENTADOR SOLAR MONEDA CONSTANTE DE 2014 PESOS ANUAL	ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD para tasa de descuento				
	20	20	20	20	PERIODO
	15.00%	12.00%	10.00%	8.00%	Trema
VPN ahorros	\$4,945	\$5,902	\$6,727	\$7,757	
VPN Inversión inicial	\$ 14,336	\$ 14,336	\$ 14,336	\$ 14,336	\$
Costos Ahorrados	\$ 790	\$ 790	\$ 790	\$ 790	\$
Valor presente neto	(\$9,391)	(\$8,435)	(\$7,610)	(\$6,579)	\$
Mensualidad equivalente	(\$1,500)	(\$1,129)	(\$894)	(\$670)	\$/año
Relación Beneficio - Costo	0.34	0.41	0.47	0.54	
TASA INT. DE RENDIM.	0.95%	0.95%	0.95%	0.95%	TIR
Período de recuperación REAL	NRI	NRI	NRI	NRI	años
Atualidad de la inversión	\$2,290	\$1,919	\$1,684	\$1,460	\$

NRI.- No se recupera la inversión ya que el beneficio es menor al retorno requerido sobre la inversión inicial.

CASA 58

ESQUEMA CALENTADOR SOLAR MONEDA CONSTANTE DE 2014 PESOS ANUAL	ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD para tasa de descuento				
	20	20	20	20	PERIODO
	15.00%	12.00%	10.00%	8.00%	Trema
VPN ahorros	\$10,544	\$12,583	\$14,342	\$16,540	
VPN Inversión inicial	\$ 14,336	\$ 14,336	\$ 14,336	\$ 14,336	\$
Costos Ahorrados	\$ 1,685	\$ 1,685	\$ 1,685	\$ 1,685	\$
Valor presente neto	(\$3,792)	(\$1,753)	\$5	\$2,203	\$
Mensualidad equivalente	(\$606)	(\$235)	\$1	\$224	\$/año
Relación Beneficio - Costo	0.74	0.88	1.00	1.15	
TASA INT. DE RENDIM.	10.01%	10.01%	10.01%	10.01%	TIR
Período de recuperación REAL	NRI	NRI	19.98	14.84	años
Atualidad de la inversión	\$2,290	\$1,919	\$1,684	\$1,460	\$

NRI.- No se recupera la inversión ya que el beneficio es menor al retorno requerido sobre la inversión inicial.

CASA 60

ESQUEMA CALENTADOR SOLAR MONEDA CONSTANTE DE 2014 PESOS ANUAL	ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD para tasa de descuento				
	20	20	20	20	PERIODO
	15.00%	12.00%	10.00%	8.00%	Trema
VPN ahorros	\$17,511	\$20,897	\$23,818	\$27,468	
VPN Inversión inicial	\$ 14,336	\$ 14,336	\$ 14,336	\$ 14,336	\$
Costos Ahorrados	\$ 2,798	\$ 2,798	\$ 2,798	\$ 2,798	\$
Valor presente neto	\$3,175	\$6,560	\$9,481	\$13,131	\$
Mensualidad equivalente	\$507	\$878	\$1,114	\$1,337	\$/año
Relación Beneficio - Costo	1.22	1.46	1.66	1.92	
TASA INT. DE RENDIM.	18.90%	18.90%	18.90%	18.90%	TIR
Período de recuperación REAL	10.47	8.42	7.54	6.85	años
Atualidad de la inversión	\$2,290	\$1,919	\$1,684	\$1,460	\$

ANEXO 8

ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD ECONÓMICA PARA PROYECTO CON CALENTADOR SOLAR DE AGUA (CONTINUACIÓN)

CASA 61					
ESQUEMA CALENTADOR SOLAR MONEDA CONSTANTE DE 2014 PESOS ANUAL					
ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD para tasa de descuento					
	20 15.00%	20 12.00%	20 10.00%	20 8.00%	PERIODO Trema
VPN ahorros	\$2,919	\$3,483	\$3,970	\$4,578	
VPN Inversión inicial	\$ 14,336	\$ 14,336	\$ 14,336	\$ 14,336	\$
Costos Ahorrados	\$ 466	\$ 466	\$ 466	\$ 466	\$
Valor presente neto	(\$11,418)	(\$10,854)	(\$10,367)	(\$9,758)	\$
Mensualidad equivalente	(\$1,824)	(\$1,453)	(\$1,218)	(\$994)	\$/año
Relación Beneficio - Costo	0.20	0.24	0.28	0.32	
TASA INT. DE RENDIM.	-3.79%	-3.79%	-3.79%	-3.79%	TIR
Período de recuperación REAL	NRI	NRI	NRI	NRI	años
Anualidad de la inversión	\$2,290	\$1,919	\$1,684	\$1,460	\$

NRI.- No se recupera la inversión ya que el beneficio es menor al retorno requerido sobre la inversión inicial.

CASA 65					
ESQUEMA CALENTADOR SOLAR MONEDA CONSTANTE DE 2014 PESOS ANUAL					
ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD para tasa de descuento					
	20 15.00%	20 12.00%	20 10.00%	20 8.00%	PERIODO Trema
VPN ahorros	\$5,272	\$6,292	\$7,171	\$8,270	
VPN Inversión inicial	\$ 14,336	\$ 14,336	\$ 14,336	\$ 14,336	\$
Costos Ahorrados	\$ 842	\$ 842	\$ 842	\$ 842	\$
Valor presente neto	(\$9,064)	(\$8,045)	(\$7,165)	(\$6,067)	\$
Mensualidad equivalente	(\$1,448)	(\$1,077)	(\$842)	(\$618)	\$/año
Relación Beneficio - Costo	0.37	0.44	0.50	0.58	
TASA INT. DE RENDIM.	1.59%	1.59%	1.59%	1.59%	TIR
Período de recuperación REAL	NRI	NRI	NRI	NRI	años
Anualidad de la inversión	\$2,290	\$1,919	\$1,684	\$1,460	\$

NRI.- No se recupera la inversión ya que el beneficio es menor al retorno requerido sobre la inversión inicial.

CASA 68					
ESQUEMA CALENTADOR SOLAR MONEDA CONSTANTE DE 2014 PESOS ANUAL					
ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD para tasa de descuento					
	20 15.00%	20 12.00%	20 10.00%	20 8.00%	PERIODO Trema
VPN ahorros	\$5,649	\$6,741	\$7,683	\$8,860	
VPN Inversión inicial	\$ 14,336	\$ 14,336	\$ 14,336	\$ 14,336	\$
Costos Ahorrados	\$ 902	\$ 902	\$ 902	\$ 902	\$
Valor presente neto	(\$8,688)	(\$7,596)	(\$6,653)	(\$5,476)	\$
Mensualidad equivalente	(\$1,388)	(\$1,017)	(\$781)	(\$558)	\$/año
Relación Beneficio - Costo	0.39	0.47	0.54	0.62	
TASA INT. DE RENDIM.	2.30%	2.30%	2.30%	2.30%	TIR
Período de recuperación REAL	NRI	NRI	NRI	NRI	años
Anualidad de la inversión	\$2,290	\$1,919	\$1,684	\$1,460	\$

NRI.- No se recupera la inversión ya que el beneficio es menor al retorno requerido sobre la inversión inicial.

ANEXO 8

ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD ECONÓMICA PARA PROYECTO CON CALENTADOR SOLAR DE AGUA (CONTINUACIÓN)

CASA 70					
ESQUEMA CALENTADOR SOLAR					
<i>MONEDA CONSTANTE DE 2014 PESOS</i>					
<i>ANUAL</i>					
ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD para tasa de descuento					
	20 15.00%	20 12.00%	20 10.00%	20 8.00%	<i>PERIODO</i> <i>Trema</i>
VPN ahorros	\$18,641	\$22,245	\$25,354	\$29,240	
VPN Inversión inicial	\$ 14,336	\$ 14,336	\$ 14,336	\$ 14,336	\$
Costos Ahorrados	\$ 2,978	\$ 2,978	\$ 2,978	\$ 2,978	\$
Valor presente neto	\$4,305	\$7,909	\$11,018	\$14,903	\$
Mensualidad equivalente	\$688	\$1,059	\$1,294	\$1,518	\$/año
Relación Beneficio - Costo	1.30	1.55	1.77	2.04	
TASA INT. DE RENDIM.	20.25%	20.25%	20.25%	20.25%	TIR
Período de recuperación REAL	9.16	7.61	6.89	6.32	años
Anualidad de la inversión	\$2,290	\$1,919	\$1,684	\$1,460	\$

NRI.- No se recupera la inversión ya que el beneficio es menor al retorno requerido sobre la inversión inicial.

ANEXO 9

ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD ECONÓMICA PARA PROYECTO CON ILUMINACIÓN EFICIENTE

CASA 11

ESQUEMA SUSTITUCIÓN DE FOCOS MONEDA CONSTANTE DE 2014 PESOS ANUAL	ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD para tasa de descuento				
	20	20	20	20	PERIODO
	15.00%	12.00%	10.00%	8.00%	Trema
VPN ahorros	\$405	\$483	\$551	\$635	
VPN Inversión inicial	\$ 960	\$ 960	\$ 960	\$ 960	\$
Costos Ahorrados	\$ 65	\$ 65	\$ 65	\$ 65	\$
Valor presente neto	(\$555)	(\$476)	(\$409)	(\$324)	\$
Mensualidad equivalente	(\$89)	(\$64)	(\$48)	(\$33)	\$/año
Relación Beneficio - Costo	0.42	0.50	0.57	0.66	
TASA INT. DE RENDIM.	3.03%	3.03%	3.03%	3.03%	TIR
Período de recuperación simple	NRI	NRI	NRI	NRI	años
Atualidad de la inversión	\$153	\$128	\$113	\$98	\$

NRI.- No se recupera la inversión ya que el beneficio es menor al retorno requerido sobre la inversión inicial.

CASA 18

ESQUEMA SUSTITUCIÓN DE FOCOS MONEDA CONSTANTE DE 2014 PESOS ANUAL	ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD para tasa de descuento				
	20	20	20	20	PERIODO
	15.00%	12.00%	10.00%	8.00%	Trema
VPN ahorros	\$805	\$961	\$1,095	\$1,263	
VPN Inversión inicial	\$ 960	\$ 960	\$ 960	\$ 960	\$
Costos Ahorrados	\$ 129	\$ 129	\$ 129	\$ 129	\$
Valor presente neto	(\$154)	\$1	\$136	\$304	\$
Mensualidad equivalente	(\$25)	\$0	\$16	\$31	\$/año
Relación Beneficio - Costo	0.84	1.00	1.14	1.32	
TASA INT. DE RENDIM.	12.02%	12.02%	12.02%	12.02%	TIR
Período de recuperación simple	NRI	19.89	14.37	11.80	años
Atualidad de la inversión	\$153.31	\$128.47	\$112.71	\$97.74	\$

NRI.- No se recupera la inversión ya que el beneficio es menor al retorno requerido sobre la inversión inicial.

CASA 20

ESQUEMA SUSTITUCIÓN DE FOCOS MONEDA CONSTANTE DE 2014 PESOS ANUAL	ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD para tasa de descuento				
	20	20	20	20	PERIODO
	15.00%	12.00%	10.00%	8.00%	Trema
VPN ahorros	\$808	\$964	\$1,098	\$1,267	
VPN Inversión inicial	\$ 508	\$ 508	\$ 508	\$ 508	\$
Costos Ahorrados	\$ 129	\$ 129	\$ 129	\$ 129	\$
Valor presente neto	\$299	\$455	\$590	\$758	\$
Mensualidad equivalente	\$48	\$61	\$69	\$77	\$/año
Relación Beneficio - Costo	1.59	1.90	2.16	2.49	
TASA INT. DE RENDIM.	25.09%	25.09%	25.09%	25.09%	TIR
Período de recuperación real	6.40	5.65	5.26	4.92	años
Atualidad de la inversión	\$81.23	\$68.07	\$59.72	\$51.79	\$

ANEXO 9

ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD ECONÓMICA PARA PROYECTO CON ILUMINACIÓN EFICIENTE (CONTINUACIÓN)

CASA 21

ESQUEMA SUSTITUCIÓN DE FOCOS MONEDA CONSTANTE DE 2014 PESOS ANUAL	ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD para tasa de descuento				
	20	20	20	20	PERIODO
	15.00%	12.00%	10.00%	8.00%	Trema
VPN ahorros	\$2,048	\$2,444	\$2,785	\$3,212	
VPN Inversión inicial	\$ 636	\$ 636	\$ 636	\$ 636	\$
Costos Ahorrados	\$ 327	\$ 327	\$ 327	\$ 327	\$
Valor presente neto	\$1,412	\$1,808	\$2,150	\$2,576	\$
Mensualidad equivalente	\$226	\$242	\$252	\$262	\$/año
Relación Beneficio - Costo	3.22	3.84	4.38	5.05	
TASA INT. DE RENDIM.	51.44%	51.44%	51.44%	51.44%	TIR
Período de recuperación simple	2.47	2.34	2.27	2.20	años
Atualidad de la inversión	\$101.59	\$85.13	\$74.69	\$64.76	\$

CASA 28

ESQUEMA SUSTITUCIÓN DE FOCOS MONEDA CONSTANTE DE 2014 PESOS ANUAL	ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD para tasa de descuento				
	20	20	20	20	PERIODO
	15.00%	12.00%	10.00%	8.00%	Trema
VPN ahorros	\$453	\$541	\$616	\$711	
VPN Inversión inicial	\$ 734	\$ 734	\$ 734	\$ 734	\$
Costos Ahorrados	\$ 72	\$ 72	\$ 72	\$ 72	\$
Valor presente neto	(\$281)	(\$193)	(\$118)	(\$23)	\$
Mensualidad equivalente	(\$45)	(\$26)	(\$14)	(\$2)	\$/año
Relación Beneficio - Costo	0.62	0.74	0.84	0.97	
TASA INT. DE RENDIM.	7.57%	7.57%	7.57%	7.57%	TIR
Período de recuperación simple	NRI	NRI	NRI	21.68	años
Atualidad de la inversión	\$117.27	\$98.27	\$86.22	\$74.76	\$

NRI.- No se recupera la inversión ya que el beneficio es menor al retorno requerido sobre la inversión inicial.

CASA 38

ESQUEMA SUSTITUCIÓN DE FOCOS MONEDA CONSTANTE DE 2014 PESOS ANUAL	ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD para tasa de descuento				
	20	20	20	20	PERIODO
	15.00%	12.00%	10.00%	8.00%	Trema
VPN ahorros	\$2,661	\$3,176	\$3,619	\$4,174	
VPN Inversión inicial	\$ 734	\$ 734	\$ 734	\$ 734	\$
Costos Ahorrados	\$ 425	\$ 425	\$ 425	\$ 425	\$
Valor presente neto	\$1,927	\$2,442	\$2,885	\$3,440	\$
Mensualidad equivalente	\$308	\$327	\$339	\$350	\$/año
Relación Beneficio - Costo	3.63	4.33	4.93	5.69	
TASA INT. DE RENDIM.	57.91%	57.91%	57.91%	57.91%	TIR
Período de recuperación simple	2.14	2.05	1.99	1.93	años
Atualidad de la inversión	\$117.27	\$98.27	\$86.22	\$74.76	\$

ANEXO 9

ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD ECONÓMICA PARA PROYECTO CON ILUMINACIÓN EFICIENTE (CONTINUACIÓN)

CASA 42

ESQUEMA SUSTITUCIÓN DE FOCOS MONEDA CONSTANTE DE 2014 PESOS ANUAL	ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD para tasa de descuento				
	20	20	20	20	PERIODO
	15.00%	12.00%	10.00%	8.00%	Trema
VPN ahorros	\$452	\$540	\$615	\$710	
VPN Inversión inicial	\$ 872	\$ 872	\$ 872	\$ 872	\$
Costos Ahorrados	\$ 72	\$ 72	\$ 72	\$ 72	\$
Valor presente neto	(\$419)	(\$332)	(\$256)	(\$162)	\$
Mensualidad equivalente	(\$67)	(\$44)	(\$30)	(\$17)	\$/año
Relación Beneficio - Costo	0.52	0.62	0.71	0.81	
TASA INT. DE RENDIM.	5.39%	5.39%	5.39%	5.39%	TIR
Período de recuperación simple	NRI	NRI	NRI	43.55	años
A anualidad de la inversión	\$139.28	\$116.72	\$102.40	\$88.79	\$

NRI.- No se recupera la inversión ya que el beneficio es menor al retorno requerido sobre la inversión inicial.

CASA 51

ESQUEMA SUSTITUCIÓN DE FOCOS MONEDA CONSTANTE DE 2014 PESOS ANUAL	ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD para tasa de descuento				
	20	20	20	20	PERIODO
	15.00%	12.00%	10.00%	8.00%	Trema
VPN ahorros	\$3,200	\$3,819	\$4,353	\$5,020	
VPN Inversión inicial	\$ 872	\$ 872	\$ 872	\$ 872	\$
Costos Ahorrados	\$ 511	\$ 511	\$ 511	\$ 511	\$
Valor presente neto	\$2,329	\$2,947	\$3,481	\$4,148	\$
Mensualidad equivalente	\$372	\$395	\$409	\$422	\$/año
Relación Beneficio - Costo	3.67	4.38	4.99	5.76	
TASA INT. DE RENDIM.	58.64%	58.64%	58.64%	58.64%	TIR
Período de recuperación real	2.11	2.02	1.96	1.91	años
A anualidad de la inversión	\$139.28	\$116.72	\$102.40	\$88.79	\$

CASA 54

ESQUEMA SUSTITUCIÓN DE FOCOS MONEDA CONSTANTE DE 2014 PESOS ANUAL	ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD para tasa de descuento				
	20	20	20	20	PERIODO
	15.00%	12.00%	10.00%	8.00%	Trema
VPN ahorros	\$1,186	\$1,415	\$1,613	\$1,860	
VPN Inversión inicial	\$ 1,126	\$ 1,126	\$ 1,126	\$ 1,126	\$
Costos Ahorrados	\$ 189	\$ 189	\$ 189	\$ 189	\$
Valor presente neto	\$60	\$289	\$487	\$734	\$
Mensualidad equivalente	\$10	\$39	\$57	\$75	\$/año
Relación Beneficio - Costo	1.05	1.26	1.43	1.65	
TASA INT. DE RENDIM.	15.96%	15.96%	15.96%	15.96%	TIR
Período de recuperación simple	15.88	11.02	9.46	8.38	años
A anualidad de la inversión	\$179.90	\$150.75	\$132.26	\$114.69	\$

ANEXO 9

ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD ECONÓMICA PARA PROYECTO CON ILUMINACIÓN EFICIENTE (CONTINUACIÓN)

CASA 56

ESQUEMA SUSTITUCIÓN DE FOCOS MONEDA CONSTANTE DE 2014 PESOS ANUAL	ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD para tasa de descuento				
	20	20	20	20	PERIODO
	15.00%	12.00%	10.00%	8.00%	Trema
VPN ahorros	\$1,439	\$1,718	\$1,958	\$2,258	
VPN Inversión inicial	\$ 960	\$ 960	\$ 960	\$ 960	\$
Costos Ahorrados	\$ 230	\$ 230	\$ 230	\$ 230	\$
Valor presente neto	\$480	\$758	\$998	\$1,298	\$
Mensualidad equivalente	\$77	\$101	\$117	\$132	\$/año
Relación Beneficio - Costo	1.50	1.79	2.04	2.35	
TASA INT. DE RENDIM.	23.62%	23.62%	23.62%	23.62%	TIR
Período de recuperación simple	7.04	6.13	5.67	5.28	años
A anualidad de la inversión	\$153.31	\$128.47	\$112.71	\$97.74	\$

CASA 58

ESQUEMA SUSTITUCIÓN DE FOCOS MONEDA CONSTANTE DE 2014 PESOS ANUAL	ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD para tasa de descuento				
	20	20	20	20	PERIODO
	15.00%	12.00%	10.00%	8.00%	Trema
VPN ahorros	\$2,299	\$2,744	\$3,127	\$3,607	
VPN Inversión inicial	\$ 969	\$ 969	\$ 969	\$ 969	\$
Costos Ahorrados	\$ 367	\$ 367	\$ 367	\$ 367	\$
Valor presente neto	\$1,331	\$1,775	\$2,159	\$2,638	\$
Mensualidad equivalente	\$213	\$238	\$254	\$269	\$/año
Relación Beneficio - Costo	2.37	2.83	3.23	3.72	
TASA INT. DE RENDIM.	37.86%	37.86%	37.86%	37.86%	TIR
Período de recuperación simple	3.60	3.36	3.21	3.08	años
A anualidad de la inversión	\$154.77	\$129.69	\$113.79	\$98.67	\$

CASA 60

ESQUEMA SUSTITUCIÓN DE FOCOS MONEDA CONSTANTE DE 2014 PESOS ANUAL	ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD para tasa de descuento				
	20	20	20	20	PERIODO
	15.00%	12.00%	10.00%	8.00%	Trema
VPN ahorros	\$7,329	\$8,745	\$9,968	\$11,495	
VPN Inversión inicial	\$ 793	\$ 793	\$ 793	\$ 793	\$
Costos Ahorrados	\$ 1,171	\$ 1,171	\$ 1,171	\$ 1,171	\$
Valor presente neto	\$6,535	\$7,952	\$9,175	\$10,702	\$
Mensualidad equivalente	\$1,044	\$1,065	\$1,078	\$1,090	\$/año
Relación Beneficio - Costo	9.24	11.03	12.57	14.49	
TASA INT. DE RENDIM.	147.62%	147.62%	147.62%	147.62%	TIR
Período de recuperación simple	0.77	0.75	0.74	0.72	años
A anualidad de la inversión	\$126.72	\$106.19	\$93.16	\$80.78	\$

ANEXO 9

ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD ECONÓMICA PARA PROYECTO CON ILUMINACIÓN EFICIENTE (CONTINUACIÓN)

CASA 61					
ESQUEMA SUSTITUCIÓN DE FOCOS MONEDA CONSTANTE DE 2014 PESOS ANUAL					
ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD para tasa de descuento					
	20 15.00%	20 12.00%	20 10.00%	20 8.00%	PERIODO Trema
VPN ahorros	\$1,421	\$1,696	\$1,933	\$2,229	
VPN Inversión inicial	\$ 960	\$ 960	\$ 960	\$ 960	\$
Costos Ahorrados	\$ 227	\$ 227	\$ 227	\$ 227	\$
Valor presente neto	\$461	\$736	\$973	\$1,269	\$
Mensualidad equivalente	\$74	\$99	\$114	\$129	\$/año
Relación Beneficio - Costo	1.48	1.77	2.01	2.32	
TASA INT. DE RENDIM.	23.30%	23.30%	23.30%	23.30%	TIR
Período de recuperación simple	7.19	6.25	5.76	5.36	años
Atualidad de la inversión	\$153.31	\$128.47	\$112.71	\$97.74	\$

CASA 65					
ESQUEMA SUSTITUCIÓN DE FOCOS MONEDA CONSTANTE DE 2014 PESOS ANUAL					
ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD para tasa de descuento					
	20 15.00%	20 12.00%	20 10.00%	20 8.00%	PERIODO Trema
VPN ahorros	\$983	\$1,174	\$1,338	\$1,543	
VPN Inversión inicial	\$ 1,126	\$ 1,126	\$ 1,126	\$ 1,126	\$
Costos Ahorrados	\$ 157	\$ 157	\$ 157	\$ 157	\$
Valor presente neto	(\$143)	\$48	\$212	\$417	\$
Mensualidad equivalente	(\$23)	\$6	\$25	\$42	\$/año
Relación Beneficio - Costo	0.87	1.04	1.19	1.37	
TASA INT. DE RENDIM.	12.67%	12.67%	12.67%	12.67%	TIR
Período de recuperación simple	NRI	17.35	13.23	11.07	años
Atualidad de la inversión	\$179.90	\$150.75	\$132.26	\$114.69	\$

NRI.- No se recupera la inversión ya que el beneficio es menor al retorno requerido sobre la inversión inicial.

CASA 68					
ESQUEMA SUSTITUCIÓN DE FOCOS MONEDA CONSTANTE DE 2014 PESOS ANUAL					
ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD para tasa de descuento					
	20 15.00%	20 12.00%	20 10.00%	20 8.00%	PERIODO Trema
VPN ahorros	\$140	\$167	\$190	\$220	
VPN Inversión inicial	\$ 881	\$ 881	\$ 881	\$ 881	\$
Costos Ahorrados	\$ 22	\$ 22	\$ 22	\$ 22	\$
Valor presente neto	(\$741)	(\$714)	(\$691)	(\$661)	\$
Mensualidad equivalente	(\$118)	(\$96)	(\$81)	(\$67)	\$/año
Relación Beneficio - Costo	0.16	0.19	0.22	0.25	
TASA INT. DE RENDIM.	-5.74%	-5.74%	-5.74%	-5.74%	TIR
Período de recuperación simple	NRI	NRI	NRI	NRI	años
Atualidad de la inversión	\$140.74	\$117.94	\$103.48	\$89.73	\$

NRI.- No se recupera la inversión ya que el beneficio es menor al retorno requerido sobre la inversión inicial.

ANEXO 9

ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD ECONÓMICA PARA PROYECTO CON ILUMINACIÓN EFICIENTE (CONTINUACIÓN)

CASA 70					
ESQUEMA SUSTITUCIÓN DE FOCOS MONEDA CONSTANTE DE 2014 PESOS ANUAL	ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD para tasa de descuento				
	20	20	20	20	PERIODO
	15.00%	12.00%	10.00%	8.00%	Trema
VPN ahorros	\$238	\$284	\$324	\$374	
VPN Inversión inicial	\$ 548	\$ 548	\$ 548	\$ 548	\$
Costos Ahorrados	\$ 38	\$ 38	\$ 38	\$ 38	\$
Valor presente neto	(\$310)	(\$264)	(\$224)	(\$174)	\$
Mensualidad equivalente	(\$49)	(\$35)	(\$26)	(\$18)	\$/año
Relación Beneficio - Costo	0.43	0.52	0.59	0.68	
TASA INT. DE RENDIM.	3.36%	3.36%	3.36%	3.36%	TIR
Período de recuperación simple	NRI	NRI	NRI	NRI	años
Anualidad de la inversión	\$87.56	\$73.38	\$64.38	\$55.82	\$

NRI.- No se recupera la inversión ya que el beneficio es menor al retorno requerido sobre la inversión inicial.

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1.1	Clasificación de la vivienda por costo promedio	17
Tabla 1.1.2	Clasificación por número de viviendas por lote	18
Tabla 1.4.1	Características principales entre lámparas ahorradoras e incandescentes	42
Tabla 1.4.2	Límites de eficacia luminosa para las Lámparas Fluorescentes Compactas Autobalastradas sin envolvente	43
Tabla 1.4.3	Límites de eficacia luminosa para las Lámparas Fluorescentes Compactas Autobalastradas con envolvente	43
Tabla 1.4.4	Límites de eficacia luminosa para las Lámparas Fluorescentes Compactas Autobalastradas con reflector	44
Tabla 1.4.5	Eficacia luminosa mínima para lámparas de LED integradas y omnidireccionales con forma de bulbo A, BT, P, PS y T	45
Tabla 1.4.6	Eficacia luminosa mínima de las lámparas de LED integradas y omnidireccionales con forma de bulbo BA, C, CA, F y G	46
Tabla 1.4.7	Eficacia luminosa mínima de las lámparas de LED integradas y direccionales con forma de bulbo AR111, BR, ER, MR, PAR y R	46
Tabla 2.1.1	Tipos de casas y áreas totales del conjunto habitacional Real Toledo	51
Tabla 2.3.1	Indicadores energéticos	54
Tabla 2.3.2	Número de focos, potencia y horas de uso en la Sala de la casa 38 Tipo B1	55
Tabla 2.3.3	Número de focos, potencia y horas de uso en el Comedor de la casa 38 Tipo B1	56
Tabla 2.3.4	Número de focos, potencia y horas de uso en la Cocina de la casa 38 Tipo B1.	56
Tabla 2.3.5	Número de focos, potencia y horas de uso en la Recámara 1 de la casa 38 Tipo B1	57
Tabla 2.3.6	Número de focos, potencia y horas de uso en la Recámara 2 de la casa 38 Tipo B1	57
Tabla 2.3.7	Número de focos, potencia y horas de uso en la Recámara 3 de la casa 38 Tipo B1	57
Tabla 2.3.8	Número de focos, potencia y horas de uso en el Baño 1 de la casa 38 Tipo B1	58
Tabla 2.3.9	Número de focos, potencia y horas de uso en el Baño 2 de la casa 38 Tipo B1	58
Tabla 2.3.10	Número de focos, potencia y horas de uso en el Pasillo 1 de la casa 38 Tipo B1	58
Tabla 2.3.11	Número de focos, potencia y horas de uso en el Jardín de la casa 38 Tipo B1	59
Tabla 2.3.12	Número de focos, potencia y horas de uso en la Cochera de la casa 38 Tipo B1	59
Tabla 2.3.13	Valores obtenidos de la encuesta para uso de la ducha de la casa 38 Tipo B1	61
Tabla 2.3.14	Temperaturas de entrega de agua en punto de uso	62
Tabla 2.4.1	Valores de consumo eléctrico al día en las viviendas en estudio	65
Tabla 2.4.2	Estructura tarifaria residencial de CFE	67
Tabla 2.4.3	Clasificación de tarifas CFE	67
Tabla 2.4.4	Cargos promedio por energía consumida año 2013	68
Tabla 2.4.5	Consumo eléctrico proyectado anual	71
Tabla 2.4.6	Valores de consumo de gas L.P. al mes en las viviendas en estudio	72
Tabla 2.4.7	Consumo de gas L.P. proyectado anualmente	75
Tabla 3.1.1	Niveles de Iluminación. Elaborada con base en el punto 7 de la NOM-025-STPS- 2008.	78
Tabla 3.1.2	Densidad de Potencia Eléctrica para Alumbrado	79
Tabla 3.2.1	Niveles de iluminación en casa Tipo B1	81
Tabla 3.2.2	Tabla comparativa de precios de lámparas fluorescentes compactas	83
Tabla 3.2.2	Tabla comparativa de precios de lámparas fluorescentes compactas (Continuación)	84

Tabla 3.2.3	Tabla comparativa de precios de focos LED	84
Tabla 3.3.2	Lámparas para simulación óptima	87
Tabla 3.3.3	Lámparas para simulación no óptima	88
Tabla 3.4.1	Normas NMX aplicables al uso de la energía solar y calentadores solares	102
Tabla 3.4.2	Tecnologías empleadas en calentadores solares	103
Tabla 3.4.3	Comparación de características de funcionalidad entre colectores solares	104
Tabla 3.5.1	Tabla comparativa de precios de Calentadores solares de agua de colector plano pesos 2014	106
Tabla 4.2.1	Nuevo consumo proyectado después de implementar dispositivos ahorradores	114
Tabla 4.2.2	Consumo y costo de gas L.P. después de implementar el proyecto	116
Tabla 4.2.3	Ahorro energético y económico simple	117
Tabla 4.3.1	Análisis económico simple por la implementación de calentadores solares de agua	118
Tabla 4.3.2	Análisis económico simple por implementación de focos LFC	119
Tabla 4.4.1	Actualización de flujos de efectivo por mantenimiento	122
Tabla 4.4.1	Actualización de flujos de efectivo por mantenimiento (Continuación)	123
Tabla 4.4.2	Análisis de viabilidad económica de la Casa 11 para propuesta de Calentador Solar considerando los parámetros individuales	123
Tabla 4.4.3	Análisis de viabilidad económica de la Casa 11 para propuesta de Iluminación considerando los parámetros individuales	124
Tabla 4.5.1	Análisis de sensibilidad Casa 18 para la propuesta de Calentador Solar.	125
Tabla 4.5.2	Análisis de sensibilidad Casa 70 para la propuesta de Calentador Solar	125
Tabla 4.5.3	Análisis de sensibilidad Casa 18 para la propuesta de Sustitución de Focos	126
Tabla 4.5.4	Análisis de sensibilidad Casa 60 para la propuesta de Sustitución de Focos	126
Tabla 4.5.5	Costo anual de ahorro de Gas L.P. para que el proyecto sea viable	130
Tabla 4.5.6	Análisis de sensibilidad Casa 11 con nuevo costo en el ahorro del Gas L.P.	130
Tabla 4.5.7	Modificación en consumos para obtener viabilidad para la propuesta de sustitución de focos	131
Tabla 4.6.1	Emisiones de CO2 por consumo eléctrico debido a la iluminación	133
Tabla 4.6.2	Emisiones de CO2 por consumo de gas debido al calentamiento del agua	133
Tabla 4.6.2	Emisiones de CO2 por consumo de gas debido al calentamiento del agua (Continuación)	134
Tabla 4.6.3	Reducción total de emisiones de CO2 por implementación de tecnologías ahorradoras	134
Tabla 4.6.3	Reducción total de emisiones de CO2 por implementación de tecnologías ahorradoras (Continuación)	135

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura1.1.1	Captación directa e indirecta	14
Figura1.1.2	Lugares de colocación de la masa térmica en el edificio	15
Figura1.1.3	Orientación del edificio respecto al movimiento del sol	15
Figura1.3.1	Proceso de calentamiento de agua con energía solar	25
Figura1.3.2	Estructura básica de un colector solar plano	26
Figura1.3.3	Funcionamiento del tubo Heat Pipe	27
Figura1.3.4	Colector solar de plástico	29
Figura1.3.5	Principio de flujo por termosifón	31
Figura1.3.6	Calentador solar por convección natural	32
Figura1.3.7	Calentador solar por convección forzada	33
Figura1.4.1	Lámpara fluorescente de tubo largo	37
Figura1.4.2	Lámpara fluorescente compacta curvada en forma de “U”	37
Figura1.4.3	Lámpara fluorescente compacta en espiral	38
Figura1.4.4	LED convencional y de alta luminosidad	39
Figura1.4.5	Uso sugerido de focos ahorradores respecto a su tono	40
Figura1.4.6	Rango de temperatura de color	41
Figura1.4.7	Clasificación de Lámparas Fluorescentes Compactas	43
Figura1.4.8	Lámparas LED Omnidireccionales	44
Figura1.4.9	Lámparas LED Direccionales	45
Figura 2.1.1	Proceso de crecimiento de la vivienda tipo económica	50
Figura 2.1.2	Plano de conjunto de Residencial Toledo	52
Figura 2.4.1	Punto base de consumo eléctrico debido a iluminación por casa	65
Figura 2.4.2	Punto base de consumo eléctrico debido a iluminación por tipo de casa	66
Figura 2.4.3	Evolución de la tarifa 1 a través del tiempo	69
Figura 2.4.4	Modelo de simulación de consumo eléctrico durante el año	70
Figura 2.4.5	Consumo de gas mensual de las viviendas	72
Figura 2.4.6	Consumo de gas de acuerdo al tipo de casa	73
Figura 2.4.7	Precio de gas LP en Pachuca de Soto, Hidalgo	74
Figura 2.4.8	Modelo de simulación de consumo de gas L.P. durante el año	75
Figura 3.2.1	Distribución de los niveles de iluminación en vivienda tipo B1	82
Figura 3.3.1	Planta baja: Sala, escalera, comedor y cocina	89
Figura 3.3.2	Planta baja: Baño	89
Figura 3.3.3	Planta alta: Pasillo	90
Figura 3.3.4	Planta alta: Recámara 1	90
Figura 3.3.5	Planta alta: Recámara 2	91
Figura 3.3.6	Planta alta: Recámara 3	91
Figura 3.3.7	Planta alta: Baño	92
Figura 3.3.8	Escala de nivel de iluminación [lux]	92
Figura 3.3.9	Representación colores falsos planta baja: Sala, escalera, comedor y cocina	93
Figura 3.3.10	Representación colores falsos planta baja: Baño	94
Figura 3.3.11	Representación colores falsos planta alta: Pasillo	94
Figura 3.3.12	Representación colores falsos planta alta: Recámara 1	95
Figura 3.3.13	Representación colores falsos planta alta: Recámara 2	96
Figura 3.3.14	Representación colores falsos planta alta: Recámara 3	97
Figura 3.3.15	Representación colores falsos planta alta: Baño	98
Figura 4.3.1	Viabilidad del proyecto mediante el análisis económico simple, caso gas L.P.	120
Figura 4.3.2	Viabilidad del proyecto mediante el análisis económico simple, caso iluminación	121

Figura 4.5.1	Viabilidad del proyecto de calentador solar de agua para diferentes tasas de descuento	128
Figura 4.5.2	Viabilidad del proyecto de sustitución de focos para diferentes tasas de descuento	129

BIBLIOGRAFÍA Y PAGINAS ELECTRONICAS

- Código de Edificación de Vivienda. Comisión Nacional de Vivienda (2010).
- Energía Solar. Quadri, N. (2010). Buenos Aires, Argentina: Editorial Alsina.
- Compendio de energía solar: fotovoltaica, térmica y termoeléctrica. Fernández Salgado, J. (2010). Madrid, España: AMV Ediciones.
- Colectores solares planos. Tratamiento teórico. Vol. 1. Paz Gutiérrez, J. (2006). Ciudad Juárez, Chihuahua: UACJ.
- Aplicaciones de iluminación con LEDs. Fillipo Rugeles, Victor; Cano Garzón, Hugo; Chaves Osorio, José Andres. Scientia Et Technica (2010).
- NOM-017-ENER/SCFI-2012. Secretaría de Gobernación, Diario Oficial de la Federación. México
- NOM-017-ENER/SCFI-2012. Secretaría de Gobernación, Diario Oficial de la Federación. México
- NOM-030-ENER-2012. Secretaría de Gobernación, Diario Oficial de la Federación. México
- Indicadores de eficiencia energética en el sector residencia. SENER (2011). México
- NOM-011-SESH-2012. Secretaría de Gobernación, Diario Oficial de la Federación. México
- Normales Climatológicas CONAGUA, Pachuca, Hgo. Período 1981-2000
- NOM-003-ENER-2011. Secretaría de Gobernación, Diario Oficial de la Federación. México
- NOM-205-STPS-2008. Secretaria de Gobernación, Diario Oficial de la Federación. México
- Ingeniería Económica. Tarquin, A. (1999). Santafé de Bogotá, Colombia: Editorial McGraw-Hill

- Reporte del proyecto CONAVI CONACYT “Medición de consumos energéticos en tiempo real en vivienda de interés social y media implementando tecnologías ahorradoras para establecer parámetros reales de consumo”. Dr. Gabriel León de los Santos y el M.I. Javier Labastida Alvarado (2009).
- UN Documents: Gathering a Body of Global Agreements, Our Common Future. <<http://www.un-documents.net/ocf-02.htm>>
- Universidad Internacional de Andalucía, Open CourseWare. <http://ocw.unia.es/ciencias-artes-y-letras/sostenibilidad-y-arquitectura-bioclimatica/materiales-para-descarga/UD_03_pdf.pdf >
- Demo-E-Educativa-Catedu. <http://educativa.catedu.es/44700165/aula/archivos/repositorio/1000/1088/html/34_energia_solar_de_media_y_baja_temperatura.html>
- augusta-solar. <http://www.solartecnik.es/solar_termica/augusta_4s_hp_sp%20ver%20final.pdf>
- Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía. <<http://www.procalsol.gob.mx/wb/procalsol/componentes>>
- QuimiNet.com. <<http://www.quiminet.com/articulos/funcionamiento-de-los-sistemas-de-calentamiento-de-agua-por-conveccion-forzada-2666419.htm>>
- Solmad, España. <<http://solmad.es>>
- Bulbs. <<http://www.bulbs.com>>
- Voltech. <<http://www.voltech.com.mx/focos.php>>
- Hubei DerunLightingAppliance Co., Ltd. <http://es.made-in-china.com/co_derun5598/>
- Real Paraíso. <<http://www.realparaiso.com/es/desarrollos/hidalgo/real-toledo/toledo/view/>>
- Secretaria de energía, Comisión Nacional para el Uso Eficiente de Energía. <<http://www.conae.gob.mx/wb/>>
- Tarifas, Comisión Federal de Electricidad CFE. <http://app.cfe.gob.mx/Aplicaciones/CCFE/Tarifas/Tarifas/Tarifas_casa.asp?Tarifa=DACTAR1A&anio=2013>

- Estadísticas de Comisión Federal de Electricidad CFE.
<http://app.cfe.gob.mx/Aplicaciones/CCFE/Tarifas/Tarifas/Tarifas_casa.asp?Tarifa=DACTAR1&anio=2013>
- Estadísticas de la Secretaría de Energía.
<www.sener.gob.mx/res/91/Precios.xls?>
- Banco de México
<http://www.banxico.org.mx/portal_disf/wwwProyectoInternetNotaTPA.jsp>
- U.S. Environmental Protection Agency. <<http://www.epa.gov/cleanenergy/energy-resources/calculator.html#results>>
- Calculadora mexicana de CO2. <<http://www.calculatusemisiones.com/main.html>>