



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN ARQUITECTURA

CAMPO DE CONOCIMIENTO : TECNOLOGÍA

LA ENERGÍA SOLAR COMO ELEMENTO ARQUITECTÓNICO EN FACHADAS PARA EDIFICIOS DE VIVIENDA,
PROTECCIONES SOLARES CON CALENTAMIENTO DE AGUA.

TESIS QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE: MAESTRO EN ARQUITECTURA

PRESENTA:

DANIEL EULOGIO GARCÍA FLORES

TUTOR: M. EN ARQ. JORGE RANGEL DÁVALOS.
PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN ARQUITECTURA

MÉXICO, D.F., JUNIO DE 2014



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

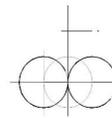
El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición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



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
Programa de Maestría y Doctorado en Arquitectura
Campo de Conocimiento :Tecnología

La Energía Solar Como Elemento Arquitectónico
En Fachadas Para Edificios De Vivienda,
Protecciones Solares con Calentamiento de Agua.

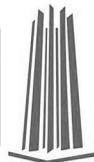
Tesis que para optar por el grado de:
maestro en arquitectura



presenta:
Daniel Eulogio García Flores

Tutor:
M. en Arq. Jorge Rangel Dávalos.
Programa de Maestría y Doctorado en Arquitectura

UNAM
POSGRADO
arquitectura



México, D.F., junio de 2014



AGRADECIMIENTOS

A **Dios**, que me ha mostrado que si existe y que es la energía que mueve al universo y de la que está formado cada ser vivo.

A la **familia** de la que formo parte y que me heredo sus creencias, sus actitudes, capacidades, ilusiones y logros, a todos los García y a todos los Flores.

De manera especial a **mi Madre** Mari Antonieta que es como el sol que me despierta cada mañana y el impulso de mis sueños.

A **mi padre** Gerardo, que con el paso de mi infancia no ha dejado de ser mi súper héroe y el mejor ejemplo a seguir de lo que es un verdadero hombre.

Eli, tengo tanto por agradecerte, tu ejemplo, tu alegría, tu empatía por las cosas importantes de la vida como es la naturaleza.

Israel, por estar al pendiente y tus buenas intenciones de cuidar a tus hermanos.

A mi **tía Alis**, que siempre ha brindado su apoyo a quien más lo necesita y me enseñó con su ejemplo la devoción a san José.

A mi **México**, con su virgen de Guadalupe que me permiten disfrutar de la libertad para esforzarme por el trabajo, estudio y el futuro que deseo.

A mi **Universidad**, que al no cobrarme una cuota, uno queda endeudado con ella y con tantas ganas de retribuirle lo que sus buenos profesores me brindaron.

Al **CONACYT** gracias por el apoyo y confianza que depositaron en mí, lo cual fue un aliciente para la feliz conclusión de esta maestría.

Al **posgrado de Arquitectura**, por elegirme y darme el privilegio de contribuir en el maravilloso campo de la investigación.

A **mi tutor**: Mtro. en Arq. Jorge Rangel Dávalos, por su admirable, paciencia, incansable motivación, y por su verdadera vocación de maestro.

A mis **sinodales**, que realmente son excepcionales y comprometidos con su labor de investigación y docencia.

A la Mtra. en Arq. **Gloria Lucia** Medina Barona que al compartir la experiencia de la maestría, se fraguó una gran amistad y cariño para Colombia.

A la Mtra en Adm. **Silvia** Sanchez Flores, comprometida con el altruismo y el éxito de los afortunados que llegamos a coincidir en su vida.

A **mi generación de la maestría**, con la cual tengo el recuerdo de un grupo unido, fraternal y la confianza de contar con cada uno de ellos.

Al padre: **Siro Stoccheiti**, y a las comunidades de Tiziclipa, ampliación Nativitas, San Gregorio, por confiarme sus proyectos y con ellos hacerme crecer como arquitecto.

A los **despachos** que me abrieron sus puertas y me brindaron la oportunidad de trabajar: Grupo GAUDI, Fundación UNAM, Giovanni ni Arquitectos, CONSULTEC, LM arquitectos, IDESA, Constructora Beltrán.

A mis **amigos** y a mis **clientes**.¹

¹Ver lista en anexos



AGRADECIMIENTOS



DIRECTOR DE TESIS.

M. en ARQ. **Jorge Lejostro Rangel Dávalos**
Posgrado de arquitectura (tecnología)

JURADO

SINODALES.

M. en ARQ. Francisco Reyna Gómez
Posgrado de arquitectura (tecnología)

M. en ARQ. Alejandro Cabeza Pérez
Posgrado de arquitectura (Diseño Arquitectónico)

M. en ARQ. Ernesto Ocampo Ruíz
Posgrado de arquitectura (tecnología)

Dr. en ARQ. Alejandro Solano Vega
Facultad de Arquitectura



ÍNDICE

| CAP | TEMA | PAG |
|-----|--|-----|
| | AGRADECIMIENTOS. | A |
| | JURADO. | B |
| | ÍNDICE. | C |
| | INTRODUCCIÓN. | E |
| | METODOLOGÍA. | L |
| 1 | ANTECEDENTES | 01 |
| | ¿POR QUÉ LA ENERGÍA SOLAR ES UNA INVERSIÓN RENTABLE? | |
| 1.1 | ¿CUÁNDO NOS OLVIDAMOS DE VIVIR SIN CONSIDERAR AL MEDIO AMBIENTE? | 01 |
| 1.2 | EL REGRESO AL CONSUMO SOSTENIBLE. | 05 |
| 1.3 | LA ACEPTACIÓN DE LA ENERGÍA SOLAR EN MÉXICO. | 08 |
| 1.4 | LA IMPORTANCIA DE APROVECHAR LA ENERGÍA SOLAR EN LA CIUDAD DE MÉXICO | 12 |

| | | |
|-----|--|----|
| 2 | ESTADO DEL ARTE | 20 |
| 2.1 | APLICACIONES DE LA ENERGÍA SOLAR. | 20 |
| 2.2 | PROTECCIONES DE VENTANAS POR INSIDENCIA SOLAR. | 29 |
| 2.3 | INOVACION POR REUBICACIÓN. | 34 |
| 3 | CARACTERÍSTICAS DE LOS CALENTADORES SOLARES PARA AGUA. | 39 |
| 3.1 | CLASIFICACIÓN | 39 |
| 3.2 | FUNCIÓN | 42 |
| 3.3 | MATERIALES | 44 |
| 3.4 | COSTO. | 51 |
| 3.5 | EFICIENCIA | 54 |
| 3.6 | CERTIFICACIONES | 56 |
| 3.7 | CONSIDERACIONES | 59 |



ÍNDICE

| | | | | | |
|-----|--|----|-----|--------------------------|-----|
| 4 | CARACTERÍSTICAS DE LAS PROTECCIONES SOLARES EN VENTANAS DE FACHADAS. | 61 | 5 | EL PROTOTIPO | 80 |
| 4.1 | CLASIFICACIÓN | 61 | 5.1 | SELECCIÓN DE MATERIALES. | 80 |
| 4.2 | FUNCIÓN | 64 | 5.2 | MANUFACTURA. | 86 |
| 4.3 | MATERIALES | 66 | 5.3 | INSTALACIÓN. | 91 |
| 4.4 | COSTO. | 71 | 5.4 | PRUEBAS DE MEDICIÓN. | 97 |
| 4.5 | EFICIENCIA | 75 | 5.5 | COSTO. | 100 |
| 4.6 | CERTIFICACIONES | 76 | | CONCLUSIONES | 101 |
| 4.7 | CONSIDERACIONES | 79 | | ANEXOS | |
| | | | | GLOSARIO. | X |
| | | | | FUENTES DE INFORMACIÓN | Y |
| | | | | SOLICITUD DE PATENTE | Z |



INTRODUCCIÓN.

En los últimos años experimentamos la inserción de calentadores solares en el sector residencial, promovidos por la sensibilización del daño al medio ambiente y por el constante aumento del costo de los energéticos, sin embargo, en el 2007 con el anuncio de un programa piloto de interés social promovido por el gobierno federal llamado “Hipoteca Verde”¹ se puede marcar como el gran momento en el que su implementación se intensificó, incluso dicho programa fue galardonado, con el Premio Mundial del Hábitat 2012, ya que logro beneficiar a más de 900,000 familias con sistemas de eficiencia energética, el precedente que deja esta experiencia es una amplia difusión y comercialización que cada vez es más notoria en las azoteas de conjuntos habitacionales.

Si en un principio, el lucir este nuevo producto en las azoteas de la vivienda, era un símbolo de prestigio y orgullo para el propietario de una tecnología amigable con el medio ambiente, además de ofrecer exclusividad; ahora, con su implementación masiva, deja de serlo y se percibe como una instalación que no se integra con el diseño arquitectónico de los edificios.

¹ En el 2007 INFONAVIT Inicia el otorgamiento de hipotecas verdes, es decir, de montos adicionales de crédito para la compra e instalación de accesorios ahorradores de agua, luz y gas, en plan piloto. portal.infonavit.org.mx

Por anterior han surgido nuevas necesidades e inquietudes, que se enfocan cada vez más en la aceptación y utilización de estos productos, pues anteriormente poco se habían considerado por los usuarios y los arquitectos.

Hoy en día el mayor obstáculo es la falta de condiciones del inmueble para instalar un calentador solar, ya que gran parte de la población, como lo plantea INFONAVIT, sí esta en condiciones de acceder a una inversión, incluso los créditos han evolucionado a la adopción universal de las llamadas ecotecnologías, en donde dicho calentador solar representa uno de los más significativos ahorros en la economía familiar.



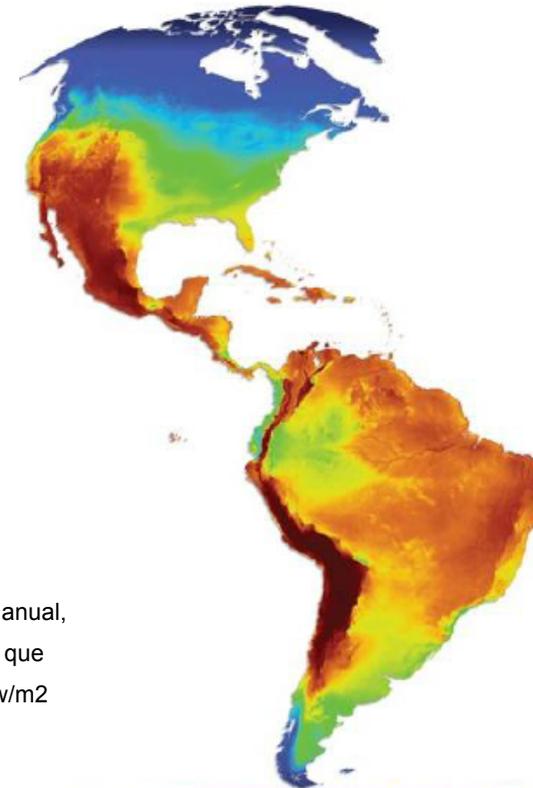
Vista de una azotea de un edificio de vivienda de interés social con calentadores solares. Imagen tomada de: <http://portal.infonavit.org.mx/ayuda/paneles/imagenes/subsidio.jpg>, con finers didacticos.



Ahora bien, nos encontramos con problemas de integración y falta de espacio para este tipo de instalaciones no planeadas desde el proyecto arquitectónico.

Cualquier innovación en los calentadores solares repercute notablemente, debido al creciente auge en el mercado de las tecnologías ambientales, y también por la gran promoción por parte de los gobiernos que fomentan la disminución de emisiones de CO₂, pues como medida ya probada, otorgan financiamiento para su adquisición.

México ha estado presente, de manera particular en el desarrollo de calentadores solares de agua, destacándose tanto una labor de desarrollo de parte de instituciones académicas y de investigación, así como por la presencia, desde hace más de 5 décadas, de un grupo del orden de 50 empresas dedicadas a la fabricación, importación y comercialización de estas tecnologías.²



Mapa de irradiación solar anual,
donde se puede observar que
México recibe en 4 y 6 kw/m²
/día. © 2008 3TIER.Inc



² Programa para la Promoción de Calentadores Solares de Agua en México
Procalsol 2007-2012, <http://energia.guanajuato.gob.mx/siegconcyteg/formulario>



La importancia que tiene la ciudad de México en la instalación de calentadores solares es trascendental, dada su ubicación territorial presenta menores condiciones de asoleamiento con respecto a ciudades del norte del país como Tijuana, o Hermosillo, donde se presume mayor irradiación de energía solar, pero el clima templado del que goza el Distrito Federal propicia el uso constante del calentamiento de agua para la ducha, ya que en zonas más asoleadas, el agua de la misma es para refrescarse y por lo tanto aquí en el centro del país es donde más se requieren los calentadores solares para uso residencial.

Irradiación promedio anual

| | |
|------------------|---------------------------------------|
| Sahara en África | 6.7 kWh / m ² por día |
| México | 5.3 kWh / m²por día |
| España | 4.1 kWh / m ² por día |
| Alemania | 3.2 kWh / m ² por día |

México goza de una situación privilegiada en cuanto a irradiación solar, esto es más de lo que reciben países como España en promedio, Evaluación y Mediciones 2013, Coordinación de Vivienda Sustentable, INFONAVIT.

El desarrollar una tecnología propia para México es prioritario, ya que en buena medida, constituye una forma excelente de generar riqueza, que seguir explotando los recursos naturales con los que contamos, tal es el caso del petróleo.

Al adoptar tecnologías extranjeras nos encontramos con aparatos que no responden a las condiciones climáticas, en las que habitamos, por lo que adquirimos lo que no necesitamos, como son los calentadores solares de tubos al vacío con eficiencias mayores a los 80°C necesarios en el norte de Europa, muy diferente a lo que se requiere en México.

Con calentadores solares planos, podemos captar energía solar para uso doméstico de más de 60°C, lo cual es más de lo que necesitamos para una ducha de agua caliente, ya que los rangos de confort para el baño humano oscilan entre los 24°C a 29°C.³

La energía solar se está implementando de manera exitosa en diferentes partes del planeta. Es así que la ciudad de México asume este reto, tomando en cuenta que lo que más conviene es la inserción masiva de calentadores solares, pues no podemos soslayar que la capital del país presenta uno de los índices más altos de densidad de población.

³ María Crespo, La temperatura del agua de la ducha, <http://www.la-temperatura-del-agua-de-la-ducha> 5 de Junio 2008, consultado 20 de enero de 2014



HIPÓTESIS

Es de destacar que las características idóneas para la implementación de calentadores solares en edificios de vivienda, las tiene el Valle de México. Es aquí donde se concentra una creciente población, aunada a que la reserva de predios para construcción de casa-habitación está agotada, y lo que llega a edificarse se enfoca principalmente en condominios verticales. Así mismo el clima templado⁴, propicia el calentamiento de agua y la energía fotovoltaica aún no es atractiva ya que la inversión es muy alta y contamos con subsidios para el pago de energía eléctrica en el sector residencial.

⁴ La región Centro es la de mayor consumo de gas LP en México. Poco más de una tercera parte del consumo nacional lo representan los estados de México, Puebla y el Distrito Federal. Asimismo, esta región concentra el mayor número de usuarios de vivienda y habitantes en ella, donde cuatro de cada cinco viviendas consumen gas LP como combustible principal, México cuenta con el primer lugar de consumo de gas per cápita con 68 kilogramos por habitante al año, Fuente: Asociación Mundial de Gas LP, Prospectiva del Mercado de Gas LP 2009-2024, México.

Al ubicar los colectores solares⁵ como un elemento de protección contra la incidencia excesiva de los rayos solares, en edificios de vivienda⁶, cuya orientación es desfavorable para fachada con ventanas hacia el sur, podemos evitar el sobrecalentamiento de los espacios interiores del inmueble, dicho captador solar transforman la radiación solar en energía térmica, la cual puede ser utilizada en el calentamiento de agua, para su consumo en la ducha.

Al contar con una nueva ubicación y función de los colectores solares, el termo contenedor de agua, también se reubicará, más cerca de donde se requiere el vital líquido.

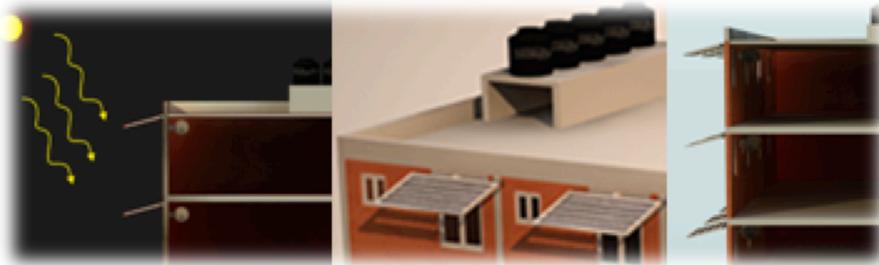
⁵ Un captador solar, también llamado colector solar, es cualquier dispositivo diseñado para recoger la energía irradiada por el sol y convertirla en energía térmica. Los colectores se dividen en dos grandes grupos: los captadores de baja temperatura, utilizados fundamentalmente en sistemas domésticos de calefacción y ACS, y los colectores de alta temperatura, conformados mediante espejos, y utilizados generalmente para producir energía eléctrica. Space solar power systems <http://pye.dyndns.org/>

⁶ La vivienda a la que va dirigida la aplicación del prototipo (las protecciones solares con calentamiento de agua), son las de conjunto, que por la falta de reservas de terrenos para la construcción en la ciudad de México, se edifican con la orientación desfavorable con el afán del mayor aprovechamiento de los metros cuadrados disponible y en 5 niveles en promedio.



OBJETIVO

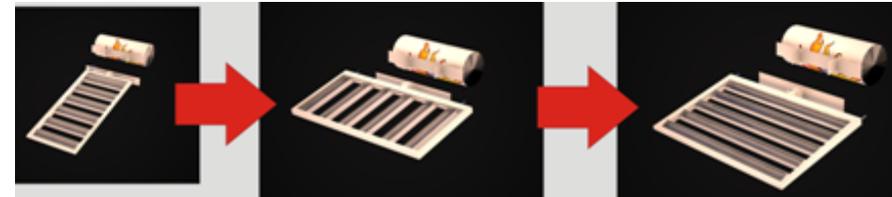
Integrar las instalaciones de calentamiento de agua (calentadores solares) en las ventanas de los edificios de vivienda, de manera que también se consideren como parte integral de la fachada en la que se instalan y conseguir una serie de beneficios extra a los ya difundidos sobre los calentadores solares.



Imágenes realizadas con medios electrónicos por el autor, donde se muestra la reubicación de los calentadores solares en la fachada de los edificio de vivienda. D.R. © Daniel E García Flores.

A continuación se presenta una clasificación por tema, de las ventajas que podemos lograr al ejecutar el objetivo de este trabajo:

TECNOLÓGICAS: Dotar a las protecciones solares con calentamiento de agua mediante un diseño innovador, eficiente, automatizado, económico y de fácil mantenimiento e instalación.



Evolución de un calentador solar convencional al prototipo de esta investigación, Imagen realizada con medios electrónicos por el autor. © Daniel E García Flores.

SOCIALES: Acercar e independizar el colector solar y su almacén de agua a cada departamento, con la finalidad de que todas las viviendas estarán en igualdad de condiciones para revisar, mantener y cuidar su patrimonio, lo que evita el consenso y el convencimiento de todos los copropietarios del edificio para llevar a cabo la adquisición el cuidado y mantenimiento de estas instalaciones.

ECOLÓGICAS: De acuerdo al análisis del ciclo de vida (ACV), de los productos, retomo lo que se refiere a la integración de funciones.

Si bien el (ACV) está definido como las etapas de vida de un producto: diseño, producción, distribución, uso, reciclaje o re-manufacturación.



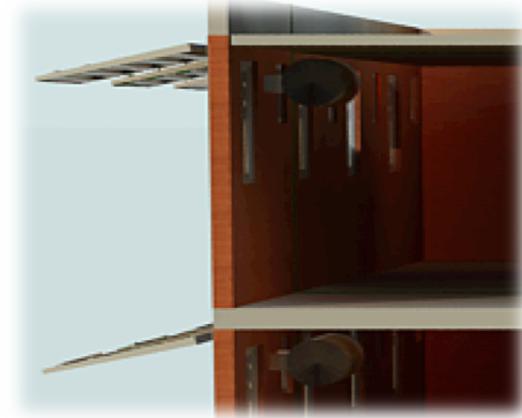
Lo que se argumenta es que los productos no contraminan por sí mismos, lo que contamina es su proceso en el que se elaboran y en este caso, se encuentra una clasificación de integración de funciones: (calentamiento de agua, y protección solar) al ya no tener que realizar dos productos para satisfacer dos necesidades, (solo uno con las dos funciones) captación energética y climatización del inmueble, se cumple con este principio.

Se encuentra una optima utilización aparte de la función inicial que es la de captar energía del sol. Lo que tendrá como ventajas adicionales: una reducción de consumo de energía: al ya no tener que fabricar dos productos para satisfacer las dos necesidades ya mencionadas: captación energética y climatización del inmueble.

Evitar el uso de combustible para calentamiento de agua y energía eléctrica para la climatización de los departamentos. A fin de resaltar la importancia de lo que podemos incidir en el mejoramiento al medio ambiente es importante considerar que el 8% del total de emisiones de dióxido de carbono emitidas a la atmosfera, se atribuye a las viviendas.

Cada vivienda produce en promedio 1,300 kg de CO₂ anualmente.⁷

⁷ según www.ceroCO2.com



Imágenes realizadas con medios electrónicos por el autor, donde se muestra que cada departamento contará con su instalación independiente. D.R. © Daniel E García Flores.

ECONÓMICAS: Continuar con los beneficios de los calentadores solares y usar el mismo crédito para resolver la climatización del hogar, pues no se tendrá que invertir nuevamente en el proyecto de protecciones solares.

Equipar las viviendas con eco tecnologías para asegurar un ahorro, entre 15 y 400 pesos mensuales, producto de los consumos de luz, agua y gas⁸

⁸ INFONAVIT, a partir del 1 de enero de 2011, publica estas cifras, para fundamentar el financiamiento, de que todos los créditos serán verdes y su forma de recuperación.



Lograr un costo competitivo en comparación a un calentador solar, para ganar mercado y tener su acreditación por parte de los créditos verdes.

Al no tener que ocupar la azotea para alojar los calentadores solares, se deja libre la superficie de la misma, la cual puede proponerse para una terraza o azotea verde incrementando la plusvalía del inmueble.

ESTÉTICAS: apreciar las fachadas de los edificios de vivienda con una volumetría diferente, a la del muro con vanos que caracterizan a los edificios de interés social.

LEGALES: Lograr la patente o en su caso, el modelo de utilidad, para proteger los derechos y en su momento explotar el producto industrial, ya que sin ésta se dificultaría la negociación con una empresa, para ser reconocido como inventor y por otra parte, en lo significativo que resultaría la generación de informaciones de tipo estadístico y por ende, su difusión tecnológica.



Imágenes realizadas con medios electrónicos por el autor, D.R. © Daniel E García Flores, donde se aprecia el prototipo instalado en un edificio característico de interés social en la Ciudad de México.



METODOLOGÍA.

Dentro del campo de la epistemología⁹, el enfoque de esta investigación tiene una tendencia hacia el método sistémico,¹⁰ debido a que se ha formulado el análisis de las partes de la propuesta (calentadores solares y protecciones solares) por separado y se reinterpretan en su interrelación en un nuevo producto, el cual se evaluó, se interpretó y se prestó a la verificación.

Para el análisis tanto de los calentadores solares, se investigó las marcas líderes en el mercado, las que cumplieron con los parámetros de la certificación por hipoteca verde para su financiamiento y se observaron los siguientes puntos: Función Clasificación Eficiencia, Materiales.

⁹ La epistemología (del griego ἐπιστήμη (episteme), "conocimiento", y λόγος (logos), "teoría") es la rama de la filosofía cuyo objeto de estudio es el conocimiento científico.

¹⁰ Está dirigido a modelar el objeto mediante la determinación de sus componentes, así como las relaciones entre ellos. Esas relaciones determinan por un lado la estructura del objeto y por otro su dinámica.

También se analizaron los calentadores solares experimentales, fabricados por particulares, con materiales y herramientas no profesionales, pero con un gran ingenio, el cual compensa esas deficiencias y son una fuente importante de innovación.

En cuanto a las protecciones solares, se analizaron los productos de empresas dedicadas a este rubro, aunque en este caso, existe una gran cantidad de ejemplos realizados en obra, con materiales desde concreto, metal, aluminio hasta madera.

La parte correspondiente al estado del arte pretende destacar ejemplos de aplicaciones que se estén trabajando alrededor del mundo y se hace un análisis comparativo con lo propuesto en esta investigación, cuya finalidad estriba en la búsqueda de la patente de este producto de carácter innovador.

De lo anterior se desprende un ejercicio de ordenación y selección para tomar lo que mejor convenga a esta la propuesta.

En una primera fase se presentaron las ideas de manera gráfica, apoyadas por croquis, isométricos y modelos digitales, para encontrar los prototipos a desarrollar.



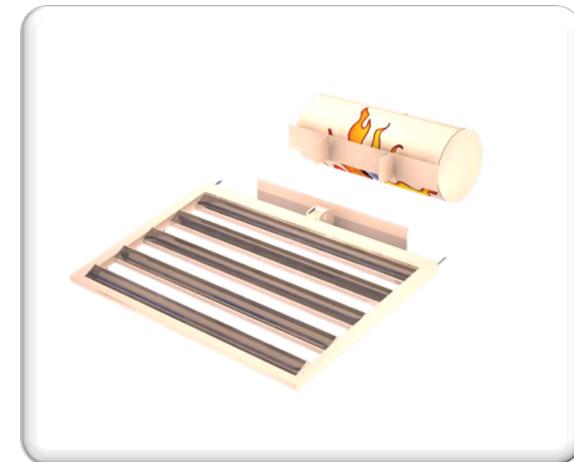
En una segunda etapa se trabajaron modelos conceptuales en tres dimensiones con escala de 1:10 con materiales diversos como polímeros, cartón tipo mampara, tubos plásticos y mica.

Después de realizar las observaciones de los inconvenientes y las ventajas, se selecciona la opción más viable para su reproducción a escala natural.

Al desarrollar el prototipo se obtienen datos de primera fuente, lo que sirve para realizar las mediciones de eficiencia y compararlas con las fichas técnicas de los fabricantes de calentadores solares.

Así mismo con el registro de materiales y procesos de fabricación se puede calcular un costo real y obtenemos un presupuesto para compararlo con el mercado de calentadores solares y protecciones solares.

Por último, con la información recabada tanto de la búsqueda cibernética, con proveedores de calentadores solares y el trabajo experimental se redactaron las especificaciones del producto y se solicita el registro para la patente del prototipo en el Instituto de la Propiedad Industrial de México.



Imágenes realizadas con medios electrónicos por el autor, el prototipo. D.R. © Daniel E García Flores.



CAPITULO 1 ANTECEDENTES

¿POR QUE LA ENERGÍA SOLAR ES UNA INVERSIÓN RENTABLE?

Dentro de la utilización de tecnologías no contaminantes para el ahorro energético y depender menos de los combustibles fósiles, podemos aprovechar la captación de energía solar, la cual es una propuesta con grandes expectativas, adoptada por muchos gobiernos como el nuestro y resulta particularmente importante su implementación en la ciudad de México, por sus características geográficas, forma de vida de sus habitantes y densidad de población.

En este capítulo explicaremos el proceso que nos llevó a olvidarnos del sentido común y el respeto por un equilibrio en nuestra forma de vivir, edificar y contaminar el planeta, cómo se da el auge de la sobreexplotación de los recursos naturales, por una población mundial en un constante crecimiento exponencial y con una transformación de hábitos hacia un mayor consumo de recursos, así como también los cambios de paradigmas que, afortunadamente en estas últimas décadas, la gran mayoría de las naciones están tomando conciencia y realizando esfuerzos por revertir el grado de deterioro del medio ambiente.

1.1 ¿CUÁNDO EMPEZAMOS A VIVIR SIN CONSIDERAR AL MEDIO AMBIENTE?

La energía solar, presente durante todo el desarrollo de la vida de este planeta, le ha brindado el combustible para realizar los procesos evolutivos y con ello se creó un fondo de ahorro de energía por medio de los restos orgánicos depositados durante miles de años en capas de sedimentos; que con el paso del tiempo y la presión ejercida por el peso de las capas superiores, se llevaron a cabo reacciones químicas que dieron origen al petróleo, el carbón y el gas natural.

Todos los combustibles fósiles ¹ alguna vez fueron materia orgánica viva, que recibieron la energía del sol y se fueron

¹ Combustibles fósiles. Carbón, petróleo y gas natural. Son materiales de origen orgánico, producidos a partir de restos de seres vivos en épocas geológicas anteriores. Constituyen la mayor parte de las fuentes de energía consumidas en los países industriales. Son recursos no renovables y su utilización es la principal responsable de las emisiones contaminantes a la atmósfera. http://www.jmarcano.com/glosario/glosario_c.html .10 mayo 2010 .



almacenando por millones de años. Con los avances tecnológicos, el hombre logró sacar provecho de esta energía para realizar su trabajo y obtener una forma de vida con altos índices de confort, en aras de un derroche de riqueza, proporcionada por la sobreexplotación de los recursos naturales en perjuicio del medio ambiente.

Es hasta cuando se ven afectados los intereses humanos, principalmente la salud, por medio de fenómenos ambientales, acompañados del conocimiento de la eminente disminución de las reservas de combustibles fósiles, lo que desemboca en un alto costo por encontrar a mayor profundidad los yacimientos de petróleo, incluso el extraerlo de arenas bituminosas, anteriormente considerado un proceso muy costoso y dañino para la tierra es hoy es una apuesta millonaria en Canadá.²

De continuar con el actual nivel de consumo energético y de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), la temperatura del planeta aumentará entre 2°C y 7°C en los próximos 100 años. Este drástico incremento, ocasionará graves implicaciones ambientales, económicas y sociales si no se toman urgentes medidas para frenar el calentamiento de la tierra.³

² Las arenas bituminosas son capas de pegajoso betún alquitranado mezcladas con arena, barro y agua, de las cuales se debe extraer el petróleo. National Geographic, marzo, 2009

³ Información publicada en la página de La Fundación Heinrich Böll es una fundación política sin ánimo de lucro.



Camiones de 600 toneladas destruyen zonas forestales para poder ganar millones de dólares, en el norte de Alberta al explotar minas y pozos de bitumen, estos camiones de volteo transportan cargas e 400 toneladas de roca, queman 190 litros de diesel por hora.⁴

Pero este panorama crítico avanzó como un cáncer silencioso, aunado a la conveniencia de los sectores económico-capitalistas que se benefician del deterioro de los recursos naturales, sin pagar el costo por sus acciones, enfocando la atención hacia un consumismo desordenado y alejado del cuidado de la naturaleza.

El hombre ha sustituido al medio ambiente natural, por un medio ambiente artificial. El uso de materiales artificiales (intensificado con el inicio de las industrias y el desarrollo de la ciencia

⁴ imagen tomada del artículo: Arenas bituminosas de Canadá, la fiebre del oro negro, <http://eco13.net/2010/11/arenas-bituminosas-de-canada-la-fiebre-del-oro-negro/>



moderna), la degradación de los recursos naturales renovables y no renovables, así, como la contaminación de nuestras ciudades, han provocado un desequilibrio en el clima.

Las modificaciones climáticas, ya son evidentes en distintas partes del planeta, el calentamiento global aunado a la deforestación, la desaparición de especies animales y vegetales, la contaminación del agua y la erosión de los suelos, agudizado por la sobrepoblación que demanda cada vez más alimento, energía y un espacio para habitar, nos obliga a considerar todas las alternativas posibles de realizar respecto a los ahorros de recursos, que en un futuro ya no existirán.



Fragmento de la foto no más petróleo © En el umbral de la transición energética, el gobierno de México incrementa el costo de la gasolina e implementa programas de mejoramiento de transporte público como es el metro-bus y los corredores 0 emisiones de la ciudad de México, en pro de una mejor política ambiental.

Hoy en día se prefiere el uso de los combustibles fósiles, debido a su alta concentración de energía, por citar un ejemplo, un barril de petróleo contiene 42 galones equivalentes a 158.9 litros⁵, este barril produce 1, 462, 760,000 calorías⁶.

Para comprender estas cifras podemos decir que equivale a 3,624 horas de trabajo físico de un hombre⁷ (5 meses de trabajo sin descanso).

Los recursos fósiles, para renovarse, necesitarán de un periodo de tiempo fuera de los ciclos de vida humana, por lo que son recursos no renovables para el hombre; sin embargo, diariamente recibimos del sol en promedio: 120,000 billones de watts en la parte sólida del planeta, esto es equivalente a que si se capturase por una hora toda la energía que llega del sol se pueden satisfacer todas las necesidades de la población mundial por un año entero.

⁵ Factores de conversión PEMEX,
http://www.pemex.com/files/content/9ML06_Metodos.pdf

⁶ La cantidad de energía calorífica necesaria para elevar un grado centígrado la temperatura de un gramo de agua pura, desde 14,5 °C a 15,5 °C, a una presión normal de una atmósfera, una caloría (cal) equivale exactamente a 4,1868 julios (J),

⁷ 403,631.34 cantidad de calorías consumidas por un día de trabajo físico de un hombre promedio en el campo/ Senderos hacia el futuro, Bill Mc Bibben , National Geographic, junio 2009, México.



Hasta ahora únicamente la energía hidroeléctrica, eólica y la energía nuclear han sido alternativas significativas al combustible fósil.

El proponer energía nuclear es pensar en una catástrofe, tal es el caso de: Chernóbil o más recientemente Fukushima, Japón.

Desde el punto de vista ambiental y económico no es nada alentador el panorama que vive México, en política se proclama un doble discurso de preocupación por el medio ambiente, mientras tanto, se están siguiendo las mismas directrices de fomentar la explotación de combustibles fósiles.

En este orden de ideas, la ley es poco clara; se subsidia al sector eléctrico con objetivos ambiciosos y no se abordan los incentivos en uso de renovables.⁸

Existe una contradicción al respecto, pues por un lado, hay campañas de energía bajas en carbono y por otro, se favorece a las energías que afectan fuertemente al cambio climático. Nadie quiere ir en contra del interés propio.

“Los planes en la ONU están creados por y para los países capitalistas desarrollados, existen barreras para las naciones pobres debido a un diferente modelo de desarrollo”.⁹

⁸ implantación del desarrollo sostenible, al mantenimiento del medio ambiente y a evitar las emisiones de CO2"

⁹ Dra. Lourdes Melgar. Consultora en temas energéticos.

Las 7 hermanas del petróleo¹⁰ tienen una presión sobre el poder político y social lo que no permite que emerjan las tecnologías que puedan desplazarlas.

¹⁰ Las siete hermanas de la industria petrolera es una denominación acuñada por Enrico Mattei, padre de la industria petrolera moderna italiana:

Standard Oil of New Jersey (Esso), que al fusionarse con Mobil formó ExxonMobil (Estados Unidos).

Royal Dutch Shell (Países Bajos, Reino Unido).

Standard Oil of New York, luego conocida como Mobil. Hoy en día se encuentra fusionada y es parte de ExxonMobil (Estados Unidos).

Standard Oil of California, luego conocida como Chevron. Se fusionó posteriormente con Texaco para formar ChevronTexaco. Actualmente su nombre es Chevron Corporation (Estados Unidos).

Gulf Oil Corporation, que en 1985 fue adquirida casi totalmente por Chevron, mientras que la otra parte de las acciones quedó en poder de BP (Estados Unidos).

Texaco, que se fusionó con Chevron en 2001. Esta fusión fue conocida durante algún tiempo como ChevronTexaco, pero en 2005 cambió su nombre nuevamente a Chevron.

Texaco es ahora una marca de Chevron Corporation (Estados Unidos).

Anglo-Iranian Oil Company (AIOC), luego conocida como British Petroleum (BP) (Reino Unido).



Financian la mayor parte de investigación en universidades de EEUU y los combustibles fósiles siguen como principal energético.

“La inversión en energías alternativas no se dará si no hay certidumbre a largo plazo y esto depende de las decisiones políticas”.¹¹

Hasta aquí tenemos un panorama del uso de la energía, el cual se justifica por su gran eficiencia en comparación a otras fuentes, sin embargo, también es trascendental nuestra forma de resguardarnos del medio ambiente, lo hemos modificado e incluso actuamos en contra de nuestra propia salud.

La imposición, del desarrollo y la modernidad, se asocian de manera incorrecta a la idea del progreso material y cultural.

Por otra parte, las tipologías prototipo transnacionales, al ser ineficientes en muchas regiones, han generado la necesidad de crear complejas tecnologías para mantener un clima confortable ya sea para calentar o refrigerar espacios interiores.¹²

La modernidad, en aras de una sociedad consumista, prefirió el abuso de los sistemas artificiales de climatización que consumen energía; a cambio de optar por una temperatura

¹¹ Dip. Felipe Cantú. Presidente de la Comisión de Energía de la Cámara de Diputados.

¹² Libro :Arquitectura y clima Manual de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas, Victor Olgyay, GG, México, SBN: 9788425214882

adecuada para el usuario, se dejó a un lado el ingenio de resolver en base a la observación del sitio.

1.2__EL REGRESO AL CONSUMO SOSTENIBLE.

El declive en la disponibilidad de petróleo barato y sus efectos ambientales han hecho incrementar el interés en la investigación de combustibles y energías alternativas tales como: la tecnología de las celdas de combustible, del hidrógeno, del metanol, del biocombustible, la de energía solar, la de las mareas y la eólica.

Hay dos opciones para ser más eficientes: conseguir más recursos (implementando más tecnologías renovables) o evitar el desperdicio.

Actualmente se promueven materiales, sistemas constructivos, aparatos e instalaciones que ofrecen mejorar las condiciones de confort con un bajo consumo energético, tanto en su fabricación como en su funcionamiento innovador para la climatización de los edificios. Los cuales, si bien cuentan con una amplia dosis de investigación e innovación, retoman fundamentos que ya se manejaban en la vida cotidiana y en la arquitectura vernácula, antes del uso indiscriminado del concreto, el acero y los combustibles, en donde los inventores son anónimos y colectivos ya que sus tecnologías surgen de la observación y el sentido común y por consiguiente que se vivía en una explotación de los recursos naturales de una manera equilibrada.



En un afán de revertir el despilfarro de recursos energéticos, hoy se busca la manera de crear nuevos materiales que no alteren la naturaleza o en lo posible, tratar de usar técnicas de construcción que integren al hombre a su ambiente natural.

Lo que en un tiempo se consideró obsoleto, hoy es el punto de inspiración de la nueva tecnología que se nos oferta como la solución ideal para seguir conservando los niveles de confort que hemos aprendido a disfrutar por la excesiva explotación de los recursos naturales disponibles. Así, desde hace algunas décadas se expone el término de la bio-arquitectura que no es más que la integración y la armonía con nuestro entorno natural.

Las características de estas construcciones están desde los materiales que no contaminan el entorno, tales como: arcilla, madera, barro, piedras, agua, paja, caña, arena, hielo, follajes de árboles, desechos agrícola, se crean microclimas por la consideración de naturaleza o el uso del agua como regulador de la temperatura, también la calefacción se manipula en las envolventes arquitectónicas.

Posteriormente, se dan a conocer los términos de ecotecnologías, edificios verdes y la sustentabilidad como la última versión de esta industria amigable hacia el medio ambiente y aplicable a la arquitectura y la construcción, extensible al estilo de vida.

Cada ser vivo que habita en nuestro planeta, incluyendo al hombre, son parte del medio ambiente natural. El hombre desde sus comienzos en la evolución, buscó la manera de resguardarse del clima y de los peligros que asechaban a su alrededor. ¹³

La Arquitectura Sustentable pretende incorporar en sí misma la conciencia de una evolución continua con el medio ambiente, en la que la explotación de recursos se realiza por debajo de su ciclo de renovación.

Si bien es de resaltar que algunos animales han desarrollado sus capacidades para construir sus propios refugios, cuando el medio ambiente no les favorece, la especie humana está siendo participe de las implicaciones que tiene el adaptar condiciones artificiales a climas extremos por lo que la población humana habita en cualquier parte del mundo.

“El estilo de los edificios debe ser manifiestamente diferente... en países y regiones de características diferentes. Una parte de la tierra se encuentra abrumada por el sol en su recorrido; otra se encuentra muy alejada del él; y por último, existe una afectada por su radiación pero a una distancia moderada”¹⁴.

¹³ ¿Sustentabilidad? Solo hazlo. Frazer Osment. “Landscapedesing. Urban Desing.

¹⁴ Vitrubio (Marcus Vitruvius Pollio). Arquitecto, escritor, ingeniero y tratadista romano del siglo I a. C.



Los proyectos de edificios verdes ya son una realidad, como es el ejemplo de los proyectados por el arquitecto: Ken Yeang con miras al 2020, imagen tomada de www.jetsongreen.com. Con fines didácticos.

No es casualidad que grupos de diferentes continentes, creencias y culturas lleguen a soluciones similares en su lucha con entornos parecidos, pues se establecieron características regionales básicas.

Esta adaptabilidad, así como sus tipologías arquitectónicas, se transfieren también a esquemas de urbanización y desarrollo comunitario. Aspectos como separación entre casas, presencia o ausencia de muros, y orientaciones de servicios, son planificados a partir del entorno natural.

En épocas antiguas la vivienda se desarrolló en estrecha relación al medio ambiente inmediato: diseños y materiales convenientes de cada región, fueron la esencia de las diferentes tipologías que esencialmente buscaban el mayor confort posible, además de otras significaciones culturales o religiosas. Así por ejemplo, un iglú esquimal puede mantener una temperatura interior de unos 15.5 °C, aunque en el exterior sea de -54.5 °C, tan solo aprovechando el calor humano y una pequeña lámpara.



Fragmento de la imagen de un iglú, tomada de la página: <http://www.arqhys.com/construccion/bio-arquitectura.html>, reproducción con fines didácticos.

Una arquitectura más apegada a las condiciones ambientales de cada región, puede conseguirse a través de una interpretación partiendo de las condiciones climática y puede obtener como resultado Diseño y Tecnología.

“El proceso lógico sería trabajar con las fuerzas de la naturaleza y no en contra de ellas, aprovechando sus potencialidades para crear condiciones de vida adecuadas”. ¹⁵

Para desarrollar estructuras climáticamente equilibradas es importante incorporar diversas disciplinas, pero serán la Climatología y la Arquitectura las indispensables para estos fines. ¹⁶

¹⁵ Walter Gropius.

¹⁶ Olgyay, op. cit., las define como aquellas que en un entorno determinado, reducen las tensiones innecesarias aprovechando todos los recursos naturales que favorecen el confort humano.



El concepto de sustentabilidad se funda en el reconocimiento de los límites y de las potencialidades de la naturaleza, así como en la complejidad ambiental, inspirando una nueva comprensión del mundo para enfrentar los desafíos de la humanidad en el presente y un futuro muy cercano.

Como se puede percibir, la preocupación por lograr un menor consumo de recursos naturales, es aprovechada por la misma industria y la construcción de nuevos edificios más eficientes, con instalaciones que los puedan abastecer energéticamente; en un futuro también en cuestiones alimentarias.

Cada aporte que se pueda presentar para contaminar menos y así lograr abastecer las necesidades de la población, no solo significa un compromiso con el medio ambiente; los desarrolladores inmobiliarios han entendido que es darle un valor agregado y por consiguiente obtener mayores ganancias económicas.

Es así como las enseñanzas de cientos de años de observación se retoman y se llevan al límite con propuestas revolucionarias, como las granjas agrícolas en edificios de varios niveles, en donde se fundamenta la falta de tierra en las futuras generaciones. Ya no es solo resguardarnos del medio ambiente, es aprovechar la tecnología para adaptarlo a las necesidades del ser humano.

Actualmente, en todo el mundo, más del 80% de la tierra apta para el cultivo está en uso.¹⁷



Imagen tomada de: jetsongreen.com, en donde se presenta el proyecto de granjas de comida en rascacielos, con las condiciones ambientales controladas.

1.3 _____ LA ACEPTACIÓN DE LA ENERGÍA SOLAR EN MÉXICO

Con una radiación solar promedio de cinco kilowatts hora por metro cuadrado (kwh/m²) México se encuentra entre los 5 países que cuentan con mayor extensión de territorio con irradiación solar,¹⁸ su potencial se estima en unos 400 trillones

¹⁷ (Fuentes: FAO y NASA)

¹⁸ El investigador Enrique Caldera en su ponencia "Panorama Mundial de la Energía", detalló que en primer lugar se encuentra China, luego Singapur, México, Australia e India.



de vatios al año. Es este el motivo de que la inversión que se registró de 2010 a 2011 tuviese un aumento del 150%, pasando de 20 a 50 millones de dólares, lo que en términos de potencia equivale a una instalación de entre 5 y 6 MW. ¹⁹

Es digno de reconocer el encontrar alternativas con más ingenio y menos costo, tal es el caso de la exportadora de sal que cuenta con un Departamento de Ecología y Seguridad Industrial, que se encarga de desarrollar actividades que aseguren el cumplimiento de la normatividad ambiental, seguridad e higiene ocupacional y protección civil, así como de cumplir con los requerimientos internacionales mediante un Sistema de Gestión Ambiental que permite responder a las exigencias del mercado mundial.

En la Exportadora de Sal S.A., en Baja California Sur, donde al año se extraen 7 millones de toneladas de sal en una área de 33,000 hectáreas de estanques naturales, esto es mover 100 millones de toneladas de agua lo que equivale a 500 eta joule²⁰, es decir, el 10% de la energía solar usada en México.²¹

¹⁹ Según datos de la Asociación Nacional de Energía Solar (ANES), el país podría generar electricidad vía solar para abastecer a todo México, para lo que sería necesaria una distribución de paneles solares en 110 kilómetros cuadrados.

²⁰ Un joule se define como la cantidad de energía requerida para ejercer la fuerza de un newton a lo largo de una distancia de un metro.

²¹ Mtro. Odón de Buen. Presidente de Energía, Tecnología y Educación, en conferencia: "Construyendo lazos para el desarrollo sostenible", sept de 2010.



Exportadora de Sal S.A en Baja California Sur. Vista aérea del pueblo de Guerrero Negro con la salina extendiéndose hacia el horizonte.

Como resultado de este desempeño ambiental, las actividades, productos y servicios, son 100% compatibles con el medio, como lo avalan el Certificado de Industria Limpia otorgado el día 1 de marzo del 2000, por las autoridades ambientales mexicanas, y la certificación de nuestro Sistema de Gestión Ambiental bajo el estándar internacional ISO-14001, recibido el 17 de abril de 2002.

Cabe destacar que las condiciones geográficas son indispensables; situada sobre 33,000 hectáreas en una de las regiones más adecuadas para tal actividad, Exportadora de Sal es la salina más grande del mundo.



La escasa precipitación pluvial se combina con una alta radiación solar y viento, sobre un antiguo piso marino adyacente a las costas de la Laguna Ojo de Liebre en el Desierto Vizcaíno, creando el ambiente perfecto para una salina solar.

Más de 70% de la superficie de México recibe una insolación superior a 4.7m² por día²², siendo el mejor asoleamiento la zona centro-occidente.

A partir de ser conscientes de que la energía es la riqueza más importante que puede tener un Estado: "No debemos racionar la energía, sino generar más y de manera diferente."²³

Para hacer frente al reto se tienen fuentes renovables como la hidráulica, biomasa, geotermia, eólica, solar, y la oceánica, por mencionar algunas.

Una ventaja, es que están mejor distribuidas en el planeta en comparación con los hidrocarburos; hoy en día, países asiáticos y europeos se han percatado de su importancia, y han empezado a implementarlas con éxito. Lo cual reafirma lo trascendental que resulta que los países desarrollados, como el resto, tengan acceso a estas energías modernas, y lograrlo sin tensiones geopolíticas.

²² A dieta en tierra caliente, Omar López Vergara, National Geographic, marzo 2009, México.

²³ Dr. Alejandro Peraza García, Director General de Electricidad de la Comisión Reguladora de Energía.

El aprovechamiento de las fuentes de energía renovables y las tecnologías limpias, así como el promover la eficiencia y sustentabilidad energética, tienen como meta: la reducción de la dependencia de México de los hidrocarburos como fuente primaria de energía.²⁴

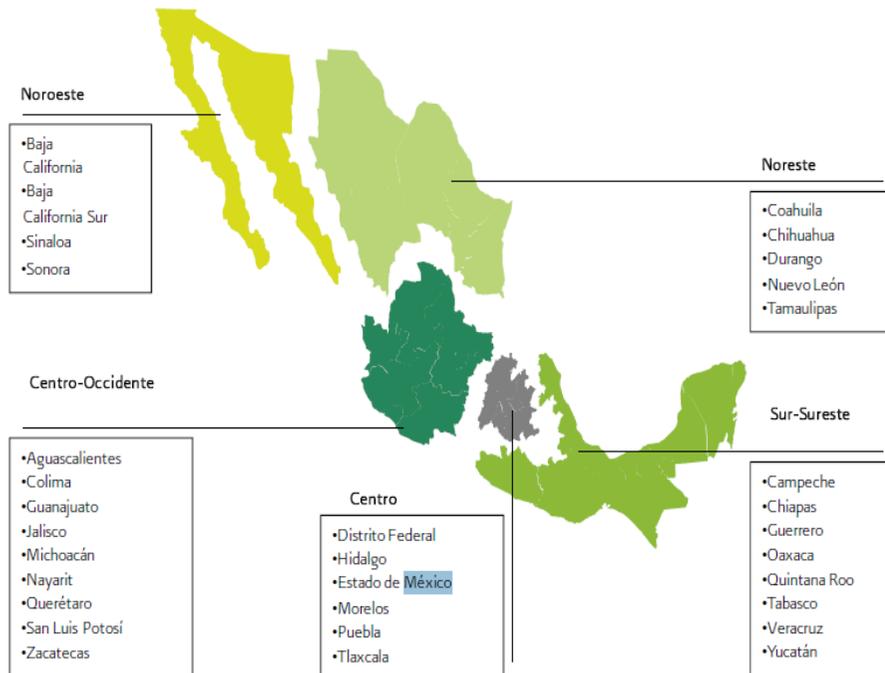
En el país se necesitan políticas, marcos legales, incentivos económicos y fondos de financiamiento para el desarrollo masivo de las renovables.²⁵

Al tener una ubicación en la que se recibe una gran dotación de radiación solar, es una excelente oportunidad de beneficiar a la vivienda, ya que después del transporte y la industria, el tercer consumidor de energía en el país es el sector residencial, además, también de ser el primer consumidor de gas LP con el 63.1 por ciento del consumo del país²⁶

²⁴ "Estrategia Nacional para la Transición Energética y el Aprovechamiento Sustentable de la Energía" publicada el 28 de noviembre de 2008.

²⁵ conferencia "México ante el fin de la era del petróleo", Claudio Estrada Gasca, en el Instituto de Investigaciones Económicas UNAM,

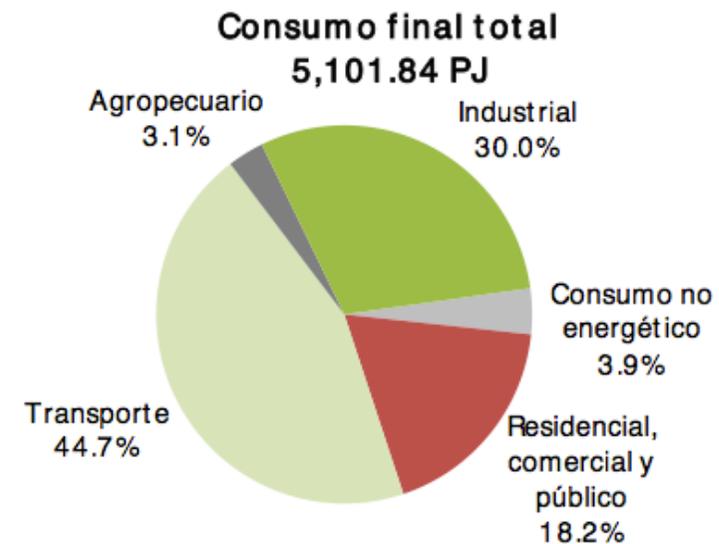
²⁶ <http://www.sener.gob.mx/webSener/portal/index.jsp?id=283>



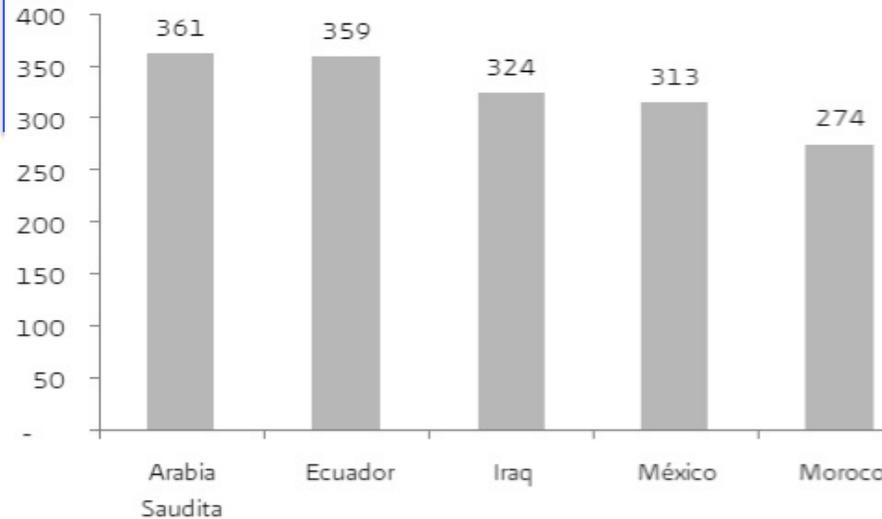
Mapa en el que se divide al país en las 5 regiones para su medición de consumo energético. Prospectiva gas LP 2009-2024

El consumo de gas LP, principal energético utilizado en los hogares mexicanos, cayó 4.3%, derivado de las medidas de ahorro adoptadas por la población por la crisis financiera en 2009. Otro factor importante que contribuyó a este comportamiento fue la adopción de nuevas tecnologías en algunos hogares, como por ejemplo, los calentadores solares.

Comparando el consumo de gas LP con los cinco países con el más alto en gasto de gas LP por vivienda, México se ubica en cuarto lugar; sin embargo, por la cantidad de viviendas y su concentración en la región templada es el que consume más gas LP a nivel mundial en el sector residencial.



Gráfica donde se muestran los porcentajes que se consumen por sector en el cual el residencial ocupa el 3er lugar con el 18.2% solo superado por el industrial por 11.8% más y el de transporté por un 26.5% más. Balance nacional de energía 2012.



Gráfica, donde se muestra el consumo por vivienda de gas LP, 2007 (kilogramos por vivienda) donde México ocupa el cuarto lugar después de Arabia Saudita, Ecuador Iraq, seguido por Marruecos con una diferencia de de solo 39 Kg de gas por vivienda. Prospectiva gas LP 2009-2024.

El gas LP es el principal energético que se consume en las viviendas y está destinado en un porcentaje del 70 al 80% para calentamiento de agua para ducha y el resto para cocimiento de alimentos. De lo anterior, la importancia de instalar calentadores solares en las viviendas y abatir altos costos por el consumo de dicho gas.

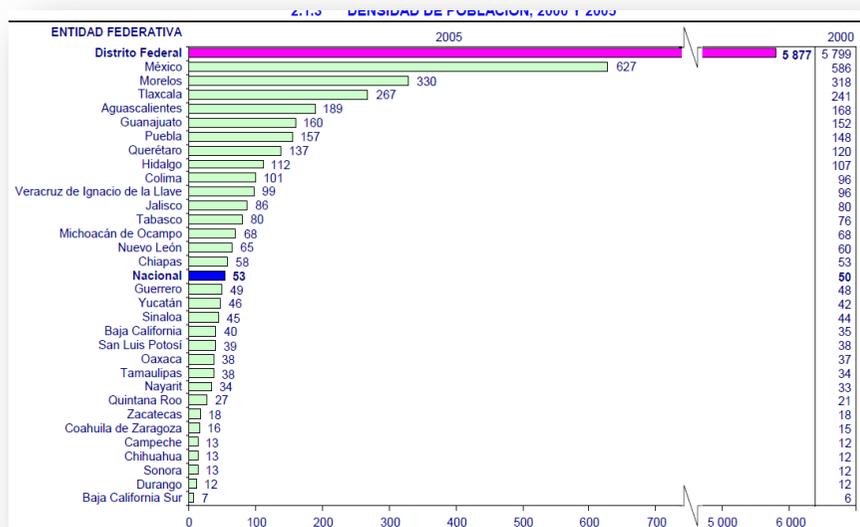
1.4 ____ LA IMPORTANCIA DE APROVECHAR LA ENERGÍA SOLAR EN LA CIUDAD DE MÉXICO.

Para el año 2050, cerca del 80% de la población residirá en centros urbanos y según las estimaciones, la población humana aumentará alrededor de 3 millones de personas hasta ese periodo. Un estimado de cerca de un 20% de más tierra, (lo que representa la superficie de Brasil) se necesitarían para alimentarnos, si las prácticas agrícolas tradicionales continúan como se practican hoy en día.

En México existe una población urbana del 77.8% ²⁷ lo cual es un indicador de cómo se ha modificado la forma de vida, de una población rural a una población urbana, la cual ya no produce su alimento y tiene que ser abastecida de recursos que se encuentran fuera de la región y por ende, se genera un mayor grado de consumo energético.

El regionalizar una investigación de este tipo es algo que le da fundamento y mayor relevancia al tema; durante el desarrollo de este trabajo se pudieron percibir, ciertas coincidencias que marcaron la pauta de que la propuesta tiene un campo de aplicación geográfico específico: la Ciudad de México.

²⁷ Según informe estadístico del INEGI de los resultados definitivos del censo, demografía y población, 2010.



Grafica, donde se muestra la desproporción entre los estados en relación a la densidad de población (habitantes que viven por cada kilómetro cuadrado) confrontada con el Distrito federal. INEGI 2010.

El factor migratorio repercute en el vértice de la arquitectura vernácula desplazada por la modernidad y por el asilamiento en grandes poblaciones, lo que nos lleva a la construcción de estructuras más ambiciosas para gloria del hombre y deterioro del planeta.

El caso particular de la Ciudad de México presenta la característica de ser la entidad más saturada en su espacio de solo 1,485 km², el 0.1% del territorio nacional; es la región federativa más pequeña a nivel nacional, ya que alberga a una población de: 8 720 916 habitantes, el 8.4% del total del país.

Para calcular la superficie urbana en el Distrito Federal es necesario consultar el Área Geográfica - Estadística Básica del INEGI. Por lo que el área urbana es de 795.35 KM² de la cual 192,3319KM² (25%) son vialidades y 603.0124KM² (75. %) son áreas edificadas.



Grafica, donde se muestra la desproporción entre el estado de Chihuahua con el Distrito federal, en Km 2 INEGI 2010

Por consiguiente, el suelo de reserva²⁸ urbana es mínimo, lo que fomenta la construcción de edificios de departamentos para resolver el rezago de vivienda que se genera por el crecimiento de población, en gran porcentaje, debido a la migración del campo y ciudades pequeñas hacia la capital de país.

²⁸ Reserva de suelo: espacio destinado al crecimiento futuro de una estructura urbana y rural o para la constitución de zona de conservación SEDUVI.



La Ciudad de México presenta una densidad de población desproporcional con respecto a las demás entidades del país, con 5,877 habitantes por KM2, por lo que a cada capitalino le corresponden 170.15 m2.

En el sector residencial se refleja claramente en la proporción de viviendas particulares habitadas, tipo independientes y en edificios de departamentos. Es de esperarse que para acomodar a tantos capitalinos, en tan poca superficie, cada vez sea más frecuente demoler casas unifamiliares con áreas verdes para construir diminutos apartamentos como se muestra en los porcentajes siguientes:

La media nacional es de 86.5% viviendas independientes y 8% en departamento en edificios.

Por lo que en el D.F. es de 53.6% de viviendas independientes y 31.8% en departamento en edificios.

Las acciones enfocadas hacia las viviendas en edificios de departamentos adquiere cada vez más importancia, ya que los predios en donde existen casas independientes son retiradas para aprovechar lo más posible el área para la edificación con el mayor número de nuevas viviendas, marginando las orientaciones adecuadas; teniendo como resultado, edificios incómodos por falta de consideraciones bioclimáticas, los cuales terminan por ser muy ineficientes y grandes consumidores de energía o inhabitables.

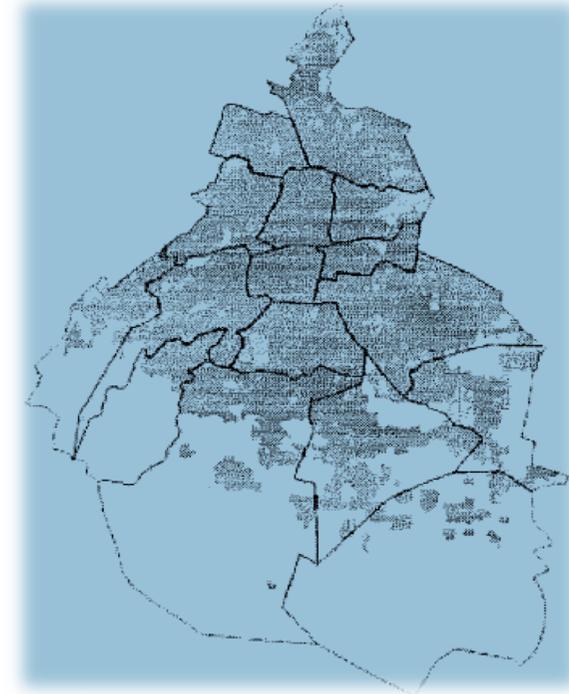


Imagen de la mancha urbana del Distrito Federal, fuente: ZMVM, Laboratorio de la Ciudad de México, 2000, Mapa de la Secretaría de Comunicaciones y Transporte del D.F.

Aunado a la escases de espacio para edificar, se presenta el problema de los techos financieros y los bajos salarios de la mayor parte de la población para adquirir una vivienda propia y con ello, dejar de rentar. Esto se ve repercutido en la cantidad de metros cuadrados de construcción y la poca inversión en acabados como son fachadas y sistemas de ventilación adecuados que contemplen el confort para los usuarios.



Un punto clave que puede diferenciar a la Ciudad de México: es el clima templado que propicia el uso constante del calentamiento de agua para la ducha, ya que en zonas más asoleadas, el agua de la ducha es para refrescarse y por lo tanto aquí en el centro del país es donde más se requieren los calentadores solares para vivienda.

Con calentadores solares planos, podemos captar energía solar para uso doméstico de más de 60°C, lo cual es más de lo que necesitamos para una ducha de agua caliente, ya que el rango de confort es de 24°C a 29°C. ²⁹

La temperatura en esta zona del centro de México difícilmente está bajo cero, los calentadores son mucho más sencillos tecnológicamente y con ello más económicos que los utilizados en Alemania. ³⁰

En la Ciudad de México la radiación solar tiene la refracción en paredes y asfalto, y la reflexión de los cristales de edificios. La hierba refleja al menos un 10% de la radiación incidente. La radiación solar también varía con la altitud, a mayor altitud

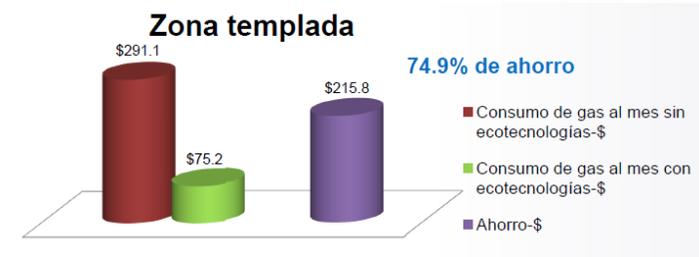
²⁹ María Crespo, La temperatura del agua de la ducha, <http://www.la-temperatura-del-agua-de-la-ducha> 5 de Junio 2008, consultado 20 de marzo de 2010

³⁰ Frauke Böger, Agencia Alemana de Prensa (dpa), a 7 de diciembre de 2009

aumenta. Por ésta razón, la radiación UV es mayor que al nivel del mar. ³¹

La vivienda es el 3er consumidor de energía en el país por sector energético, 18 %, 1er consumidor de gas LP por sector energético /63.1 % y 3er consumidor de gas LP a nivel mundial /308 mil 900 barriles diarios.

Gas – Consumos /mes promedio



Gráfica tomada de Evaluacion_y_Mediciones_2010, coordinación de vivienda sustentable, INFONVIT, donde se muestra el ahorro obtenido por el uso de calentadores solares, en el programa de Hipoteca Verde.

³¹ Environmental Protection Agency, Aire y Radiación (6205j), "El Sol, la radiación ultravioleta y usted", EPA-430-K-01-009,



Dicho de otra manera, el lugar donde se consume más gas LP, por sector vivienda y su gran concentración en la región es en esta ciudad.

Al proponer la aplicación del prototipo para la Ciudad de México, dentro de la búsqueda de información, nos percatamos de que al igual que en siglos anteriores, nuestros antecesores habitantes de la cuenca del Anáhuac, denominados Aztecas, podemos decir que: aquí es el lugar indicado.

Es así que la coincidencia de una gran población, en una superficie limitada y un clima templado, son los responsables que la vivienda de la Ciudad de México sea la mayor consumidora de gas LP a nivel mundial.

En abril de 2007, el Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los trabajadores (INFONAVIT) analizó la viabilidad de promover criterios de sustentabilidad en las viviendas mediante la inclusión de eco-tecnología que generará ahorros en el consumo de agua, luz y gas, así como el manejo de residuos sólidos y la conservación de áreas verdes.

Hipoteca Verde, logró financiar cerca de 240 mil viviendas equipadas con eco-tecnologías; por lo que, México manda el mensaje al mundo de estar a la vanguardia en desarrollo sustentable por medio de que la reconversión de su parque habitacional, mediante características verdes, inició en la base de la pirámide de ingresos.

Con los programas de financiamiento adicional de hipoteca verde, en donde se otorga una cantidad adicional al crédito de la vivienda, se instala tecnología que contribuya al mejoramiento del medio ambiente y a la economía de los futuros usuarios, se da el privilegio de instalar calentadores solares, los cuales saturan las azoteas de los edificios nuevos, presentando algunos inconvenientes:

Acumulación de mayor peso en la estructura de la losa del último nivel por el almacenamiento de agua y la propia instalación en la azotea.

Distancias de recorridos muy grandes, desde el termo tanque hasta el sitio de uso (regadera) en los departamentos de las plantas inferiores, por consiguiente, mayor cantidad de material para aislar la tubería de las instalaciones del agua caliente.



Imagen tomada por el autor, donde se muestra la zona del aeropuerto de la ciudad de México, que actualmente se está densificando con edificios de vivienda de interés social y popular.



Incremento del costo de inversión, no contemplado en la venta del equipo y mantenimiento por la cantidad de tubo y aislante hacia los departamentos de niveles inferiores, alejados de las azoteas.

Estéticamente, poco adaptables al edificio ocasionando la clara percepción de un agregado que es lo más común en construcciones de este tipo ya terminadas, que adopten esta tecnología.

Fachadas con gran incidencia solar en el caso de que por las condiciones del terreno las ventanas estén mal orientadas.



Imágenes realizadas con medios electrónicos por el autor, D.R. © Daniel E García Flores, donde se aprecia, el acomodo actual de los calentadores solares y la distancia de recorrido hacia el lugar de uso de cada departamento.

Falta de volumetría y con ello, de sombras que protejan la entrada de sol al interior de la vivienda, ignorando por completo el concepto de bio-climatización.

A continuación, revisamos la investigación de los primeros conjuntos que incorporaron principios de energía renovable en la Ciudad de México.

En los años 70s se realizaron los primeros esfuerzos por concientizar a la población de la capital del país con los primeros conjuntos ecológicos habitacionales de la ciudad. Estos dejaron de utilizar las instalaciones como calentadores solares y no tuvieron la voluntad política ni el interés de los usuarios que ahora se tiene.

En la tesis de maestría de “Estado actual de ecotecnias en los conjuntos habitacionales ecológicas”, Edgar León Cacho, del año de 2005, nos plantea lo siguiente con el análisis de 4 conjuntos habitacionales de la Ciudad de México:

1. Conjunto Ecológico Pedregal Imán V etapa;
2. Conjunto San Pablo Xalpa;
3. Conjunto Ecológico Fuentes Brotantes;
4. Conjunto Unión Popular Nueva Tenochtitlán.

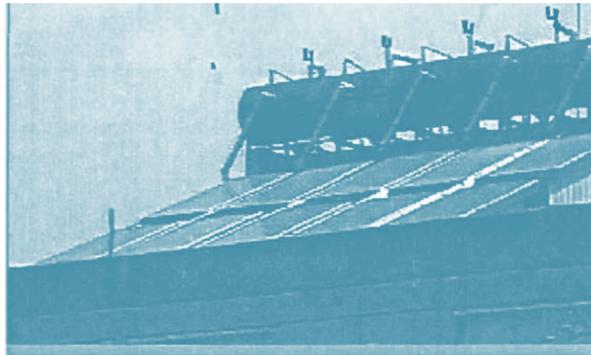


Imagen tomada por Edgar León Cacho, fachada general del sistema de calentamiento de agua en la azotea.

El análisis de los 4 conjuntos se realizó con visitas al sitio, encuestas y medición del tipo de deterioro de las instalaciones, evaluación de las modificaciones al inmueble y un análisis de reglamentación y leyes como la de condominios.

Como antecedentes se da una visión internacional y otra de la región, de cada conjunto que se ubica, se enlistaron las ecotecias aplicadas y se reportó el estado actual.

Las encuestas se aplicaron a los usuarios de los conjuntos.

Se revisó la legislación: Ley de Condominios, Administración de Condominios, Calidad de los Condominios, Reglamento de Construcción y Licencias y Permisos.

Las conclusiones, involucran a varios actores, desde los usuarios y autoridades, hasta profesionales. Lo que más cobró mayor relevancia en las entrevistas, es la falta de una amplia orientación y conocimiento del funcionamiento de las ecotecias y ausencia de cultura ambiental.



Imagen tomada por Edgar León Cacho, panorámica general de los calentadores solares

Hoy en día, la difusión que se está dando es alentadora, cada vez más se promueven las ventajas del uso de energía solar, del ahorro en el calentamiento de agua a favor de un beneficio tangible económico y ambiental.

La innovación por reubicación, dará el *plus* de manera que se venzan las barreras del consenso y burocracia, para que no se dependa del mantenimiento colectivo que afectó en su momento a estos conjuntos ecológicos. La voluntad colectiva ya no truncará la instalación y funcionamiento los de calentadores solares.

Pero vamos a casos más recientes que se están dando en otras partes del mundo y que nos pueden servir de proyección de lo que puede pasar en México y en dónde podemos ser propositivos y adelantarnos para mejorar las propuestas actuales de la implementación de las energías renovables:



En China, la mayoría de las viviendas tienen instalados colectores solares en las azoteas. Esta tecnología sencilla y de bajo costo, comenzó a aplicarse en las zonas rurales más pobres, y ahora se ha extendido a los centros urbanos.

Se estima que son ya 30 millones las viviendas que utilizan la energía solar, lo que representa alrededor del 60% de la capacidad solar instalada en el mundo.

En China, adquirir un calentador solar es muy barato, debido al bajo precio de los materiales con los que se construyen y también de la mano de obra.



Imagen tomada de: <http://www.eltartalo.com/blogchina/energia-solar>, con fines didácticos. 20. Noviembre 2013 | Categoría: Vida en China

En 2010 la organización no gubernamental estadounidense “Alliance to Save Energy” concedió el premio internacional de “Eficiencia Energética” al programa de subsidio federal “Ésta es tu Casa”, con más de 120 mil viviendas equipadas con eco-tecnologías.³²

Los calentadores solares son una realidad en México y en su capital, hemos observado que dan beneficios y que se ha conseguido hasta reconocimiento internacional; no obstante, podemos darle un giro esencial a esta aplicación y mejorar lo ya manifestado en otras partes del mundo.



Imagen tomada de Acciones y proyectos orientados hacia un entorno sustentable, CONAVI, en donde se muestra uno de los conjuntos financiados con Hipoteca Verde.

³² COP 16 Resultados , Comisión Nacional de Vivienda, CONAVI.



CAPITULO 2

ESTADO DEL ARTE.

Abordaremos este capítulo aclarando lo que se entiende por *innovación*. Esto consiste en crear o modificar un producto, y su introducción en el mercado, es decir, su aplicación exitosa de forma comercial para que la gente pueda disfrutar de ello.

La innovación exige la conciencia y el equilibrio para transportar las ideas, del campo imaginario o ficticio, al campo de las realizaciones e implementaciones.

De tal manera que podemos caracterizar el producto de esta investigación, como una innovación. Así que para iniciar la fundamentación y congruencia con el nuevo prototipo, en este apartado la información obtenida la agrupamos en tres temas que son: **la aplicación de la energía solar** en términos generales ya que de manera específica, los calentadores solares los trataremos en el siguiente capítulo con mayor profundidad; las **protecciones de fachadas por incidencia solar**, las cuales las encontramos ligadas a proyectos arquitectónicos, en los casos más novedosos con alguna aplicación energética, y por último, la **innovación por reubicación**, mismo que toma los ejemplos exitosos de elementos que han sido utilizados de forma diferente a la que fueron concebidos y abren la posibilidad de innovar su función.

2.1___APLICACIONES DE ENERGÍA SOLAR.

La energía solar es aquella producida por el efecto del calor del sol¹ que emite radiaciones que alcanzan la superficie de la Tierra. Estas radiaciones pueden aprovecharse para calentamiento o generar electricidad.

Este tipo de energía es una de las que mejores expectativas que se tienen para el futuro, de hecho, la cantidad que el Sol genera hacia la Tierra en un plazo de 30 minutos, equivale a toda la energía consumida por la humanidad en un año.²

¹ El Sol es una estrella a la que le quedan, al menos, 6.000 millones de años más de vida. Bonanno A, Schlattl H, Paternò L: "The age of the Sun and the relativistic corrections in the EOS". Astronomy and Astrophysics.

² Datos consultados en la página de la generación del sol, en colaboración con Isofotón, España.



La naturaleza ha hecho uso de esta energía exitosamente, como es el caso de la fotosíntesis, la evaporación de los mares, y algunas industrias se valieron de ésta antes de que existiera la eléctrica y la siguen utilizando en los procesos de destilación, secado de hierbas y frutas. También en la arquitectura, se ha considerado como un aliado en el acondicionamiento del aire ya sea calefacción, refrigeración y control de heladas.

Incluso, una de las aplicaciones que más utilizamos es la iluminación, cualquier ventana es un colector solar, y por el solo hecho de contar con la luz de sol ya tenemos una considerable ventaja en economizar energía, así como también cuando secamos la ropa al exponerla al sol, estos simples ejemplos tal vez pasan desapercibidos, pero hacemos uso de ellos cotidianamente.

Como avances tecnológicos y sustentables tenemos generación de energía eléctrica por medio de foto-celdas y calentamiento de agua mediante hornos solares de concentración de espejos hacia una torre central.

A continuación, se realiza una síntesis de los diferentes usos de aplicaciones solares que son temas de vanguardia por su importancia en el desarrollo energético y que abren una alternativa en el panorama de propuestas para solucionar las demandas de confort, combustible y desarrollo de la población.



Imagen tomada de la revista Obras, con fines didácticos, en donde la empresa Solatube promueve este domo donde se presume la mayor eficiencia en soluciones de iluminación natural.

Frío solar y refrigeración solar: se refieren a sistemas que usan la energía solar para la refrigeración de ambientes. La aplicación más frecuente es el acondicionamiento de aire, tanto en edificios como en vehículos. Existen 2 opciones: sistemas fotovoltaicos y sistemas con energía solar térmica.



El primer sistema consiste en que la energía eléctrica obtenida del panel fotovoltaico sirva para alimentar un aparato eléctrico que propicie el enfriamiento, como puede ser un ventilador hasta una nevera.

Para los sistemas con energía solar térmica, se hacen consistir en el intercambio de calor entre dos fluidos que llamaremos refrigerante y adsorbente, los cuales trabajan bajo los siguientes principios:

Cuando un fluido se evapora, absorbe calor y cuando se condensa cede calor.

La temperatura de ebullición de un líquido varía en función de la presión, es decir, a medida que baja la presión, baja la temperatura de ebullición.

Hay establecidas parejas de productos químicos que tienen cierta afinidad a la hora de disolver el uno al otro, como el agua y el bromuro de litio o el agua y el amoníaco.

El fluido refrigerante en estado líquido, que puede ser el bromuro o el litio, para liberar el vapor refrigerante necesita aumentar su temperatura y presión, por lo cual, con el agua caliente que en este caso se le llamará compresor térmico realizará este proceso para después regresar a un elemento de expansión en que la presión y temperatura se reducen y sucesivamente se repetirá el ciclo.

Encontramos en el Sistema Altherma de Daikin una aplicación comercial de calefacción y refrigeración con energía solar.

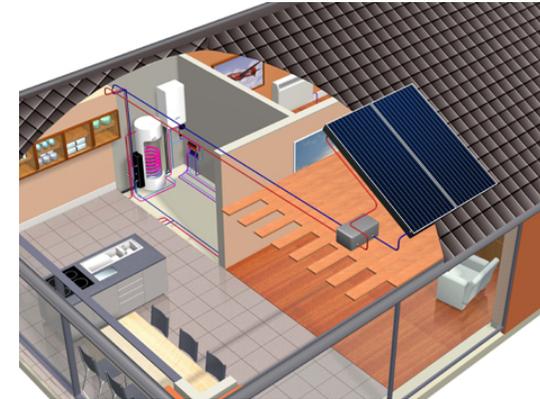


Imagen tomada de <http://www.daikinaltherm a.es/> donde se muestra el esquema funcionamiento de Altherma con paneles solares.

Daikin, es una compañía especialista en el sector de la climatización, Altherma, es un sistema "todo en uno" de calefacción, refrigeración y producción de agua caliente sanitaria, a fin de lograr mayores niveles de eficiencia energética en el hogar.



Lo relevante es un kit opcional que permite la generación de agua caliente sanitaria mediante energía solar. Su principal novedad es que no necesita un depósito específico, ya que “convierte” de forma sencilla el tanque de Altherma, ya existente, en un acumulador solar; hasta ahora eran necesarios dos tanques, uno para energía solar y otro para la bomba de calor. Esto se debe a que el kit solar se puede instalar directamente sobre los depósitos del sistema Altherma, o remotamente, dotándoles de un depósito que es capaz de emplear dos fuentes de energía distintas para calentar agua.

El calor generado por la instalación de energía solar es transferido al serpentín del depósito de Altherma mediante una bomba adicional y a un intercambiador de placas situados en una envolvente aislante. El Hidrokit de Altherma realiza la gestión de las fuentes de energía, consiguiendo una gestión más eficiente de las mismas.

Con el kit solar, entre el 60 % y el 75 % de la energía necesaria para el calentamiento del agua sanitaria proviene de los paneles solares. Esto supone un importante ahorro energético, más aún si tenemos en cuenta que el 40%-25% restante se genera a través de Altherma que, ya de por sí, permite ahorrar hasta un 50% de energía y ofrece un rendimiento cuatro veces superior al de una caldera convencional.

Energía solar fotovoltaica: se obtiene con las llamadas placas o módulos solares fotovoltaicos, que a su vez están constituidos por celdas fotoeléctricas, capaces de convertir la luz en un potencial eléctrico, sin pasar por un efecto térmico tienen una eficiencia de conversión de la energía recibida del Sol a energía eléctrica entre un 9% y un 14%.



Imágenes de un panel con foto-celdas y su proceso de manufacturación, imágenes tomadas en la expo Green el 29 de septiembre de 2012.

Algunos materiales presentan una propiedad conocida como efecto fotoeléctrico, estos materiales se componen de un ánodo (polo hacia donde se dirigen los aniones “cargas negativas”, por lo tanto es un polo positivo) y un cátodo (polo hacia donde se



dirigen los cationes (cargas positivas), por lo tanto, es un polo negativo) recubiertos de un material fotosensible.

La luz que incide sobre el cátodo libera electrones que son atraídos hacia el ánodo, de carga positiva, originando un flujo de corriente proporcional a la intensidad de la radiación, que hace que absorban fotones de luz y emitan electrones. Cuando estos electrones libres son capturados, el resultado es una corriente eléctrica que puede ser utilizada como electricidad.

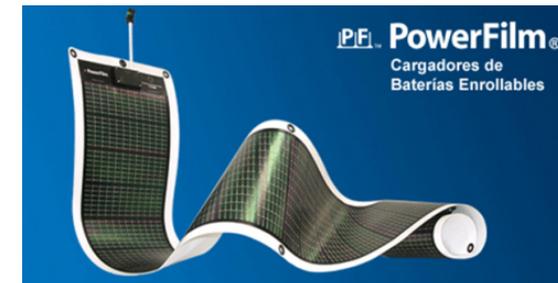
Dentro de lo que son paneles fotovoltaicos, como innovación encontramos **Celdas Solares Flexibles: de la Serie Enrollable**, estos paneles solares flexibles han sido fabricados teniendo en cuenta todo lo que implica el uso al aire libre. Cada unidad ha sido armada con los bordes sellados para que sean impermeables.

Al dejar de ser paneles rígidos su uso va enfocado a las actividades al aire libre, campismo, navegación.

Las celdas de la serie enrollable proporcionarán potencia confiable, en los lugares más remotos, para almacenar las celdas, simplemente se enrollan y se guardan en su bolso.

Cada unidad viene con una extensión de 4.50 metros de longitud para facilitar la carga de baterías de 12 volts.

Su precio oscila entre 104.30 y 260.60 euros (\$1,877.40 y 4,690.80 pesos aproximadamente, considerando el tipo de cambio) los comercializa la empresa: Powerfil.



Imágenes tomada de la página http://www.celdassolaresflexibles.com/Rollable_Series.php, con fines didácticos. 14-02-2014

Los paneles fotovoltaicos en cubiertas de viviendas, o instalaciones de industrias es lo más característico cuando pensamos en energía fotovoltaica, pero también se está extendiendo a la aplicación de artículos personales como: gorras con lámparas de LEDs y celdas fotovoltaicas, cargadores para celulares, mochilas que incluyen un pequeño panel de fotoceldas, el cual podrá recargar las computadoras portátiles.



Imágenes tomadas en la expo. Green 2012, en donde se aprecia el uso de la energía solar para usos tan diverso como: lámparas, cargadores de teléfonos, en artículos de uso diario.

A nivel experimental se presentan avances en vehículos aeroplanos, embarcaciones en donde se pone a prueba el desempeño de la energía solar como el propulsor de estos artefactos.

La NASA ha sido pionera en el desarrollo de energía solar fotovoltaica, debido a su investigación en satélites, los cuales necesariamente requieren un sistema de energía renovable ya que sería incosteable estar suministrando un combustible periódicamente.

Dentro de de los prototipos de prueba encontramos el ala volante de un aeroplano capaz de realizar un viaje de 18 horas a una altitud de 328,000 metros sobre el océano pacífico³



Imagen tomada de <http://www.dfrc.nasa.gov/Gallery/Photo/Helios/HTML/ED01-0209-3.html>, con fines didácticos. Donde se muestra el ala volante de prototipo Helios solar eléctrico.

Huerto solar : son instalaciones fotovoltaicas que en una determinada área y con los diferentes inversionistas, comparten infraestructura a pequeña escala para captar, transformar y suministrar la energía a la red eléctrica, ⁴

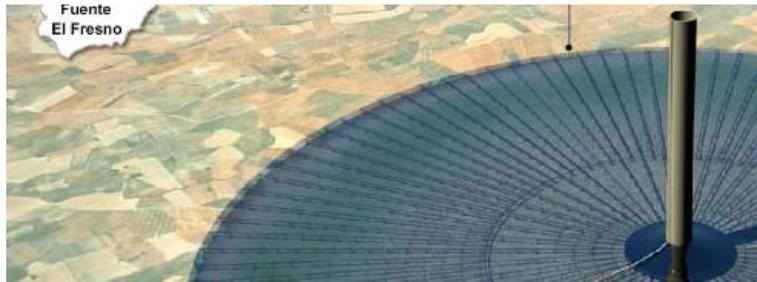
³ primer vuelo de prueba sobre energía solar de Pacífico misiles gama instalaciones la US Navy en Kauai, Hawaii, 14 de julio de 2001.

⁴ Large-scale photovoltaic power plants.



Central eléctrica de chimenea solar: consiste en cubrir una gran superficie (44,000m²) de terreno con vidrio o plástico y colocar al centro una chimenea de gran altura (entre 200 y 750 m) en la base de la chimenea se colocan aerogeneradores que se moverán con el paso del aire caliente que busca una salida.

Los aerogeneradores utilizan la energía cinética para producir electricidad, el rendimiento es de 2%. Es una tecnología económica y sencilla con un atractivo costo-beneficio, la base se puede utilizar como invernadero y mediante la colocacion de contenedores de agua se puede asegurar la ampliacion del funcionamineto constante incluso por las noches⁵.



El proyecto se ubica en España, en los alrededores de Fuente de Fresno, debido a que cuenta con clima calido, leve humedad, tierras llanas y extenso espacio. Potencia de 50 MW, 650 hectárias de base, torre de 750 m de altura.

⁵ www.sitiosolar.com/las-centrales-solares-termoelectricas

Central termoeléctrica de concentración solar: se obtienen altas temperaturas por la concentracion de los rayos solares por medio de materiales reflejantes.

Centrales con captadores cilindroparábólicos: los captadores en forma de cilindros parabólicos, concentran los rayos de sol, en una tubería con un fluido calor-portador, el cual puede alcanzar los 400° C, este liquido se almacena en forma de vapor, que al ser liberado moverán turbinas que generarán electricidad.

Cada central de este tipo produce una potencia de 50 MW, resaltan las de EU en el desierto de Mojave (potencia de 354MW de 9 centrales) y en Egipto, en Kuraymat (planta híbrida con gas 150 MW).



Plataforma solar del CIEMAT en Almería , España donde se muestran los diversos elementos de los concentradores solares, imagen tomada de Tecnoblogsanmartin, con fines didacticos.



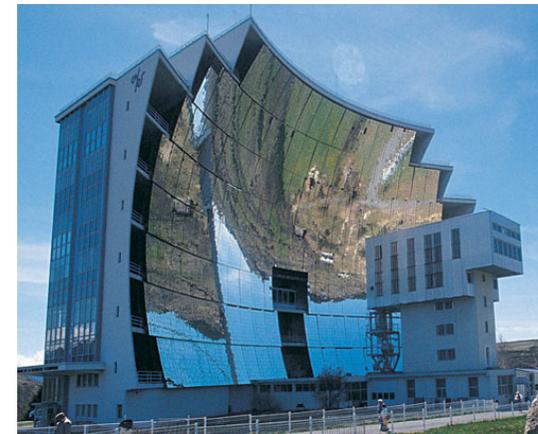
Centrales solares de concentración en torre: consiste en una torre, en la cual, un campo cubierto de espejos y todos dirigidos a un punto específico, reflejan los rayos del sol; en este punto se encuentra un material absorbente (sodio líquido, nitrato fundido, o vapor de agua saturado) llegando a tener temperaturas de 4000°C, el fluido calor portador se almacena y posteriormente al liberarse provoca el funcionamiento de turbinas que generan energía eléctrica.

La potencia que se genera es de 0.5 a 10 MW y las más representativas se ubican en España, E.U., Italia, Francia, Rusia y Japón.



Imagen tomada de http://www.solarpaces.org/Task_s/Task1/ps10.htm, Solúcar PS10 es una planta solar termoeléctrica por tecnología de torre, la primera en el mundo explotada comercialmente.

Los hornos solares: son instalaciones que concentran y captan la energía solar, los cuales pueden ser desde, artefactos para cocción de alimentos (estufas solares) a los de gran escala para investigación de la concentración de la radiación solar como: El horno solar de Odeillo (Francia) y el de Taskent (Uzbekistán), los dos mayores hornos solares del mundo, con una potencia térmica de 1000 kW su especialización recae en el comportamiento de los materiales sometidos a condiciones de temperatura extremas.



Horno solar de Odeillo es un centro de investigaciones sobre energía solar ubicado al sur de Francia, en los Pirineos Orientales, Símbolo internacional de la energía solar en Francia.



El procedimiento para obtener energía eléctrica a partir de un horno solar es el siguiente:

1. La luz se refleja en un conjunto de espejos orientados (helióstatos) para concentrar la luz reflejada hacia una caldera.
2. En la caldera se calienta agua hasta convertirse en vapor, que se dirige hacia unas turbinas.
3. De nuevo, un generador conectado a las turbinas convierte la energía mecánica en energía eléctrica.
4. Luego, la energía eléctrica se distribuye por los tendidos eléctricos, como en los otros casos.

Los **sistemas de calefacción**: funcionan a partir del calor que se obtiene de los colectores térmicos, el calor recogido allí puede destinarse a satisfacer la necesidad de climatizar diferentes edificios (hoteles, hogares, etc.).

La **energía solar térmica**: es el aprovechamiento que se logra por medio del calentamiento de algún medio transportador de energía que se obtiene por lo general con los colectores solares o placas solares térmicas, que convierten en calor entre un 40% y un 75% de la energía recibida.

El colector solar está compuesto por dos tubos principales unidos entre sí por una serie de tubos paralelos de menor diámetro. Estos últimos suelen llevar unas aletas unidas o soldadas que transmiten el calor hacia el tubo, por el que circula un fluido (normalmente agua) que transporta el calor obtenido. Toda superficie de tubos y aletas expuestas a la radiación solar lleva un tratamiento que aumenta la absorción de la radiación. Para conseguir un mayor rendimiento, todo el conjunto se introduce en una caja con un cristal en la cara superior y un aislamiento en la cara inferior, que disminuye la pérdida de energía hacia el exterior. Entre los colectores solares térmicos se distinguen varios tipos: los convencionales, descritos anteriormente; los de tubos de vacío, que proporcionan un mayor rendimiento; o los de polipropileno, especialmente diseñados para el calentamiento de piscinas.

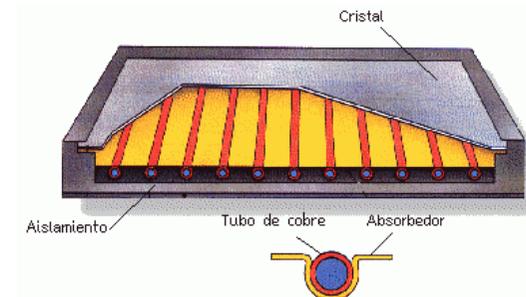


Imagen tomada de ecotec2000, donde se muestra el corte de un colector solar y el detalle del tubo de cobre.



2.2___PROTECCIONES DE VENTANAS POR INCIDENCIA SOLAR.

En la innovación de fachadas de edificios se dan a conocer cristales inteligentes que pueden filtrar los rayos nocivos del sol y permitir una fachada libre de obstáculos para una vista panorámica.

Otra forma de proteger a los edificios de la incidencia solar es con parte-soles o protecciones solares que son una alternativa viable en comparación con el cristal inteligente, en cuanto a economía y da mayor diversidad al terminado de las fachadas de cada edificio.

En este capítulo nos abocamos a la búsqueda de lo más avanzado de protecciones solares, ejemplos propositivos en donde se integran funciones a lo que es únicamente el resguardo del confort al interior de un espacio, tal como lo que manifiestan los siguientes casos:

El Parque Temático de la Energía Verde KEPCO, el cual es una iniciativa de Korea Electric Power Corporation, por ser una empresa líder en la implementación de energía verde.

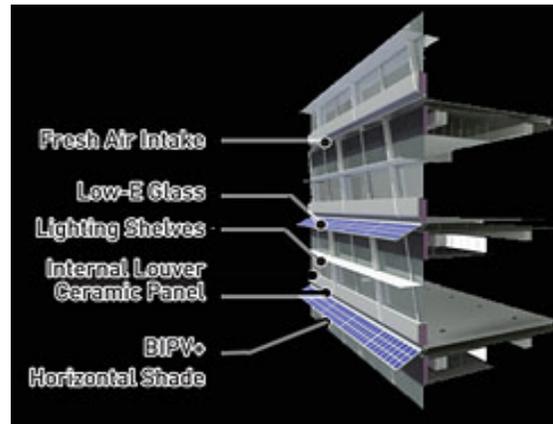
Se ubica cerca de Naju, Corea del Sur, promueve la creación de ventilación, luz natural y vistas. Con la opción de estar abierto al medio ambiente o completamente sellado, en un claro intento por lograr el mejor aprovechamiento del uso de la energía natural.

Lo relevante es que en el diseño de la torre del corporativo ubica los paneles fotovoltaicos como parte-soles que no afectan la vista panorámica y ya albergan las instalaciones para captar energía solar.

Cada lado de la torre fue diseñado individualmente para adaptarse a condiciones relacionadas con la orientación, la luz solar y el viento. Cuenta con dispositivos de sombra a cada lado de la torre y un muro verde en el lado norte que aísla naturalmente al edificio; al sur los paneles solares del sistema fachada del edificio funcionan como una cosecha de huertas solares, mientras que los sensores luz del día y los sistemas inteligentes de control reducen el desperdicio de energía debido a que disminuye el gasto de aire acondicionado.⁶

En el caso de las estrategias del tratamiento de las fachadas, las fotoceldas están ubicadas como alerones en la fachada, lo que disminuye la incidencia solar y las muestra como elemento horizontal de la fachada.

⁶ Publicado en <http://mrmannoticias.logspot.com/2010/04/parque-de-energia-verde-disenado-por.html>



Fragmento de la imagen Facade Strategy, tomada de <http://mrmannoticias.blogspot.com/parque-de-energia-verde-disenado-por.html>, reproducción con fines didácticos

Como generalidades de los diferentes procesos para aprovechar la energía solar, es necesario decir: existe un condicionante geográfico, pues son más rentables en regiones soleadas durante la mayor parte del año, la eficiencia de captación y transformación de la energía solar a eléctrica es baja, menos del 20% con la tecnología disponible actualmente de foto-celdas.



Imágenes del proceso de fabricación de paneles fotovoltaicos en una industria de manufactura mexicana.



ISOFOTÓN es una institución enfocada a la investigación en energía solar y que en su edificio administrativo refleja su vocación por medio de la integración arquitectónica de paneles fotovoltaicos en las fachadas.



Los módulos se utilizan como material constructivo en cerramientos, cubiertas y fachadas de gran valor visual. Considerando que es el sistema de Energías Renovables más adecuado para la generación de electricidad en zonas urbanas sin provocar efectos ambientales adversos, esta tecnología constituye un aporte significativo para alcanzar metas de sostenibilidad urbana.

La unidad para medir esta cantidad es la radiación, y normalmente se mide la energía recibida en un lugar a lo largo de un período que suele ser un año. La radiación varía a lo largo del año, incrementándose en los meses de verano debido a la mayor duración del día.

Dentro de los criterios que se consideraron para la integración de los paneles fotovoltaicos a la fachada del edificio están:

Sombras: evitar problemas de sobre-amiento se puede situar los obstáculos potenciales al Norte (chimeneas, torres de ventilación, etc.).

Situar plantas técnicas al Norte (cuartos de máquinas, cabinas de ascensores, depósitos, etc.).

Asegurarse de que los núcleos de escaleras no arrojen sombras.

Separar, en la medida de lo posible, árboles o cualquier otro elemento urbano de cierta altura de las fachadas.

El módulo fotovoltaico necesita estar ventilado, por lo que un régimen de vientos moderados favorece su máxima eficiencia, sobre todo en verano, que es cuando el módulo fotovoltaico está a mayor temperatura.



Fragments de imagenes de la fachada del parque tecnológico de Andalucía _ Málaga, imagen tomada de la página de Isofotón, con fines didacticos en donde su muestran las foto-celdas como piel de la fachada y como parte soles.



Un hotel frente al puerto de Málaga, en España, el cuál es un edificio comercial a diferencia de Isofotón, que su misión es promover la energía solar, en dicho hotel la premisa es el beneficio económico.

En este edificio colocan los paneles fotovoltaicos como protecciones solares, en donde se han diseñado expresamente para ser un elemento arquitectónico con la función de dar sombra al interior de las habitaciones.

Los paneles solares para calentamiento de agua también son colocados de forma no convencional en la azotea del edificio pero orientado hacia el poniente, (lo ideal es que estén hacia el sur), pero se analiza la pérdida de eficiencia y se concluye que es aceptable, en comparación de lo que se gana como vista y remate visual (se disminuye un 20% de eficiencia térmica).

Este ejemplo es significativo cuando encontramos que los diseñadores de esta propuesta de fachada son arquitectos (no ingenieros) que están tratando la energía solar en la integración del edificio.



Imagen de la fachada sur con los paneles fotovoltaicos como parte-soles, imagen extraída de la página web del despacho, Hombre de Piedra⁷

El planteamiento de esta tesis en utilizar calentadores solares como protecciones solares estriva, en que las condiciones económicas y sociales de la ciudad de México propician más una tecnología de menor costo en comparación a las fotoceldas, aun que esto nos lleve a otros retos como el incremento de peso suspendido en las fachadas.

⁷ <http://www.hombredepiedra.es/v1/>



En París, Francia, se encuentra un edificio destinado a vivienda de interés social, el cual integran los paneles solares térmicos como protección visual y solar, lo que ayuda a mantener más fresco el edificio en los días calurosos.

Las características, de este edificio son: el contar con una terraza balcón hacia la colindancia de la calle la cual reduce el ruido y la insidencia solar, se refuerza esta barrera del exterior con paneles termosolares que funcionan completamente verticales y pueden simular una fachada de cristal interumpida con vanos.

En total, son 17 departamentos. Con la fachada de calentadores solares se podrá abastecer hasta el 40% del agua caliente necesaria de los departamentos.

La agencia Philippon-Kalt fue la desarrolladora de este proyecto, ubicado frente a la estación de Barbès, el primer edificio de viviendas sociales en París con una fachada de paneles solares.

La fachada muestra los paneles solares en el Boulevard de la Chapelle, capturando la energía solar gratuita.

Estas viviendas sociales de menores ingresos se han creado en un ambiente muy restringido con la voluntad de aplicación de tecnologías medioambientales innovadoras.



Imagenes tomadas de: <http://www.dforcesolar.com/energia-solar/paris-tiene-su-primer-edificio-de-interes-social-con-energia-solar/>, los autores del proyecto son Philippon-Kalt Architects

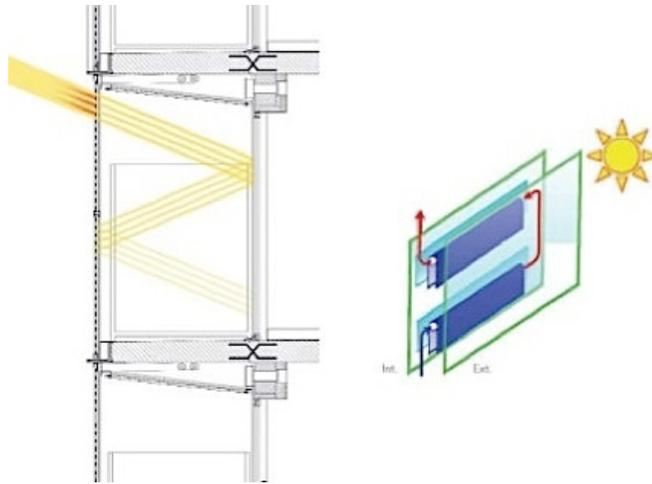


Imagen tomada de www.muuz.com/photo, donde se muestra el detalle del funcionamiento de los colectores de la fachada.

Un sistema de monitoreo verifica el rendimiento del sistema de producción de agua caliente solar. Con sensores de sol, los paneles solares de doble uso.

2.3__INNOVACIÓN POR REUBICACIÓN.

En este apartado se concentran los ejemplos de innovaciones obtenidas por el aprovechamiento de la tecnología, la cual fue concebida para una función y una escala específica y al modificar su ubicación, su función desempeñó nuevos beneficios en otras aplicaciones.

Puentes con aerogeneradores

Las aspas de los aerogeneradores, son ya incorporadas a la estructura y estética de los edificios. Incluso son elementos que por su reubicación consiguen resaltar la construcción, como un ícono dinámico y atractivo, enfatizando la producción de energía en un proceso gratuito de aprovechar las corrientes de aire.

El edificio "Bahrain World Trade Center" cuenta con 240 metros de altura y 50 pisos en total, es el primero en integrar aerogeneradores en su diseño. (abril del 2008)

El diseño se basa en un embudo de viento (45°) formado por los dos cuerpos del edificio que se orientan hacia el norte, puesto que en esta dirección el viento del Golfo Pérsico es más fuerte.



Imagen donde se aprecia el Bahrain World Trade Center y sus tres puentes con aerogeneradores.

El diseño se complementa y distingue con tres puentes que además de vincular las dos torres, forma los puentes-turbina con aspas de 29 m de diámetro y se puede lograr generar del 11% al 15% del consumo total de energía del conjunto, es decir de 1.1 a 1.3 GWh

Aerogeneradores en entresijos

El principio de este diseño contempla no solo la reubicación de los aerogeneradores también el rediseño de las aspas para que al tener que dejar su forma vertical y trabajar en un plano más horizontal cuenten con una considerable eficiencia



Imagen donde se muestra el detalle de las aspas de entresijos en rascacielos giratorios en Dubái, Moscú y Nueva York, diseñados por el arquitecto David Fisher

El tener que albergar los aerogeneradores en la superficie de las fachadas permitiría solo una muy limitada cantidad, por lo que al repensar el funcionamiento de estas turbinas en un diferente plano se consigue una cantidad tan ilimitada como la cantidad de niveles del rascacielos y además estos elementos pueden pasar desapercibidos.

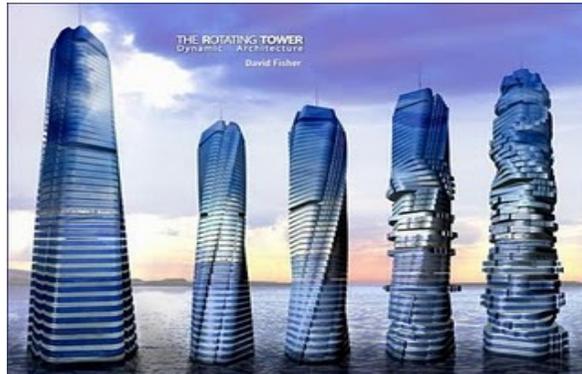


Imagen promocional de las llamadas torres giratorias, en las que se aprecia el dinamismo de una fachada en constante movimiento.

El viento penetra entre los pisos del edificio y entra en contacto con los álabes de la turbina, los álabes se mueven, generando electricidad que puede utilizarse para hacer rotar la torre.

Estos aerogeneradores se ubican entre cada nivel como si fueran el entrepiso, la estructura se compone de un núcleo central en el que se encuentran los ductos de servicio y elevadores, el cual funge como un mástil al que se le abraza cada nivel y cada conjunto de aspas, permitiendo el libre desplazamiento giratorio de la torre. El poder girar las plantas es un beneficio bioclimático, además que se disfruta de la mejor orientación y vistas de acuerdo al asoleamiento que se presenta a lo largo del día y de las estaciones del año.

Imagen de una planta tipo de las torres giratorias, en donde se aprecia el núcleo central y el pasillo de circulación que liga los diferentes recintos sin que se afecte por el movimiento circulatorio de la estructura.



Aerogeneradores en cornisas de edificios

De manera más accesible para proyectos ya realizados sin contemplar la inclusión de sistemas de generación de energía eólica, también encontramos un sistema con un mínimo de potencia de 6KW (15 aerogeneradores) los cuales están pensados para coronar las cornisas y azoteas y en conjunto producir energía eléctrica en entornos urbanos.

Dentro de sus ventajas y características es que no produce ruidos y vibraciones, cada aerogenerador puede producir hasta 400 W. por año, 6,000 W en conjunto y la inversión es de \$34,500 MN (ya en su equivalente en pesos mexicanos).



Imagen donde se observa aerogeneradores para producir energía eléctrica, producidos por La empresa Aerovironment (costa atlántica de África)

Colectores solares en muros

En España, la compañía alemana⁸ de colectores solares Wagner-co, ha diseñado un calentador solar que se adosa a las fachadas en la parte sólida, la acumulación de energía en los captadores o paneles, se aprovecha para abastecer agua caliente.

La instalación se define como calentamiento de agua sanitaria y apoyo a calefacción.

⁸ Sede de la empresa Esslingen (Alemania)

Existen edificios de hasta 10 y 12 niveles con 50 y 60 viviendas, respectivamente, en donde ya se tienen instalados entre 128 m² y 154 m² de captadores de fachada solar.



Imagen tomada de la página de wagner-solar, donde se muestra una fachada en Esslingen Alemania, con colectores solares en la fachada.

La empresa SONNENKRAFT fabrica soluciones para fachadas con paneles solares térmicos, la fabricación de estos captadores se efectúa a la medida, estos pueden ser integrados fácilmente en cualquier tipo de fachada.



La integración de los captadores en el aislamiento del edificio resulta una buena opción durante la remodelación de la fachada.

En vez de la reparación y la pintura de las fachadas viejas, se instala el sistema de calentador solar de agua por fachadas.



Imagen tomada de: <http://www.archiexpo.es/prod/sonenkraft/captadores-solares-termicos-para-fachadas-739-24071.html>, donde se muestra el modelo IFK

Sobre la parte soleada de las casas se colocan los tubos de cobre, se aíslan y se cierran con cristal.

Para complementar esta instalación se usan los sistemas de circulación forzada de agua con hidrobomba que compensan el sistema termosifón, que se basan en el movimiento de los líquidos con bomba de agua, que se calienta en el colector y sube al depósito.



Imagen donde se muestra un edificio de 5 niveles con la fachada sur recibiendo el calor del sol en estos paneles.



CAPÍTULO 3

CARACTERÍSTICAS DE LOS CALENTADORES SOLARES PARA AGUA.

De forma sistémica se tocan 7 puntos en los que se analizaron los calentadores solares como es su función, uso y aprovechamiento que se les da en los diferentes sectores principalmente en la vivienda, se realiza una primera clasificación entre los prefabricados y los experimentales y subsecuentemente en los modelos existentes, de acuerdo a fichas técnicas para los estandar o prefabricados y registros existentes de los realizados experimentalmente, además de otras investigaciones de los hechos por los propios usuarios de forma empírica.

Es importante la comprobación de la información obtenida de proveedores, detección de problemas que se puedan mejorar o evitar, y normas mexicanas como NMX-ES-001-NORMEX-2005 (ENERGIA SOLAR-RENDIMIENTO TERMICO Y FUNCIONALIDAD DE COLECTORES SOLARES PARA CALENTAMIENTO DE AGUA-METODOS) que respaldan los productos comercializados por medio de una certificación.

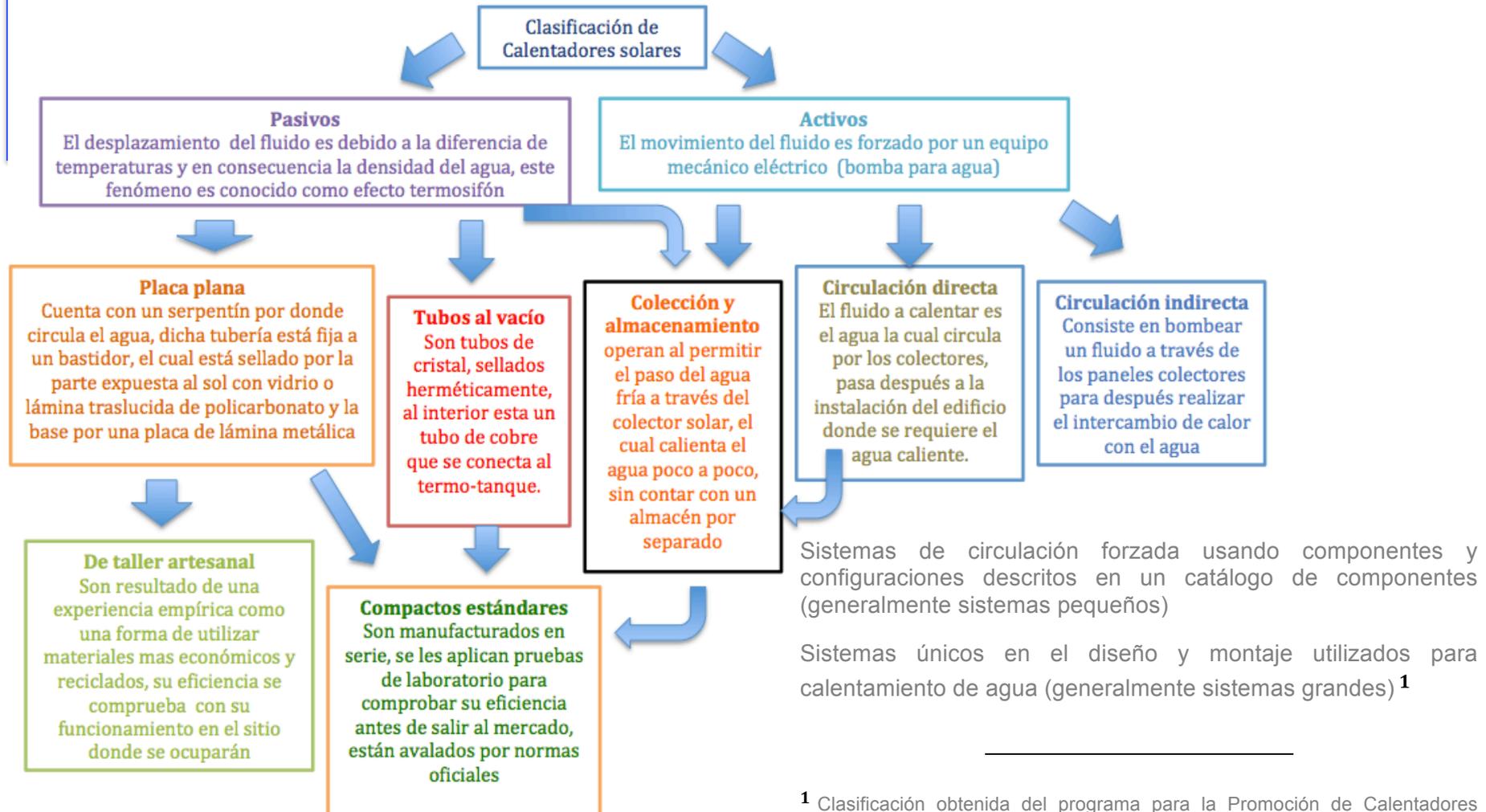
3.1__CLASIFICACIÓN.

Una clasificación usada comúnmente distingue entre dos categorías de calentadores solares de agua (CSA): CSA prefabricados y CSA a medida.

(CSA) prefabricados: Son productos con una marca registrada, vendidos como equipos completos y listos para ser instalados con configuraciones fijas. Se consideran como un solo producto y se evalúan como un todo, estos pueden ser:

Sistemas con colector y termo-tanque integrados,
Sistemas por termosifón,
Sistemas de circulación forzada con configuración fija.

(CSA) a medida: Son sistemas construidos de forma única, o montados a partir de la elección de sus componentes. Son considerados como un conjunto de componentes, entre los que encontramos:



¹ Clasificación obtenida del programa para la Promoción de Calentadores Solares de Agua en México (Procalsol) en su página, www.procalsol.gob.mx

En una clasificación más amplia, englobamos en una primera categoría por su tipo de circulación del fluido, al referirnos a pasivos, nos referimos a los calentadores solares que únicamente aprovecharán el efecto termosifón, en donde el líquido más caliente tiende a subir y el más frío a bajar debido a que hay una diferencia de densidades y podemos decir que son menos complejos y más económicos en su funcionamiento.

Los activos, logran el movimiento del líquido por medio de una bomba para dar presión, al tener que depender de un mecanismo eléctrico, queda condicionado su funcionamiento a factores externos y artificiales como es la energía eléctrica.

Este tipo de sistemas se implementan cuando por la ubicación de las instalaciones no se proporciona la suficiente presión que se requiere.

En una subcategoría tenemos a los **calentadores solares de placa plana**, tubos al vacío y a los de colección y almacenamiento; podríamos decir que su denominación responde a su forma; los de placa plana, por el exterior simulan una caja horizontal con un material translúcido en la parte superior, la base y los costados con lámina metálica o de aluminio, al interior una tubería de cobre que contendría líquido; y la caja hermética capturará el calor del sol como pasa en los invernaderos.

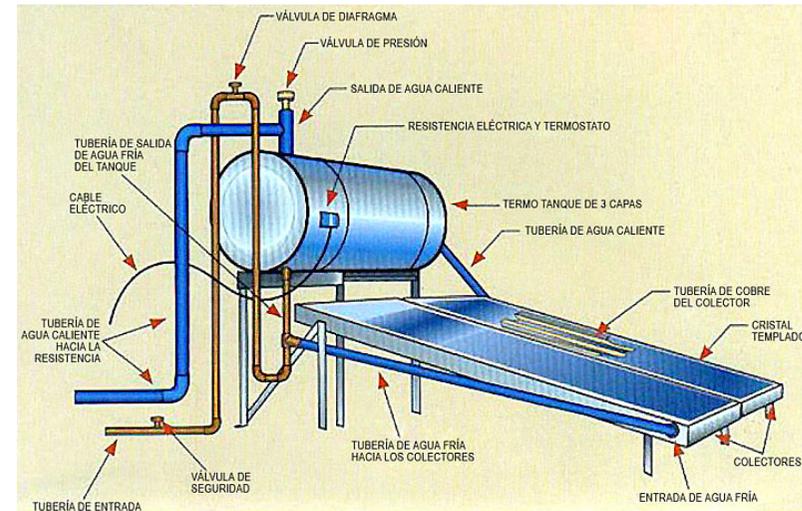


Imagen donde se detallan las instalaciones para un calentador de placa plana, imagen tomada de <http://www.unodesarrolladores.com>, con fines didácticos.

Los **tubos al vacío** trabajan de forma más eficiente por la forma en que concentran los rayos de sol en cada tubo y al estar libres de oxígeno evitan la pérdida de calor del interior, sobre el mismo principio del colector plano, pero cada tubo trabaja de manera individual.



Los de **colección y almacenamiento** son los más sencillos ya que la versión más austera puede ser una manguera expuesta al sol y su eficiencia responderá a la cantidad de metros de longitud y a la cantidad de líquido que pueda almacenar. Existen modelos más elaborados fabricados con poliuretano negro de excelente resistencia al clima y con una gran cantidad de ductos fusionados, de diámetros mínimos, lo que conseguirá mayor exposición de sol y conectados en serie a cabezales, que son tubos que recolectan el agua de los ductos de diámetros inferiores del colector.

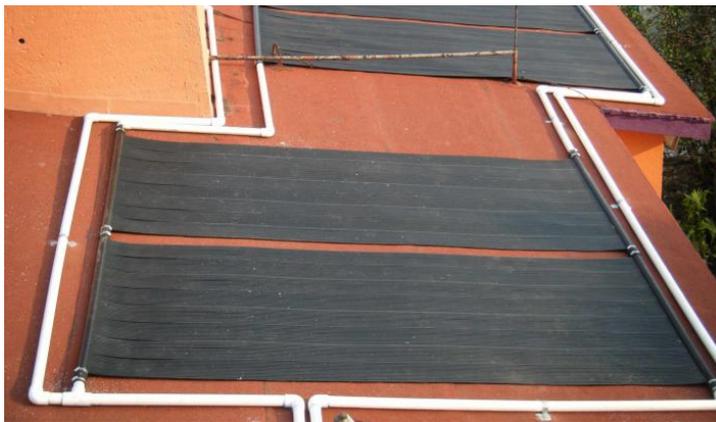


Imagen donde se muestran los colectores con almacenamineto, al centro se encuentran los ducto de poliuretano, en los extremos estan los cabezales a donde se conectan los ductos de entrada y salida del liquido,imagen tomada de seenergymexico.com, con fines didacticos.

En una tercer subcategoría podemos definir a los **de taller artesanal y a los de compactos estándar**; la diferencia radica en sus métodos de producción, los materiales con que están elaborados y las pruebas y ensayos con los que son probados.

Por último, dentro de la categoría de **activos** podemos encontrar una diferenciación por cómo se da el intercambio de calor; cuando el impulso solo es para forzar la circulación del líquido e incrementar la presión la llamaremos **circulación directa**, pero en el otro caso si lo que se mueve es un fluido diferente al agua que se va a consumir y éste a su vez es el que calentará el agua, tendremos un sistema con **circulación indirecta**.

3.2__FUNCIÓN.

Podemos englobar en tres principales conceptos el funcionamiento de un calentador solar para agua:

- El principio de Reflectancia y adsorción de los colores
- El efecto invernadero
- El efecto termosifón

El objetivo de esta tecnología es capturar energía del sol, esta energía será almacenada en forma de temperatura en un líquido, por lo que el primer paso es concentrar, adsorber y evitar reflejar los rayos de sol, que lleguen a la superficie del colector solar, para lograr mayor eficiencia, nos apoyamos en que los colores más oscuros adsorben el calor y los claros lo reflejan, así es que en la parte expuesta (tubería) para la captación de sol se tendrá el acabado en color negro.



Los tubos por donde circula el líquido (para este caso el agua) están contenidos en un gabinete para darle soporte y protección a dichos tubos, se prevé en el caso de los paneles planos con serpentín de cobre, también se debe pintar el interior de negro, aunque en los modelos recientes se le soldan aletas a la tubería de cobre; éstas también se pintan de negro y transmite mayor temperatura al agua dentro del tubo de cobre.

En el caso de los tubos al vacío el gabinete donde descansan los tubos es cromado y de forma cóncava con su eje a la línea de cada tubo, aquí lo que se logra es la Reflectancia, pero para concentrar la temperatura en cada tubo.

Con tubos de cobre pintados de color negro podemos conseguir elevar la temperatura del agua en el interior en pocos minutos, si existe un día soleado; sin embargo, la temperatura disminuirá con la misma rapidez con la que fue adsorbida. Si el sol se aparta, es necesario retener la temperatura ganada, aquí entra el segundo punto, la analogía de un invernadero aplicada a nuestro equipo para calentar agua:

Existe un espectro de ondas de radiación solar, cuando son emitidas por el sol, éstas son conocidas como emisiones de onda corta, y puede traspasar cualquier objeto traslucido, (vidrio o laminado de policarbonato) se les conoce como radiación visible. Es decir, al entrar en contacto con cualquier objeto de la tierra se emite una radiación infrarroja y emisión de onda larga que van de la tierra hacia el exterior estas últimas ya no pueden

traspasar objetos traslucidos.²

Al contar con un sistema que puede adsorber, y retener la temperatura del agua, nos enfrentamos al último reto, conseguir una forma de almacenar el agua caliente, ya que la cantidad de líquido que puede contener un tubo con diámetro de ½ pulgada en un metro de longitud es de 150ml³ considerando que el RCDF en el punto 6.1.2, del cap. 6, se destaca que las regaderas no deben tener un gasto superior a los 10 litros por minuto; si en la ducha se tiene 5 minutos la regadera abierta, siendo muy conservador en este ejemplo, requerimos 50 litros de agua, equivalente a 5000ml, si cada 150ml requiere de un metro de tubería de ½”, para esta ducha se necesitarían 33.3 metros, siendo que en un colector solar solo cuenta de 16.50 a 18 metros de tubo de cobre.

Por lo anterior, cabe resaltar la importancia que tiene el tanque de almacenamiento en el cual se pueden tener más de 150 litros disponible de forma inmediata, y la explicación del tercer punto es el siguiente:

² Física de la atmósfera, J. Houghton, Cambridge University Press, 2002, ISBN 0-521-80456-6, presenta una explicación clara del efecto invernadero en invernaderos y en la atmósfera terrestre.

³ medición realizada por el autor, con un tubo de 1.00m de longitud, de cobre marca cobrecel y un tubo Falcon de 50ml el cual fue llenado 3 veces con el contenido exacto del tubo de cobre.



Un tipo de movimiento del agua en forma pasiva es llamado "termosifón". Este tipo de sistema depende de que el agua caliente se eleve (convección) para circular el agua a través de los colectores y del tanque de almacenamiento. En este tipo de instalaciones, el tanque de agua fría debe de estar arriba del sistema.



Imagen donde se muestran el esquema del efecto de termosifón ,imagen tomada de luxol.com, con fines didácticos.

Cuando el agua fría entra al tanque de almacenamiento, el agua fluye hacia abajo a la parte inferior de los tubos al vacío. Conforme el agua de los colectores se calienta, es más ligera y sube naturalmente al tanque. El agua continua circulando manteniendo el agua caliente en el tanque de almacenamiento.

En este punto podemos mencionar que la circulación del agua también se puede dar por medios mecánicos automatizados, por lo que si utilizamos una bomba para movimiento de agua, esta circulación se conoce como circulación forzada.

3.3__MATERIALES.

Los calentadores solares compactos estándares de placa plana constan de 4 partes fundamentales:

1. Captador solar
2. Termo tanque
3. Sistema de tuberías y válvulas
4. Estructura de soporte

Respecto al captador solar de placa plana, consta de los siguientes elementos:

El marco o carcasa: los primeros se realizaron en madera; actualmente, pueden ser de lámina galvanizada y los prefabricados invariablemente son de aluminio anodizado.

La cubierta: es importante elegir el material de la cubierta ya que en ésta radica la eficiencia que tendrá el calentador solar, hay que considerar ciertas cualidades:

Producir el efecto invernadero (poseer un alto coeficiente de transmisión a la radiación solar y un bajo coeficiente de transmisión a la radiación de onda larga), hermeticidad, debe



ser resistente a roturas, fisuras, deformación o evitar que el viento la pueda arrancar por succión.



Imagen donde se muestran el autor con tres compañeros del curso de instaladores de calentadores rotoplas, sentados sobre la cubierta del vidrio templado del colector, © Daniel E. García Flores.

El vidrio templado⁴ se presenta como una excelente opción, por composición química, fragmentación sin astillas por lo

⁴ El módulo de rotura para un vidrio común es de 350 a 550 Kg/cm², en un vidrio templado es de 1850 a 2100 Kg/cm², que equivale de 4 a 5 veces la resistencia de un vidrio normal. La resistencia al choque térmico (diferencia de

que es más seguro en caso de ruptura, características mecánicas y ópticas.

Las placas rígidas (policarbonato), pueden ser la segunda opción por costo, cuentan con: menor peso, poca fragilidad, reducción de las pérdidas por radiación y convección, mayor coeficiente de dilatación, mala resistencia a temperaturas elevadas y deterioros físicos bajo la radiación UV.

La cubierta se puede someter a un tratamiento anti-reflejante sobre la superficie exterior y sobre la superficie interior para que refleje las radiaciones de onda larga y no impida el paso de la radiación de onda corta.

Placa absorbidora: la cual puede ser una placa de lámina, que contenga el líquido, o un enrejado con aletas de cobre a la que están soldados los tubos por donde fluye el agua, los cuales también son de cobre por ser un metal con excelentes propiedades de transmisión de calor.⁵

temperatura entre las dos caras de un panel de vidrio que produce la rotura de éste) pasa de 60 °C a 240 °C. Información de AMEVEC Asociación Mexicana de Ventanas y Cerramientos.

⁵ El cobre conduce un 97% del calor captado, el aluminio un 50% y el hierro sólo 11%. Datos obtenidos de PROCOBRE forma parte de la International Copper Association (ICA), con sede en Nueva York, encargada de liderar la promoción del cobre a nivel mundial.



Para mayor eficiencia se puede revestir la placa adsorbadora con pintura, ya que capta mejor la radiación; si es negro mate, debe cuidarse que sea pintura para alta temperatura.

Otras forma de revestir la placa adsorbadora es con níquel negro, cromo negro, óxido de titanio y aluminio sobre sustrato metálico de cromo/cinc también conocidas como superficies selectivas. Tienen alta absorción y baja emisión.

Cabezales de alimentación y descarga de agua: los cuales también son de cobre y constan de un diámetro mayor, generalmente de $\frac{3}{4}$ de pulgada para un mejor tránsito del agua, ya que los tubos de la placa adsorbadora son de $\frac{1}{2}$ pulgada.

Aislante: usualmente lana industrial, unicel, fibra de vidrio, poliuretano, corcho expandido o espuma de poliuretano, este material se coloca entre la carcasa y la placa adsorbadora para evitar la fuga de calor, debido a que este tipo de materiales tienen una alta resistencia térmica, que es la propiedad de resistencia a transmitir el calor de un cuerpo a otro, por lo que se crea una barrera.

El **termo-tanque**, en las versiones prefabricadas, está compuesto de una cubierta exterior de aluminio, al interior un recipiente plástico, entre ambas superficies, aislante de lana sintética o de fibra de vidrio, con un espesor de 5 cm,

en versiones artesanales, puede ser un tanque de plástico, concreto o un tambor de lámina, envuelto con tela, unicel, plástico.



Imagen donde se muestra un termo tanque para tubos al vacío donde el autor realiza mediciones del diámetro interior de 35cm y recubrimiento de 4.5cm © Daniel E García Flores.

Las tuberías y válvulas: pueden ser de cobre, unidas con soldadura, aunque también, se pueden hacer de tubo de plástico de polipropileno multicapa, unido con termo-fusión, en ambos casos es indispensable contar con una válvula de compuerta para cuando se tenga que revisar la instalación, 1 válvula chek que sirve para evitar el regreso del agua caliente por la tubería de suministro de agua fría.



Las conexiones Tee y codos dependerán del recorrido y ubicación del tanque elevado de agua, son necesarios 2 conectores de rosca hembra para las entradas y salidas del termo tanque, estos conectores por el otro extremo podrán ser para soldar en caso de cobre, se utiliza estaño y plomo, (en proporciones 50, 50 mitad estaño y mitad plomo o 95, 5 95% estaño y 5% plomo, siendo la segunda la más resistente) o para termo fusión en caso de tubo de polipropileno multicapa.

Para mayor facilidad en alguna reparación o mantenimiento es recomendable colocar tuercas unión después de las válvulas de compuerta, se debe de conectar un tubo que sobrepase la altura del nivel del depósito de agua más alto, este se le conoce como jarro de aire, en caso de querer evitarlo se colocará una válvula de alivio y en lugares donde se congele el agua se deberá instalar una válvula anti-congelamiento.

La estructura de soporte: está incluida cuando se adquiere un calentador solar prefabricado, dependiendo del fabricante, ésta puede ser de ángulos de acero con acabado en esmalte, cuenta con uniones de tornillos y tuerca además se incluyen placas perforadas para que se sujeten al piso y darle mayor estabilidad al equipo, aunque en la práctica pocas veces se atornillan, ya que el mismo peso del equipo, más el peso de líquido dan una estabilidad por gravedad considerable.



Imagen en donde el autor realiza una instalación con tuboplus para un calentador solar con termotanque © Daniel E García Flores.

Para los calentadores de tubos al vacío, el soporte es de lámina cromada o aluminio, con tramos que se instalan como crucetas, esto permite dar mayor estabilidad y utilizar menos material.

Los tubos al vacío: están compuestos por un doble tubo de vidrio, entre cuyas paredes se hace un vacío muy, el vidrio interior suele llevar un tratamiento a base de metal pulverizado para aumentar la absorción de radiación. Las dimensiones son 6cm de diámetro y 180cm de largo.

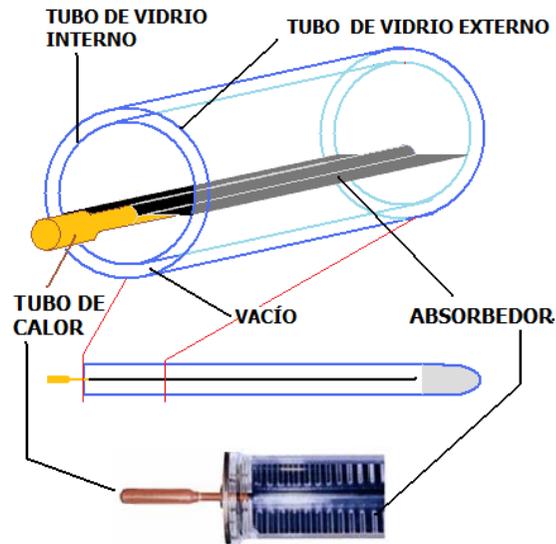


Imagen donde se aprecian detalles de un tubo al vacío con flujo directo, imagen tomada de <http://sitiosolar.com> con fines didácticos.

Dependiendo del modelo (flujo directo) llevará un tubo de cobre por donde se calentará el agua, (head pipe) también tendrá un tubo de cobre donde se calentará un gas portador y (sin head pipe) ya no contendrá tubo de cobre al interior del tubo de cristal, esto es, solo funciona el gas dentro del cristal.

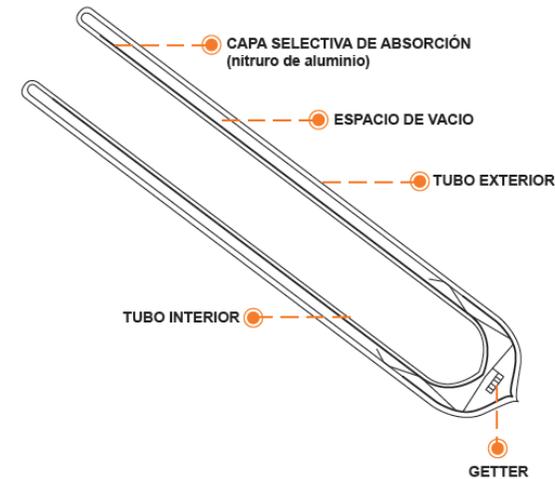


Imagen donde se aprecia la sección de un tubo al vacío sin *head pipe*, ibíden.

El captador solar de auto-almacenamiento o colección y almacenamiento, que está enfocado para calentamiento de agua para alberca está conformado por una serie de tubos plásticos que captan la energía solar y la transmiten a otros tubos de mayor diámetro que llevarán el agua caliente llamados cabezales, así como con la ayuda de una bomba de circulación se introducirá el agua por un cabezal inferior.



La versión más austera está hecha de tapetes de hule de caucho, el cual es un aislante natural y los cabezales se conectan a los tubos del tapete.

Otra versión son los tubos no soldados, los cuales se deben de sujetar con clips o grapas.

Está el captador solar de 1 placa, el cual es una serie de tubos cuadrados con una cubierta gruesa.

Los modelos más recientes son de polipropileno resistentes a los rayos UV y al cloro, con superficie exterior extruida y con los cabezales integrados.

Fuera de lo que son los calentadores solares prefabricados y estándar, está abierta la posibilidad de adaptar cualquier material para elaborar equipos que tal vez no serán tan eficientes, pero responderán favorablemente a las necesidades de obtener agua caliente y generalmente a un bajo costo, es así como presentamos los siguientes ejemplos.

Encontramos un captador solar que está fabricado por 10 columnas de 6 botellas de vidrio cada una. Las botellas han sido perforadas por la base lo suficiente para que sean traspasadas por una manguera; el aire dentro de las botellas se calentará y transmitirá la temperatura al agua que circula dentro de la manguera.



Imagen donde se observa un panel con marco de madera, en el cual descansan 10 columnas de botellas por donde al interior corre la tubería con el líquido a calentar, imagen tomada de www.hormigasolar.com con fines didácticos.

Se eligieron botellas de cerveza, ya que el color del vidrio es opaco lo que adsorberá más calor, estas 60 botellas están contenidas en una caja con base y marco de madera en la que se sujetan.

El captador solar se fabricó en una provincia de China por Ma Yanjun que es un agricultor y carpintero.



Imagen donde se observa el autor del calentador solar de botellas de vidrio de cerveza, ibíden.

Una idea similar se desarrolla en el sur de Brasil, la diferencia estriba en que ahora se utilizan botellas de PET, tubería de plástico, cajas de tétrapak y pintura negra.

La eficiencia de este modelo puede llegar a 40° C y ha sido muy difundido su facturación entre las poblaciones de la zona, así como ha sido galardonado con el premio de “ súper ecología” de la secretaria de medio ambiente de Brasil.

La tubería de plástico es cortada en tramos de 1.05 ML que es la medida para albergar a cinco envases por columna, en la parte superior e inferior se realizan las conexiones con uniones tipo Tee y en los dos extremos con codos de 90°, todo lo anterior con tubería de 20 mm de diámetro interior. Al tener ya ensamblado el serpentín, se procede a envolverlo con tiras de cartón de cajas de tétrapak, éstas son pintadas de negro mate por una cara y envolverán a la tubería, dejando la pintura al exterior.



Imagen tomada de *ecocosas.com* con fines didácticos, donde se muestra la tubería de plástico, envuelta con tiras de cartón de las cajas tetrapak pintadas de negro, también se observa que las botellas han sido rebanadas por su base y se insertan en cada columna de la tubería.

Las botellas de PET de 2 litros son cortadas por la base, para esto se apoyan con un tubo de 10cm de diámetro como si fuese una regla y conseguirán un corte exacto.

Se introducen las botellas en las columnas y se ensambla la parte inferior de la conexión tipo Tee, la botella superior únicamente se sellan por la parte donde se coloca la tapa-rosca con cinta adhesiva, el resto de las botellas se empotran por la parte de la base de la otra botella predecesora generando un espacio hermético, quedando solo sin sellar la última.



Imagen tomada de “manual sobre a construção e instalação do aquecedor solar com descorta veis” de José Alcino Alano, donde se observa una instalación completa de captadores de pet con una estructura a medida.

El resto de las conexiones entre el termo-tanque y el colector solar siguen el principio de termosifón, enfatizando que el colector y el termo-tanque queden 30 cm debajo de la altura del tanque de agua de suministro.⁶

⁶ El inventor de este prototipo que ya cuenta con más de 7,000 copias, es José Alano, mecánico que vive en el pueblo de Tubarão en el estado de Santa Catarina, Brasil. Información avalada por Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Estado do Paraná, Brasil.

3.4__COSTO.

El factor económico es trascendental, tanto en la promoción del fabricante como en la adquisición por el propietario, el gran eslogan de venta es que es una inversión que se pagará de 3 a 5 años debido al ahorro de gas que se obtenga y posteriormente se tendrán más de 20 años de vida útil.

Es notable la diferencia en el costo de los calentadores solares de placa plana con relación a los de tubos al vacío y también entre cada marca, realizamos promedios, y obtuvimos que los de placa plana oscilan en \$11, 527 y los de tubos al vacío en \$6,529.75 con una diferencia de casi la mitad de costo de \$4,997.25 pesos en placa plana y tubos al vacío, a continuación la cotizaciones:



Calentador solar de placa plana con cubierta de vidrio templado, marca *Rotoplas*. El costo de este sistema es de \$13,550 pesos.

7

Calentador solar de placa plana, marca *Funcosa*, modelo SCS15V con capacidad de 150 litros, incluye base y conexiones \$13,123.00 pesos⁸



Calentador solar de placa plana, marca *Solei* con capacidad de 150 litros, incluye las conexiones \$9,987 pesos⁹



Calentador solar de placa plana, marca IUSA con capacidad de 150 litros, incluye las conexiones Tiene un costo de \$9,450.00¹⁰

Calentador solar por gravedad, marca *Funcosa* con termo-tanque, capacidad de 150 litros, modelo SCS-15 incluye 15 tubos evacuados de alta eficiencia, marco y base \$ 8,328.17 pesos.¹¹



Calentador solar marca *Solaris*, con 15 tubos al vacío, termo-tanque, capacidad de 173 litros de agua, incluye base y marco \$6,583.00 pesos ¹²

Calentador solar de baja presión, marca *Kruger*, con capacidad de 150 litros, incluye termo-tanque, 20 tubos al vacío, soporte y base \$ 6,476.00¹³

Calentador Solar por gravedad, marca *Sunnergy*®, capacidad del termo-tanque de 145 litros con 12 tubos de cristal de borosilicato al alto vacío, el cilindro interior del termo-tanque es de acero inoxidable grado 304-2B y el cilindro exterior de acero recubierto con pintura anti corrosiva. \$ 4,732.00¹⁴

⁷ Cotización realizada en tienda el Surtidor, suc Ermita, en marzo de 2014.

⁸ Cotización realizada en línea con precios actualizados a abril de 2014.

⁹ Cotización realizada en *Ferretería Casa Blanca*, en marzo de 2014.

¹⁰ Cotización realizada en tienda *Homme Depot* en abril de 2014

¹¹ Cotización realizada en línea con precios actualizados a abril de 2014.

¹² Cotización realizada en *Casa Cravioto* en marzo 2014.

¹³ Cotización realizada en *Pevi Gloval* marzo de 2014.

¹⁴ Cotización realizada en línea con precios actualizados a abril de 2014.



Existe un estudio¹⁵ realizado en relación del ahorro económico, que se obtiene al ya no quemar combustible, para calentar el agua que se usa en la ducha gracias a los calentadores solares. Se pone de manifiesto que el 80% de mexicanos, usan gas LP principalmente en cilindros de 20Kg, además del incremento de los precios de gas, del 12% anual, publicados en el Diario Oficial de la Federación, se considera un costo de \$200.00 pesos de mantenimiento anual.

Como resultado se destaca que en promedio se ahorra 1 kg de gas diario, por lo que se tiene 18.25 cilindros de gas de 20 kg al año y un retorno de la inversión en 2 años con 3 meses, además de un ahorro en un periodo de 15 años de \$ 134,247.00 pesos.

En otro artículo¹⁶ se menciona que 400,000m² de colectores solares evitan el consumo de 3,205,000.00 tanques de gas anuales, por lo que deduciendo que se trata de cilindro de 20kg, y que cada calentador solar requiere de 2 m² de colector solar, tenemos que se economizaron: 16.02 cilindros anuales de gas, esto es 0.87 kg diarios de gas ahorrado.

¹⁵ http://www.articulo.org/1779/alternativa_energetica Autor: Jacob Totolhua para la empresa: *Alternativa Energética SA de CV*.

¹⁶ Noticias al día de la empresa *Módulo Solar*, fabricantes y exportador de calentadores solares mexicanos, con su planta en Morelos.

Para corroborar los anteriores datos, se dió seguimiento al consumo de gas en una vivienda en el D.F. con un sistema de calentamiento de agua con un boiler de paso, modelo coxdp-06 de gas marca *Calorex*, el cual cuenta con una eficiencia energética del 7% y fue instalado en el 2005.



Imágenes donde se muestra los pagos por el gas y el boiler objeto de este análisis, imágenes tomadas por el autor. © Daniel E García Flores.

La empresa que suministró el gas LP fue Gas Chapultepec S.A. de C.V. ya que se contó con un tanque estacionario, las fechas y las cantidades de suministro de gas son las siguientes:

20-05-13, 140 litros; 01-08-13, 109 litros; 07-11-13, 142 litros, 02-02-14, 160 litros; por lo que se cuenta con un periodo de 257 días y un promedio de 1.56 litros diarios, considerando que el 80% del gas que se consume en una vivienda es para calentar el agua en la ducha, tenemos: 1.24 litros diarios de gas.



Según anunció la Secretaría de Economía, durante abril de 2014 el kilogramo de gas LP costó \$13.27 pesos en el Distrito Federal, consecuentemente el litro de gas tiene un costo de \$7.17 pesos y el M3 de gas es de \$27.94 pesos.¹⁷

Considerando que se consumen 452.60 litros de gas en el calentamiento de agua para la ducha al año, podemos tener un ahorro de \$ 3,245.13 pesos.

Si tomamos como ejemplo la cotización más elevada que es el calentador solar marca Rotoplas, de \$13,550 pesos. el retorno de inversión se dará en 4 años y 2 meses.

Una forma para obtener el dato de ahorro de gas es el Dictamen de Idoneidad Técnica, en donde señala el posible ahorro que podrá dar el calentador solar como es el caso del modelo marca IUSA con capacidad de 150 litros, cotizado anteriormente, cuyo ahorro marcado es: de 26.32 kg. de gas al mes (DIT/230/11) considerando \$13.27 pesos por Kg, al mes tendremos: \$349.26 y al año \$4,191.19 pesos.

¹⁷ egob.energia.gob.mx/GRP2/internet/Default.aspx? Cálculo de Consumo de gas L.P. México - Gobierno de la República, Secretaría de Energía Plataforma eGov - Oficialía Mayor, DGTIC.

3.5__EFICIENCIA.

Producción o rendimiento de un proceso o de un dispositivo en la relación entre la energía útil y la energía invertida.

El objetivo es aprovechar al máximo los efectos físicos de la radiación solar, captarlos para obtener la energía térmica que nos ayude a calentar el agua.

Al revisar un dictamen técnico de idoneidad, de un calentador solar nos marcará un porcentaje de ahorro y la eficiencia térmica, el ahorro será en comparación a otro sistema por lo que se especificará cuánto se ahorró de gas, al ya no tener que consumirlo para elevar la temperatura del agua, “el objetivo del método consiste en medir el consumo de gas LP del calentador solar de agua con respaldo que se desea evaluar y compararlo con el consumo de gas LP del calentador de referencia, ambos operados simultáneamente y bajo las mismas condiciones ambientales y de trabajo (extracciones de agua caliente).

El consumo de gas LP del calentador solar de agua con respaldo debe ser menor que el del calentador de referencia, por lo que, la diferencia entre los consumos será el ahorro de gas LP”.¹⁸

¹⁸ NADF-008-AMBT-2005 que establece las especificaciones técnicas para el aprovechamiento de la energía solar en el calentamiento de agua



El rendimiento térmico, dependerá, en primer lugar, de cómo se capta la energía solar y segundo cómo se almacena y como se puede mantener sin disminuir el poder térmico durante un periodo de tiempo.

Un captador solar debe contar con una cubierta que adsorba la mayor cantidad de radiación solar, materiales que resistan la intensidad de temperatura, recordando que el calor se transmite de los cuerpos más calientes a los más fríos hasta estar en un equilibrio térmico, encontraremos algunos factores que producen pérdidas por radiación, convección y conducción.

También es importante decir que la eficiencia de un calentador solar no es favorecida, a mayor sea la diferencia entre la temperatura de utilización y la temperatura ambiente, mayores serán las pérdidas térmicas y menor la cantidad de energía útil.

Si consideramos que una ducha para el ser humano es confortable a 36-38°C, con un captador solar plano, que eleva la temperatura a 50-60°C trabajará con menor pérdida ya que la temperatura ambiente varía entre 10- 25°C por lo que hay más energía útil.

Un factor importante en la eficiencia térmica es el aislamiento y las pérdidas por reflexión.

Así podemos encontrar productos que marcan una eficiencia, lo que es el resultado de la energía que han podido captar y convertir en energía útil, de acuerdo a la cantidad de energía irradiada por el sol.

Por ejemplo: el modelo CI-GBA-25-ET de la marca Rotoplas con un área de conexión de aproximadamente 1.8 metros cuadrados, además su recubrimiento es un material aislante cuya función es no permitir escapar el calor y mantener la temperatura del agua de 35°C a 65°C . Tiene una capacidad de 145.7 litros, logrando así una eficiencia del 72%, debido a los materiales con que está hecho, cumple con las normas establecidas por la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía que se traduce en soportar altas presiones.

Calentadores de circulación forzada a baja presión (0.5 Kg/cm²) modelo SCSPH-01, marca *Funcosa* destinados a instalaciones de grandes volúmenes de agua (piscinas, tanques térmicos atmosféricos). Su eficiencia térmica es de 60% – 75% con rangos de temperatura entre 50°C/ 95°C. **19**



19 Funcosa. S.A. de C.V.



3.6__CERTIFICACIONES.

NMX-ES-001-NORMEX-2005 Energía Solar- Rendimiento térmico y funcionalidad de colectores solares para calentamiento de agua- Métodos de prueba y etiquetado, 2005, México.

Los organismos proponentes fueron:

- Asociación Nacional de Energía Solar (ANES)
- Comisión Nacional del Ahorro de Energía (CONAE)
- Consejo de Ciencia y Tecnología de Guanajuato
- H. Ayuntamiento de Cuautitlán.

Ya en la elaboración de la norma, se contó con 15 instituciones: académicas como la UNAM, IPN, de gobierno Secretaria de Energía (SENER) y de empresas relacionadas con los calentadores solares como: *Heliocol de México* y *Usol S.A de C.V.*

Se especifica que a los 5 años de la publicación de la norma se deberá revisar o actualizarse de acuerdo a las nuevas inquietudes y comentarios que se recolecten en el comité técnico.

El objetivo de esta norma es la evaluación de rendimiento térmico y las características de funcionalidad de los colectores solares que utilizan como fluido de trabajo agua, comercializados en los Estados Unidos Mexicanos.

Se mencionan los siguientes modelos, sin embargo, se deja abierta la posibilidad a cualquier calentador que pueda ser factible para someterse a las pruebas.

- Colector solar metálico cubierto.
- Colector solar metálico descubierto.
- Colector solar de plástico cubierto.
- Colector solar de plástico descubierto.

Para evaluar la funcionalidad del colector solar se deben realizar las siguientes pruebas de rendimiento térmico.

- Inspección a la recepción del colector.
- Presión estática previa y posterior a la prueba de exposición de treinta días.
- Exposición de treinta días.
- Exposición a la radiación solar.
- Choque térmico con rocío de agua fría.
- Choque térmico con circulación de agua fría.
- Desarmado e inspección final de los componentes del colector.



Es importante señalar que la norma prevé los formatos, la forma y cómo documentar las pruebas; también se definen en qué unidades de medición se realizarán e incluso, la calidad del agua, la cual se hace alusión a la norma: Norma Oficial Mexicana NOM-127- SSA1-1994, salud ambiental, agua para uso y consumo humano, incluso se especifica la temperatura de $\pm 5^{\circ}\text{C}$, a la cual debe de estar el ambiente para la prueba de presión estática.

Las mediciones de temperatura deben realizarse de acuerdo con la Norma ASHRAE 41.1-74²⁰

Si el colector solar pasa todas las pruebas de funcionalidad especificadas por esta Norma y ha sido sometido a las pruebas de rendimiento térmico, se otorgará la certificación.

Dictamen de Idoneidad Técnica DIT/149/10 emitido por el Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación S. C. Es el documento en donde los fabricantes de calentadores solares podrán demostrar que cumplen con lo que prometen.

Contendrá el nombre de la marca, el modelo, la dirección donde se fabrica, así como datos para contactar al fabricante y contar con una vigencia.

²⁰ La Sociedad Americana de Aire Acondicionado, Refrigeración y Calefacción

En un primer apartado se describen las características del producto, dimensiones, capacidades y materiales que lo componen.

El siguiente apartado resalta las especificaciones de *PROCASOL*, las cuales debe de cumplir con la prueba de presión hidrostática; que consiste en someter a una presión de 1.5 de los valores que el fabricante propone para el trabajo de la tubería y debe de marcar el ahorro real de energía, en este caso de gas.

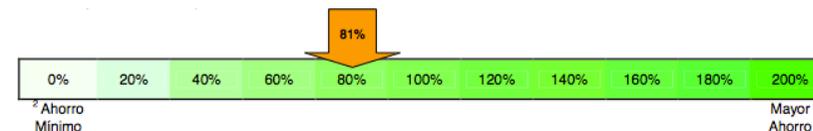


Imagen tomada con fines didácticos, donde se muestra el porcentaje de ahorro de gas del calentador solar Plano CI-GBA-25-ET/CI-GBA-80-ET de la marca *Rotoplas*.

El Calentador Solar debe marcarse y etiquetarse en forma clara y que permanezca por lo menos durante la vigencia de la garantía, el proveedor debe proporcionar las especificaciones del equipo y los manuales tanto de instalación como del usuario final. Además de:

- Nombre de la empresa
- Modelo
- País de origen del producto



- Fecha de fabricación o lote
- Marca o símbolo del fabricante
- Presión máxima de operación
- Capacidad del termo-tanque
- Indicar material con que está fabricado
- Instructivo
- Combustible del calentador de respaldo
- Garantía por escrito al cliente

Por último, se muestran fotos del modelo durante las pruebas y los resultados que documentan el dictamen.

La siguiente Norma más que una certificación fomenta el aprovechamiento de la energía solar, establecimientos nuevos o en remodelación total.

Norma Ambiental Para el Distrito Federal NADF-008-AMBT-2005, que establece las especificaciones técnicas para el aprovechamiento de la energía solar en el calentamiento de agua en albercas, fosas de clavados, regaderas, lavamanos, usos de cocina, lavanderías y tintorerías

Se pide que por lo menos el 30% del consumo del agua caliente sea suministrado por calentadores solares; sin embargo, los que estén con insuficiencia de superficie disponible, sombras, orientación que no permita cumplir con la Norma, realizarán un documento donde comprueben la imposibilidad y éste estará acompañado por las respectivas memorias de cálculo.

Los que si puedan cumplir con la Norma deberán cuidar que los calentadores solares cumplan con ciertos requisitos mínimos, que podrán revisar en las etiquetas o calcomanías del producto antes de adquirirlo, en los colectores:

1. Modelo, marca;
2. Área de apertura;
3. Presión máxima de operación;
4. Flujo del fluido recomendado;
5. Una tabla que muestre, para diferentes usos del colector solar, la temperatura típica de operación, el calor útil y la capacidad de calentamiento;
6. La ecuación de eficiencia térmica;

En los termo-tanques:

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

Dentro de las especificaciones de la instalación cabe destacar: El instalador deberá informar al usuario, por escrito, de las situaciones especiales que existan sobre la dureza del agua.



3.7__CONSIDERACIONES.

El calentador solar no sustituye por completo al calentador de agua operado con gas(de almacenamiento o de paso) ya que no todo el tiempo se puede asegurar que estará el sol a su máximo brillo, y en caso de poca radiación solar, entrará en acción el boiler de gas como equipo de respaldo.

Dentro del mantenimiento, que supuestamente es mínimo, enfocado a la limpieza de la cubierta o los tubos al vacío, será necesario considerar: si requieren protección anticongelante en climas templados y fríos durante el invierno, si requieren cambio periódico de la cubierta de policarbonato, en caso de no ser de vidrio templado, cambios periódicos de los empaques que sirven de sellos entre los tubos y el tanque, en caso de ser tubos al vacío.

Existen muchos modelo de importación a costos muy económicos, generalmente de China, es indispensable revisar que cuenten con un dictamen técnico de idoneidad (DTI)

Al adquirir los calentadores solares algunos ofrecen un kit de conexiones, incluso la instalación, pero cada vivienda tiene diferente instalación por lo hay que considerar metros de tubo y conexiones extra para realizar las adaptaciones.

Los calentadores solares con tubos al vacío, pueden costar incluso la mitad de lo que cuesta un calentador de placa plana, además de alcanzar temperaturas más altas; sin embargo, pueden ser un potencial peligro, gracias a su gran eficiencia, ya que si no es posible asegurar el suministro de agua ininterrumpida, por lo que se llama choque térmico, que es cuando un tubo al vacío, llega a tener una temperatura elevada, sin agua y en ese momento llega el torrente líquido con una temperatura muy inferior, provocan un cambio brusco de temperatura y el estrellamiento del vidrio.



Imagen tomada con fines didácticos, del Universal, Estado de Mexico, donde se muestra los restos de un calentador solar después que explota por falta de agua en el conjunto de "ecoviviendas" San Francisco Bungalows, en Cuautitlán Izcalli.



El lugar para instalarlos debe de estar despejado de objetos que le ocasionen sombra, y el área que ocupará será de por lo menos 2.00m² y el tanque de suministro de agua debe de estar a una altura sobre el termo-tanque.

Los programas gubernamentales son para fomentar el uso de esta tecnología, de allí que otorguen incentivos incluso de forma obligada, pero la meta es que de forma voluntaria y con miras a una inversión de ahorro y ganancia, la mayor parte de la población las adquiera y se beneficie. A continuación las normas vigentes para este fin:

En el año de 2005 entró en vigor la norma ambiental NADF-008-AMBT-2005 para el Distrito Federal que establece el aprovechamiento de la energía solar para por lo menos el 30% del total de agua caliente de albercas, fosa de clavados, regaderas, lavamanos, usos de cocina, lavanderías, tintorerías, hoteles, hospitales, escuelas y clubes de cualquier obra nueva o remodelación total.

La Ley del Impuesto Sobre la Renta considera que adquirir un calentador solar es una inversión sujeta de una amortización acelerada en dos artículos:

ARTICULO 44. Por cientos de deducción de activos fijos.

100% para los siguientes bienes: Equipo destinado a prevenir y controlar la contaminación ambiental en cumplimiento de las disposiciones legales respectivas.

ARTÍCULO 294. Opción para deducción inmediata de inversiones de bienes nuevos de activo fijo.

97% como equipo destinado a prevenir y controlar la contaminación ambiental en cumplimiento de las disposiciones legales respectivas.

Reforma al Código Financiero en el artículo 265 HG, donde se menciona que las empresas ubicadas en el Distrito Federal y que cuenten con equipo anticontaminante o de reciclado, podrán gozar de un descuento de hasta 50% en el impuesto sobre nómina y un 25% en el impuesto predial.



Imagen tomada con fines didácticos, del Nuevo Semanario 24 categorías: Nezahualcóyotl, Estado de México, (5 de noviembre de 2013) donde se anuncia que el Gobierno de Nezahualcóyotl entregó e instaló 1500 calentadores solares gratuitos para familias de escasos recursos.



CAPÍTULO 4 CARACTERÍSTICAS DE LAS PROTECCIONES SOLARES EN VENTANAS DE FACHADAS.

Similar al capítulo anterior, se desglosa y analizan los componentes del segundo elemento del prototipo, así como se crea una clasificación para su ordenamiento, por el tipo de materiales, función y eficiencia que llegan a tener en el mejoramiento del confort del interior de los inmuebles.

En cuestión de productos comerciales se han identificado dos marcas líderes en este tipo de soluciones, una trasnacional “Hunter Douglas” y una de origen nacional “FUA”; respecto a las realizadas en obra, existe una infinidad de ejemplos en la ciudad que pone de manifiesto la creatividad de los arquitectos y a su equipo de colaboradores.

4.1__CLASIFICACIÓN.

Una protección solar es cualquier dispositivo fijo o móvil que impida total o parcialmente el ingreso de la radiación solar al interior de un local o habitación.

De acuerdo con esta definición, podemos considerar una primer división: interiores, integradas al vidrio y exteriores.

Respecto de las **interiores** se engloban las cortinas que son piezas móviles que cubren las ventanas, fabricadas en tela, a las que denominaremos tradicionales.

Las persianas son la otra subdivisión de interiores, éstas ya cuentan con mecanismos más complejos y en mayor cantidad de materiales, se les puede identificar por un doble movimiento de apertura y cierre que se manifiesta por lo general en una acción de subida y bajada.

El sistema más habitual consiste en enrollarla para recogerla en un tambor superior y desenrollarla para desplegarla, con ayuda de listones y cordones; presentan una amplia variedad de estilos:

Venecianas u horizontales, son tiras con longitud horizontal, con la posibilidad de cerrar la vista de la ventana gradualmente y abrirse o cerrarse hacia la parte superior. Cuenta con las variantes de aluminio, maderas, PVC, y las que ya integran la tela utilizando el sistema con alma de aluminio (plisadas, romanas)

Enrollables, prácticamente giran con la ayuda de cordones y se contiene en un cilindro generado por el mismo material, que al estar extendido es el que tapa la vista de la ventana, sus



variantes son: solier que es una tela poco traslucida, tiras de madera, bambú y las estampadas.



Imagen donde se muestra el modelo Solier de la marca FUA imagen tomada de www.fua.com.mx con fines didácticos.

Verticales, la diferencia radica que se abren lateralmente y las tiras de aluminio o PVC en su parte longitudinal están dispuestas en dirección vertical, algo muy similar son los paneles deslizables de tela traslucida.

Las **integradas al vidrio**, están concebidas al vidrio desde su facturación, éstas pueden ser con una cara tratada con capas

metálicas aplicadas por pulverización catódica al alto vacío, confiriéndole grados de control solar¹

También existen hojas de plástico auto adhesivas que se fijan por la parte interna del cristal, y que tienen la cualidad de evitar que un gran porcentaje de los rayos solares penetren en el interior, las láminas solares son reflejante, opacas o invisibles, con filtros específicos para evitar el paso de calor, hasta un 55% emitido por el sol y evita el 20% de pérdida de calor interior en invierno.²

Las **exteriores** son en las que más enfatizaremos por su aplicación a esta tesis, podemos mencionar una división en toldos, velarías, parte-soles con movimiento, fijas hechas en obra.

Los toldos pueden ser, enrollables, plegables o retractiles con accionamiento manuales o automáticos. Con opciones de sensores de sol, viento y/o lluvia para brindar comodidad y protección contra la intemperie; proporcionan diferentes proyecciones y grados de inclinación.

¹ Saint-Gobain Glass México es una empresa del Polo Materiales Innovadores, establecida en Cuautla, Morelos, a partir de 1996.

² <http://www.laminas-solares-aislantes.es>



Imágenes donde se muestra el toldo retráctil modelo Cruise de la marca FUA imagen tomada de www.fua.com.mx con fines didácticos.

Velarías o lonarias se caracterizan por ser cubiertas de un material de lona o textil que trabajan a tensión, cuyas cargas se transmiten a postes con anclas, asemejándose a velas de barcos, están las paraboloides y las que coinciden con valles y crestas.



Imágenes donde se muestra la fachada del hotel Fiesta Inn ubicado en Av. Insurgentes, con velarías que funcionan como protecciones solares, imágenes tomadas de MS ingeniería y diseño, con fines didácticos.

Parte-soles o quiebra-vistas, son conjuntos de elementos que usan paneles lineales de modulación de ancho pequeño, con la finalidad de cubrir en vanos de fachadas con celosías, pueden ser fijos o con movimiento, podríamos decir que son la versión de persiana pero al exterior.

Fabricadas en madera, cerámica o metal, las que pueden ser con sistemas de accionamiento manual o motorizado, controlan la entrada de los rayos solares a los recintos, otorgando un mayor confort, ahorro energético y una estética a los proyectos.



Vista de parte-soles ubicados en los salones de la facultad de filosofía y letras, UNAM, en donde los han colocado al interior para ocuparlos como persiana, cuentan con movimiento giratorio de las tiras de aluminio, son accionados manualmente, imágenes tomada por el autor. © Daniel E. García Flores.



Últimamente están surgiendo empresas especializadas en fachadas que integran la cancelería, los parte-soles y el vidrio, por lo que se pueden consultar catálogos de modelos de paneles y sus accesorios para instalación y ser adosados a la estructura del edificio, incluso, considerar algún tipo de elemento acústico en su interior (como fibra de vidrio o lana mineral) para ser utilizado como barrera absorbente de ruido.

Lo anterior representa un costo que muchos contratistas quieren evitar y también realizan sus propios diseños hechos en obra, desarrollando modelos únicos y adaptados a cada proyecto, por lo que podemos encontrar una gran variedad de protecciones solares sin que correspondan a una clasificación específica.



Imágenes donde se muestra una protección solar hecha en obra, con paneles contrapesos de concreto, cables de acero, estructura tubular de donde se apoyan los cables del contrapeso. Imágenes tomada del artículo: House with vallas, Gurjit Singh Matharoo, arquitectura en la India.

4.2_FUNCIÓN.

Con el aprovechamiento del acero y el vidrio en las fachadas de los edificios, se privilegió a los espacios interiores abiertos a la vista exterior, sin embargo esto conlleva a que surjan elementos que tengan como función filtrar el exceso de luz y calor a que se exponen estos edificios de grandes vanos.

El objetivo es regular la temperatura en el interior de locales habitables, necesariamente se tendrá que proteger del sol una superficie translúcida como son los vidrios de las ventanas.

La radiación solar llegará a la superficie del exterior del vidrio y en condiciones generales medias, el 86% continuará por el interior hasta encontrar una superficie que absorberá y una parte se reflejará dependiendo del color, la parte absorbida calentará y posteriormente irradiará calor en el espectro infrarrojo, ya no visible al ojo humano.

La protección solar puede ubicarse en el interior del local, en el vidrio o en el exterior, para evitar el ingreso de la radiación solar, sin embargo la variación de la temperatura será diferente, de acuerdo a la ubicación de la protección solar, ésta será más eficiente si se coloca al exterior que si se encuentra al interior.



Existe un factor para determinar la capacidad de disminuir el calentamiento en un local gracias a la protección solar, este se denomina: Factor de Protección Solar – (FPS) ³ el cual nos indica los siguientes valores:

1. vidrio ordinario: $F = 0,86$
2. con protección interior: $F = 0,50$ a $0,65$
3. con protección exterior: $F = 0,05$ a $0,25$

El factor solar es menor cuando la protección solar es opaca y de tonalidad clara (refleja los rayos de sol). Si la protección solar no es opaca y permite parcialmente el paso de la radiación solar el valor del factor solar F aumenta.

$$F = a K / h e$$

donde: a = factor de absorción solar del vidrio combinado con el parte-sol y todos los elementos que intervienen en la eficacia de éste (color, emitancia, ⁴ ventilación, resistencia térmica, separación); K = coeficiente global de transmisión del vidrio y $h e$ = coeficiente superficial de transmisión del vidrio.

³ Norma Americana ASHRAE.

⁴ Proporción de radiación térmica emitida por una superficie u objeto debida a una diferencia de temperatura con su entorno.

En el caso de superficies opacas se recibe el 100% de la radiación en cuanto al color, parte se absorbe y parte se refleja. La parte absorbida comienza a calentar la superficie y el calor se transmite por conducción para luego irradiar en el infrarrojo el interior del local y elevar su temperatura.

Lo anterior en el período frío del año es benéfico pero se vuelve perjudicial en el período cálido, ya que tiende a sobrecalentar el interior de los locales por sobre los niveles de confort higrotérmico. ⁵

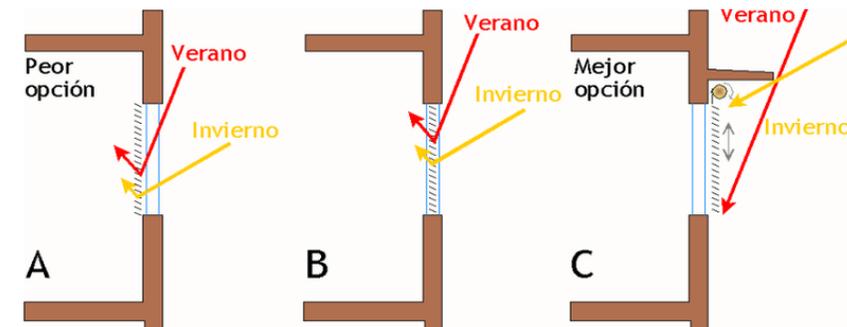


Imagen donde se aprecia lo relevante del funcionamiento de las protecciones solares en una ventana en diferentes épocas del año, imagen tomada del autor Jorge Daniel Czajkowski, con fines didácticos.

⁵ Es cuando el cuerpo humano está en un equilibrio con su temperatura y el medio ambiente, sin necesidad de que intervengan los mecanismos termorreguladores (metabolismo, sudoración)



4.3_MATERIALES.

Para este punto enfatizaremos sobre las protecciones solares exterior, ya que están más relacionadas con el prototipo de esta investigación.

Encontramos una empresa a la vanguardia en relación a la aplicación de protecciones de ventanas tanto interiores como exteriores o recubrimiento arquitectónico, como lo define *Hunter Douglas*.

Entre los productos que maneja están lamas⁶ y celosías de aluminio y aluminio extrusionado⁷ para las aplicaciones de carpintería exterior.

El aluminio es un elemento muy abundante en la naturaleza, sólo aventajado por el oxígeno. Se trata de un metal ligero, con

una densidad de 2700 kg/m³, y con un bajo punto de fusión (660 °C). Su color es blanco y refleja bien la radiación electromagnética del espectro visible y el térmico.

⁶ Lámina de metal, madera u otros materiales que se emplea para persianas.

⁷ La extrusión consiste en dar forma o moldear una masa haciéndola salir por una abertura para conseguir perfiles, se puede extruir tanto aluminio primario como secundario (reciclado).

El aluminio es 100% reciclable sin pérdida de sus cualidades físicas, El proceso de refundido requiere sólo un 5% de la energía necesaria para producir el metal primario inicial.



Imagen tomada de www.hunterdouglas.com.mx, con fines didácticos, donde se muestran :Corta-soles Móviles | Termobrises 150-335, Corta-soles Fijos Quiebra-vista 30B-50B-50BD, para tratamiento de una fachada del centro comercial el Dorado.



También disponen de elementos acústicos que pueden ser colocados dentro de los paneles (como fibra de vidrio o lana mineral).

La fibra de vidrio es un material que consta de hebras delgadas hechas a base de sílice, se ocupan en: recubrimientos, aislamiento térmico, aislamiento eléctrico, aislamiento acústico, como refuerzo a diversos materiales, absorción de sonido, telas resistentes al calor y la corrosión.

Lana o fibra mineral, es un material procesados a partir del estado de fusión de roca, escoria o vidrio, y convertidos a fibra por un procedimiento de centrifugación a alta velocidad o a través de dados de estirado o la combinación de ambas se utiliza en aislamiento termo- acústico, barreras contra fuego, la cual soporta temperaturas de hasta 1177°C antes de llegar a su punto de fusión, no genera flama ni gases tóxicos.

Como nuevos materiales aplicados a los revestimientos en espesores milimétricos para cubiertas, revestimientos, cielos y quiebra-vistas están: el cobre, zinc, aluminio y acero corten.

El Acero Corten es una oxidación controlada y es posible obtener en su superficie distintas tonalidades. A medida que pasa el tiempo, la oxidación va permitiendo que el material se “auto-proteja”, es decir, crea una película de óxido impermeable al agua que evita que ésta ingrese.

El Acero Corten tiene un alto contenido de cromo, cobre, níquel y fósforo, componentes que lo hacen adquirir un particular tono rojizo. El color final obtenido va a depender del nivel de lluvias, humedad, salinidad del ambiente, etc.



Imagen tomada de www.hunterdouglas.com.mx, con fines didácticos, donde se muestra: el acabado aplicado del acero corten con espesor de 0.6 1.0mm.

El cobre, debido a la intemperie, va variando su color pasando por distintos tonos cafés, verdes, rojos y azules. A través de agentes químicos especiales es posible obtener distintas pátinas, las cuales varían sus tonalidades. Una de sus principales características es su alta resistencia a ambientes agresivos (marinos, ácidos, etc.), ya que resiste la corrosión atmosférica por más de 100 años.



Dada su composición el cobre atenúa el desarrollo y crecimiento de gérmenes, por lo que es considerado higiénico. Gracias a lo anterior puede ser utilizado en industrias de alimento, hospitales, etc. Es un material 100% reciclable.



Imagen tomada de www.hunterdouglas.com.mx, materialidades con fines didácticos, donde se muestra: el cobre en diferentes tonalidades.

El aluminio pintado permite una mejor manipulación frente a productos como el aluzinc, por lo que el formado de los paneles presenta una excelente terminación y resistencia a ambientes agresivos, ya sea industriales, marinos o lluviosos.

Las aplicaciones son con laca transparente y semitransparente para resaltar el aluminio natural, con respecto a la pintura existe la poliamida de poliuretano PUR/PA y otra compuesta por un polímero de alta durabilidad HDP. Ambos esquemas permiten una excelente protección contra la radiación solar, lluvias y contaminantes atmosféricos.



Imagen tomada de www.hunterdouglas.com.mx, materialidades, con fines didácticos, donde se muestra: el acabado en aluminio pintado con laca transparente.

El Titanium Zinc, al estar en contacto con la atmósfera crea naturalmente una pequeña capa llamada pátina. Dicha capa es producto principalmente de la interacción del metal con el CO₂ y el H₂O. La durabilidad del zinc es extraordinaria, ya que presenta una resistencia excepcional a la corrosión.



Un producto en zinc correctamente instalado puede tener una vida sin mantenimiento de entre 30 y 40 años en ámbito urbano o marítimo y de más de 100 años en ámbito rural.



Imagen tomada de www.hunterdouglas.com.mx, materialidades, con fines didácticos, donde se muestra: el acabado en Titanium zinc en un quebravistas.

Anunciado como la última novedad en paneles para recubrimientos, encontramos la llamada Varia el cual es un sistema dinámico de paneles de eco-resina. Con un 40% de material reciclado, encapsulan materiales orgánicos, inorgánicos e impresos, debido a que son Termo-formables pueden llegar a crear cualquier forma., además cuentan con excelente resistencia a químicos y agentes de limpieza, gran resistencia al impacto, aproximadamente 40 veces más resistente que el vidrio. Su contenido reciclado ayuda en la obtención de créditos LEEDS.



Imagen tomada de www.3form-la.com, con fines didácticos, donde se muestran las 5 placas con la que cuenta el panel que encapsula la textura dentro de las resinas.

En relación a toldos y velarías encontramos vinilo para exteriores y fibra de vidrio cubierta con teflón. Estas estructuras de tensión de membranas traslúcidas ofrecen una vida de siete a veinte años. Una estructura de tensión puede ser fabricada como una estructura permanente.



El vinilo también llamado Policloruro de Vinilo (PVC) es el derivado del plástico más versátil, está en forma rígida o flexible, derivado de dos materias primas naturales cloruro de sodio o sal común (ClNa) (57%) y petróleo o gas natural (43%), siendo por lo tanto menos dependiente de recursos no renovables que otros plásticos.

Se caracteriza por ser: inodoro, insípido y resistente a la mayoría de los agentes químicos, ligero, no propagador del fuego, no se degrada, ni se disuelve en agua y además es totalmente reciclable.

Como es de apreciarse las empresas dedicadas profesionalmente al desarrollo de protecciones solares, procuran seleccionar materiales que respondan favorablemente a una durabilidad a los agentes ambientales, dar apariencias novedosas y estéticas, sin dejar de favorecer la parte ecológica; por lo que a continuación enlistamos algunos materiales en relación con el tiempo aproximado de su degradación biológica.

Por lo anterior, un material se considera renovable si su ciclo de biodegradación es en un tiempo menor al de la vida de un ser humano:

| | |
|--------------------|---------------------|
| papel | 3 semanas a 2 meses |
| desechos orgánicos | 3 semanas a 4 meses |
| textiles. | 1 a 5 meses |
| lana | 1 año |

| | |
|----------------|----------------|
| bambú | 1 a 3 años |
| madera natural | 2 a 3 años |
| cuero | 3 a 5 años |
| madera pintada | 12 a 15 años |
| metal | 10 a 100 años |
| aluminio | 350 a 400 años |
| plástico | 500 años |
| vidrio | 4000 años |

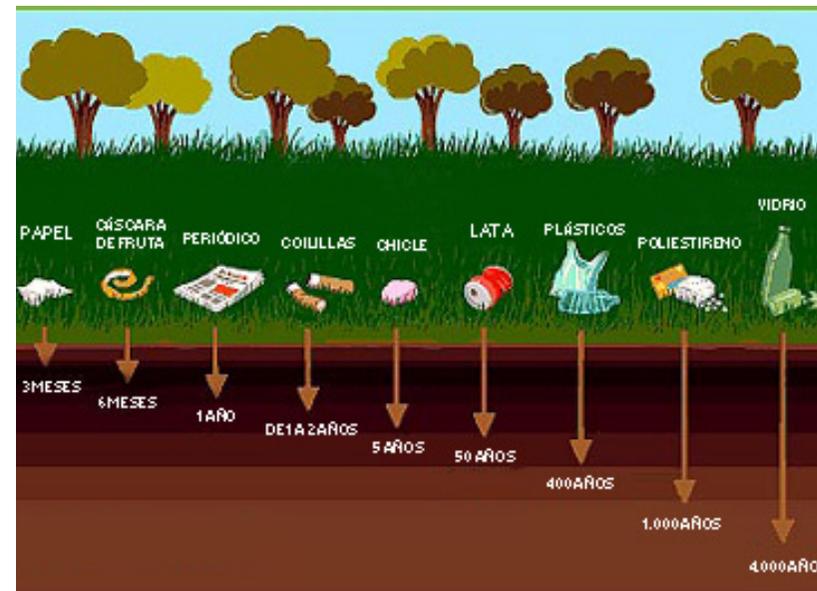


Imagen tomada de "Estudio de caso del curso "Introducción al Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible", ciclo 2012A, UdG-CUAAD, con fines didácticos, en donde se hace gráfico la degradación de la basura.



4.4__COSTO.

En este punto, la investigación si hace especial énfasis en los costo de protecciones al interior, debido a que el argumento consiste en que los habitantes de un edificio de vivienda, recibirán su patrimonio sin protecciones solares y con un calentador solar en la azotea; por lo tanto, para resguardarse de la incidencia solar, deberán adoptar e invertir en cortinas, persianas o algún aditamento que esté a su alcance y sea pagado por ellos mismos, difícilmente se instala un recubrimiento de fachada integral, que implica un contrato con una empresa que tenga los medios para el montaje, lo que implica también un consenso entre los condóminos.

El costo de las cortinas, en la situación más favorable, “es gratis”, en la compra de la tela de algunas distribuidoras textiles,⁸ por lo que en la variedad de la tela repercutirá en el precio.

Para contar con un parámetro tangible de lo que puede oscilar el costo de una cortina, revisando la lista de precios de una importante distribuidora de telas⁹ mencionaremos que el Tergal

⁸ Grupo Parisina S.A. de C.V. (cargo por materiales, como hilo, ganchos, tarlatana, la mano de obra es gratis)

⁹ Mazahua, la nueva distribuidora de telas, S.A. de C.V.

francés-Brasilia con un ancho de 3.00 M, tiene un precio de \$31.84 pesos ML, siendo la línea de tela más económica y la línea Alberi con un ancho de 1.40 M tiene un precio de \$ 532.11 pesos ML.



Imágenes tomada por el autor, donde se aprecia los muestrarios de telas Mazahua y Vertisur. © Daniel E. García Flores.

En caso de tener que pagar la maquila de la cortina, ésta puede oscilar entre \$ 12.00 a \$ 20.00 pesos el ML, este costo incluye también el material de la tarlatana, el hilo, los ganchos, usos de máquinas. Cabe mencionar que el precio al cliente es diferente, ya que implica realizar recorridos al domicilio para medir y



entregar, por lo que se deberá considerar un incremento del 50% sobre el precio de maquila¹⁰.

Aun es necesario considerar el costo de la instalación de los cortineros, que es el soporte por donde se deslizarán las cortinas, existen cortineros estándar que son para cortinas de poco peso como el tergal, pero para longitudes mayores a 3.00 M o telas pesadas como el Blackout, se usan cortineros reforzados; la diferencia radica en que el estándar es de lámina calibre 24 y el reforzado calibre 22 en la varilla, con lo que también varía el tamaño de los accesorios.



Imágenes en donde se muestra: cortina de Blackout (izquierda) y cortina de tergal (derecha), es considerable la transparencia y el peso que las diferencia.

¹⁰ Datos proporcionados en el taller de decoración del Sr. Gerardo García Monroy.

Para términos prácticos, el costo de colocación de los cortineros incluyendo material y mano de obra es de \$150.00 a \$ 200.00 pesos por metro lineal en estándar y de \$ 200.00 a \$300.00 pesos en reforzado metro lineal.¹¹

Los componentes de un cortinero son: la varilla, porta-poleas, carros, correderas, contra-porta-polea, cordón, abrazaderas y ménsulas,¹² cada elemento se vende por separado y el cordón por Kg.

La siguiente opción de proteger las ventanas al interior es con persianas, las cuales ya son industrializadas, las empresas como *FUA*, *Vertisur* y *Hunter Douglas*, cuentan con paramentos de costo de acuerdo al modelo y las dimensiones tanto horizontales como verticales, además de complementos para cada sistema.

Enrollables de \$ 1024.00 M2 a \$ 1471.00 M2
Romanas y domos de \$ 1250.00 M2 a \$ 1544.00 M2
Persianas plisadas de \$ 730.00 M2 a \$ 1496.00 M2
Persianas celulares de \$ 1257.00 M2 a \$ 3002.00 M2

¹¹ *Ibidem*.

¹² Precios de componentes de un cortinero (factura 24/04/14, Vertisur S.A. de C.V.) varilla estándar \$15.37 ML, abrazadera estándar \$ 1.35 pza., carro estándar \$10.36 pza., porta-poleas plástico estándar \$ 14.99 paz., porta poleas balero estándar \$ 17.28 pza., ménsula 3.00 CM \$ 4.62 pza.



| | | |
|--------------------------|-----------------|---------------|
| Bambú y ratán de | \$ 1152.00 M2 a | \$ 1453.00 M2 |
| Persianas de aluminio de | \$ 518.00 M2 a | \$ 1701.00 M2 |
| Verticales de PVC de | \$ 212.00 M2 a | \$ 478.00 M2 |
| Verticales mini PVC de | \$ 279.00 M2 a | \$ 412.00 M2 |
| Verticales de tela de | \$ 281.00 M2 a | \$ 854.00 M2 |
| Persianas de madera de | \$ 1194.00 M2 a | \$ 4805.00 M2 |

Los paneles corredizos se cotizan por m2 con un costo general de \$ 786.00¹³



Imagen en donde se muestra un panel Glide, son paneles de tela que se deslizan por un riel para abrir o cerrar la vista, imagen tomada de www.fua.com.mx, con fines didácticos

¹³ Precios consultados en guía rápida de cotización, clientes en general, abril 2014, FUA.

Dentro de los aditamentos no podemos dejar de mencionar la motorización de persianas, donde el riel armado cuesta \$ 374.00 metro lineal, motor y distribuidor \$ 3,988.00, si es un interruptor de pared \$ 298.00 y si es un control remoto \$ 473.00, en caso de querer un control de grupo (hasta 15 persianas) \$ 4037.00 pesos. ¹⁴

Pasando a las referidas protecciones solares exteriores, la lona uso rudo, calibre de lona 18 oz(610 gr/m2), con bastilla, argollas soldadas. usada comúnmente por transportistas debido a su resistencia oscila entre \$ 65.00 a \$ 90.00 pesos en M2. ¹⁵

Si se considera un toldo plegable con estructura el cual se enrolla en un tubo con ayuda de un gancho, comúnmente usado en locales comerciales, ya instalado el precio por M2 es de \$450 m2¹⁶

¹⁴ Cotizado en Vertisur S.A. de C.V. Av. San Antonio No.97 Col. Carola, Álvaro Obregón C.P. 01180 D.F.

¹⁵ Cotización realizada en Ionas la Provincial, Av. Leyes de Reforma No. 1063 Col. Leyes de Reforma, Iztapalapa México, D.F. 09310

¹⁶ ibídem.



Las empresas de textiles y persianas ampliaron su nicho de mercado e incursionaron en toldos exteriores para ventanas de residencias, ya no es el tubo metálico en el que se enrolla el vinil de lona, existe toda una selección de materiales que están enfocados a la apariencia y estética, por lo que el costo de uno de estos sistemas se ve incrementado; por ejemplo, el modelo de brazo de tensión *Solaris*, el cual puede abrir el brazo, recogerse en un rollo o tapar la ventana verticalmente adosado a la fachada con un costo de \$ 1670.40 M2¹⁷



Imagen donde se observan las diferentes posiciones que puede adoptar el toldo *Solaris*, imagen tomada de galería toldos de www.fua.com.mx, con fines didácticos.

¹⁷ Cotización realizada el 30/04/14, en atención a distribuidores FUA.

Los toldos con brazo retráctil, que se resguardan en un cobre hermético, se cotizan por una tabla de medidas ya preestablecidas, por lo que se propondrá el tamaño a la medida que más se aproxime, por ejemplo un modelo de 2.00 x 1.50 m tendrá un costo de \$ 16,118.24. Si lo queremos considerar, el costo por M2 de éste sería de \$ 5,372.74¹⁸



Imagen donde se observa el toldo retráctil con el brazo abierto y con el cofre hermético cerrado, tomada de www.toldiva.com, con fines didácticos

Las pantallas de protección solar automáticas no solo disminuyen el gasto de energía eléctrica para enfriar, sino que también reducen la capacidad de enfriamiento necesaria. Las reducciones en el consumo de energía y la capacidad pueden llegar a un 50% lo que impacta directamente en el costo total del control de climatización interior.¹⁹

¹⁸ *Ibidem*.

¹⁹ Guía para la sustentabilidad, Hunter Douglas.



4.5__EFICIENCIA.

Los revestimientos exteriores con sistemas de pantalla o protección solar controlan la ganancia calórica solar y mejoran el rendimiento y la eficiencia de un edificio.

El uso de la luz natural, reducción del brillo y regulación de la ganancia térmica se vuelve esencial para administrar el confort térmico y lograr una buena calidad del ambiente interior.

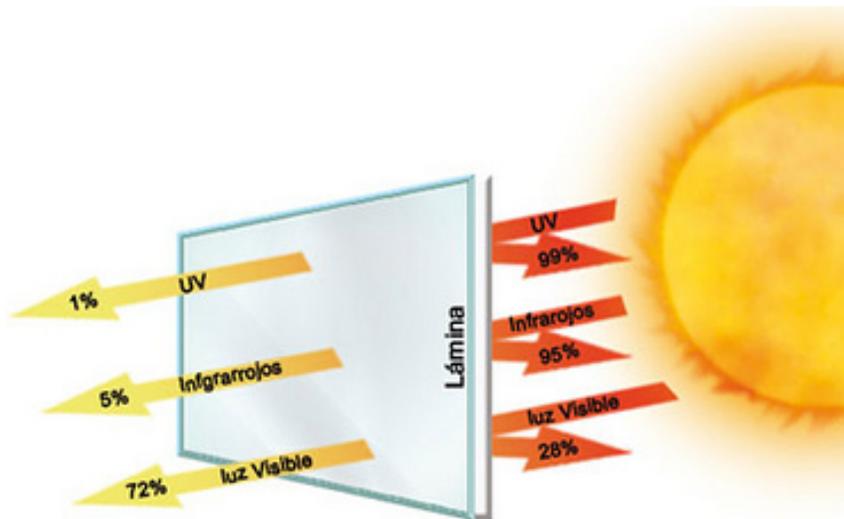


Imagen donde se observa como una lámina solar puede filtrar diferentes porcentajes de rayos nocivos, imagen tomada de: www.laminas-solares-aislantes.es con fines didácticos.

A través de las ventanas y fachadas, las temperaturas interiores se ven directamente influenciadas por la ganancia de calor solar la finalidad de las protecciones solares es reducir el consumo de energía del aire acondicionado y evitar la perdida de temperatura para evitar la calefacción.

Los sistemas con persianas reflejan la luz natural más profundamente en un espacio, al recolectar la luz natural y reducir la dependencia de la luz artificial, al administrar la cantidad de luz solar directa que ingresa a un espacio se reduce el brillo y los reflejos indeseados de las pantallas de las computadoras sin impedir que se vea el exterior.

También las persianas horizontales, al poder girar las lamas y moderar la inclinación para hacer que la luz rebote contra plafones reflectantes, ayuda a reducir la iluminación artificial hasta en un 50%.

Las persianas enrollables, pueden bloquear hasta un 90% de la radiación UV.

Los estudiantes que recibieron luz del día natural adecuada en sus salas de clase logran un progreso del 20% más rápido en las pruebas de matemáticas y un 26% en las pruebas de lectura²⁰.

²⁰ Guía para la sustentabilidad, Hunter Douglas.

Los espacios de trabajo cómodos, con iluminación natural y que permiten el acceso de sus ocupantes a vistas exteriores pueden reducir la rotación y el costoso ausentismo.

El control de climatización individual de $\pm 3^{\circ}\text{C}$ tiene como resultado un aumento de un 3% en la productividad. ²¹

La utilización de elementos de control solar pueden reducir la temperatura máxima de una habitación entre 5 y 10°C, sin el uso de aire acondicionado.

Las protecciones solares modernas instaladas reducen las emisiones de CO2 en 80 millones de toneladas sólo en Europa.

4.6__CERTIFICACIONES.

El Programa Blue Angel de Alemania, etiquetado ecológico, distingue productos con baja incidencia sobre el medio ambiente durante su ciclo de vida, calidad, seguridad, consumo de energía. Fue el primero en constituirse en el mundo, en 1977.

Se divide en 125 categorías, entre las que *destacan para* nuestro interés: materiales de construcción hechos a partir de vidrio o papel reciclado, tableros de aglomerado.

²¹ *Ibíd.*

Para cortinas, persianas y productos diseñados para su uso en espacios interiores existe el *Programa de Certificación GREENGUARD*, al estar certificado un producto con esta distinción se avala que cumplen con los estrictos límites de emisiones químicas, que contribuyen a la creación de los interiores más saludables.



Imágenes de las etiquetas con las que se distinguen los productos certificados por los programas de Blue Angel y Greenguard, imágenes tomadas de <http://www.blauer-engel.de> y www.greenguard.org con fines didácticos.

Esta certificación ha establecido estándares basados en el desempeño para productos y procesos con bajas emisiones químicas y de partículas en interiores, está enfocado principalmente para materiales de construcción, acabados, mobiliario interior, muebles, productos de limpieza y equipos electrónicos.



El método de prueba principal para la mayoría de los materiales de construcción, muebles y acabados es el Método Estándar para la medición y evaluación de las emisiones químicas de los materiales de construcción, acabados y muebles, a través de cámaras dinámicas ambientales.

Se miden las emisiones químicas y de partículas, del edificio y mobiliario para cumplir con los niveles de emisión permitidos dentro de 7 a 14 días de la instalación. Todos los productos y procesos, incluyendo la electrónica de funcionamiento y sistemas de limpieza, deben cumplir con los niveles permitidos durante las pruebas para simular el uso real.

Los niveles de emisión medidos se convierten mediante el cálculo de las concentraciones aéreas que representen lo que una persona realmente respira. Estas concentraciones se determinan con base en el uso previsto del producto, cantidad de producto, proceso de aplicación y las condiciones de los edificios interiores, incluyendo el volumen de construcción y tasa de intercambio de aire fresco. También se basan en el producto que se utiliza en una sola habitación de ocupación con una ventilación de aire exterior.

GREENGUARD Children and Schools™, actualmente nombrado *GREENGUARD* certificación Gold, consiste en una certificación más rigurosa, ya que considera factores de seguridad para tener en cuenta las personas sensibles (por ejemplo, los niños y los ancianos) y asegura que un producto es

aceptable para uso en ambientes tales como escuelas y centros de salud. Se hace referencia tanto la colaboración de escuelas de alto rendimiento (CHPS) y la certificación en energía y diseño ambiental (LEED).

Los productos certificados deben someterse a repetidas pruebas periódicas de verificación para permanecer certificados.

Estándar ANSI/ASHRAE 62.1-2007 es una norma referente a la calidad del aire y ventilación aceptable en interiores, aplica a los espacios destinados a ocupación humana excepto aquellos dentro de viviendas unifamiliares, multifamiliares, estructuras de tres pisos o menos, lugares para vehículos y aeronaves. El estándar define los requerimientos para la ventilación y diseño del sistema de limpieza de aire, instalación, puesta en marcha y operación y mantenimiento.

Especifica tasas de ventilación mínima y medidas destinadas a proporcionar una calidad de aire interior que es aceptable para los ocupantes humanos y que minimiza los efectos adversos para la salud.

LEED (Liderazgo en Energía y Diseño Ecológico) es un sistema de certificación voluntario, cuenta con 5 áreas clave de la salud humana y del medio ambiente: Desarrollo sostenible, Ahorro de agua, Eficiencia energética, Selección de materiales y Calidad del medio ambiente en el interior. Se requiere sumar 32 puntos para estar certificado, al exceder 40 puntos obtiene un certificado plata, rebasando 48 oro y 64 platino.



Los puntos se ganan por acciones que se apliquen desde el proyecto, durante la construcción y el mantenimiento del edificio, con el fin de atenuar el daño al medio ambiente.

| | |
|-----------------------------------|-----------|
| Parcelas Sostenibles | 21 |
| Eficiencia en Agua | 11 |
| Energía y Atmósfera | 37 |
| Materiales y Recursos | 14 |
| Calidad Ambiental Interior | 17 |
| Innovación Procesos y Tecnologías | 6 |
| Créditos Prioridad Regional | 4 |

Puntos Totales Disponibles 110²²

Los lineamientos para Interiores Comerciales verdes de alto desempeño, que son lugares saludables y productivos para trabajar, que son más económicos de operar y mantener y que tienen un bajo impacto al medio ambiente.

Se obtienen créditos cuando al menos el 5% en costo del valor total de la construcción fue reusado, esto incluye pisos y decoración, así como productos que incorporen materiales reciclados, reduciendo el impacto de la extracción y del proceso de materiales vírgenes.

²² www.spaingbc.org

La parte que se puede acreditar es de acuerdo al peso o el porcentaje de peso de materiales reciclados que ya fueron utilizados previamente por los consumidores.

Incrementar la demanda de materiales y productos extraídos y fabricados en la región, ayudando la economía local y reduciendo el transporte. Se requiere que el 10% del costo total se extraiga, recupere y fabrique dentro de un radio de 500 millas. (804.67km). Solo se considera el % de valor de la zona.



Imagen de las 4 certificaciones posibles a las que puede aspirar un edificio para ser avalado como amigable con el medio ambiente, imagen tomada de www.usgbc.org con fines didácticos.

Reducir la exposición de los ocupantes de un edificio a partículas potencialmente peligrosas, contaminantes biológicos y contaminantes químicos que impactan adversamente la calidad del aire. (si se cuenta con tapetes en los accesos que capturen partículas se obtiene 1 punto)²³

²³ Introducción a LEED®-CI para Interiores, (Remodelación y Obra Nueva)



4.7 __CONSIDERACIONES.

La climatización en los edificios adquiere elevados costos en su implementación, mantenimiento y de operación, la energía convencional no va a dejar de subir su precio, la sociedad cada vez se hace más consciente del daño al ambiente y las consecuencias son tangibles, la temperatura mundial está aumentando.

Estamos en el escenario propicio para explotar comercialmente las bondades de los sistemas pasivos de climatización, las fachadas dan cuenta de ello, cada vez son más los edificios que cuentan con una celosía, quiebra-vistas, parte-soles, sobre los acristalamientos.

Las protecciones solares están pensadas para épocas de calor, dar sombra es disminuir costos de climatización, resulta más sencillo, razonable y económico evitar que se caliente un recinto que intentar enfriarlo.

El M2 de mantenimiento es incluso más preocupante que el de construcción, debido a que durante toda la vida útil del edificio tendrá que ser pagado sin disminuir la cuota, así que todo ahorro propiciado por la innovación del proyecto será a largo plazo un capital ganado.

La transparencia y el contacto con el exterior es un logro de los avances tecnológicos de la construcción, al cual difícilmente se está dispuesto a renunciar, así como tampoco se renuncia a un confort, respaldado por organismos de salud, en beneficio de una mayor productividad, es así que no solo las protecciones solares deben de ser sensibles con su tarea de ser una barrera de calor, adquieren el reto de no obstaculizar las vistas y la entrada de luz natural.

Una opción para paños vidriados, es la de protegerse de la radiación solar mediante quiebra-vistas con movimiento. Esta protección del interior debe idearse cuidando de no dejar a oscuras el interior, la idea es continuar con la transparencia del edificio sin que se recaliente.

Es pertinente destacar que una buena protección solar permite vistas, luz, aire, sombras a fachada ventilada.

Un producto realizado en una empresa con certificaciones, control de calidad y materiales certificados, puede tener un costo de 371% más alto que uno sin éstas. ²⁴

²⁴ Análisis realizado en base a los costos obtenidos en toldos de esta tesis.



CAPÍTULO 5

EL PROTOTIPO.

Como se marca en el método sistémico, después de analizar, separar, organizar y comparar los elementos estudiados en los dos capítulos anteriores, en este apartado se realiza la síntesis de crear una nueva propuesta, se desarrolla el prototipo, el cual deberá ser diseñado desde la selección de los materiales, que le proporcionen mayor resistencia, eficiencia, presentación, además del cuidado al medio ambiente, ya que gran parte de la motivación de este proyecto es el cuidado por el planeta.

Partir de la concepción de la idea a la facturación es llegar a un proceso más allá de la simple hipótesis, es cierto que existen empresas profesionales tanto en calentadores y protecciones solares, que cuentan con procesos certificados de investigación producción y evaluación de sus productos; sin embargo, el realizar de primera mano los ensayos y procesos en la construcción de un prototipo, permite enfrentar retos que por si mismos son fuente de inspiración para nuevas propuestas y mejoras a lo ya difundido sobre el tema de captación y administración de la energía solar.

5.1 SELECCIÓN DE MATERIALES

Partiendo de que elegimos el panel de placa plana, debido a que es más susceptible a trabajar con tubos, que se pueden adquirir en cualquier tlapalería, así como su manipulación, no requiere una maquinaria compleja, y por lo tanto, no estamos dependiendo de un marca específica para las refacciones, como lo son los tubos al vacío.

Aunque está documentado que es posible utilizar tubos de PVC para hacer el serpentín por donde circula el agua y es calentada con una eficiencia aceptable, se prefirió utilizar tubos de cobre, para compensar cualquier pérdida de temperatura que pudiera presentarse, en otra parte del sistema.

Entre las marcas de cobre están *IUSA*, *Cobrecel* y *Nacobre*, ¹ esta última fue la elegida, con un costo mayor, pero con mejor calidad en el acabado de las terminaciones de *IUSA* y mayor grosor que *Cobrecel*.

¹ IUSA (\$124.00 pesos), Cobrecel (\$ 98.00 pesos), Nacobre (\$135.00 pesos), cotización realizada el día 28/04/14 en Casa Cravioto S.A. de C.V., para un tubo de cobre tipo M, longitud de 3.05 M.



Imagen donde se muestra el serpentín de cobre con diámetro de $\frac{1}{2}$ " , el cual es pintado con esmalte color negro, se puede apreciar que en un extremo ya se ha soldado el conector con rosca tipo macho para recibir las conexiones, imagen tomada por el autor. © Daniel E. García Flores.

Se trabajó un primer bastidor en aluminio, ya que es el material más utilizado para protecciones solares, debido a su resistencia a la intemperie, ligereza, y poco mantenimiento que puede requerir. Asimismo, el aluminio cuenta con un alto grado de consumo energético, sin embargo si se recicla, disminuye hasta un 95% este gasto y es un material de gran disponibilidad.

Así también se optó por hacer un bastidor de madera, ya que es un material más sustentable y menos contaminante, ligero y resistente a la intemperie, si recibe un tratamiento adecuado, además proporciona un acabado menos industrial al prototipo.

De esta manera, se cuentan con las dos opciones, respecto a esta parte del colector.



Imagen donde se muestra el armado de los dos bastidores, uno con perfiles extruidos de aluminio y otro con madera, imagen tomada por el autor. © Daniel E. García Flores.



Existen dos empresas líderes en la industria de las soldaduras: *Grupo Siler* y *Soldaduras Omega*,² ambas hacen alusión a que sus productos están libres de plomo, en el caso de *Siler* cuenta con un departamento de investigación y desarrollo; no obstante *Omega* ha explotado más el concepto de productos ecológicos y por lo cual cuenta con las certificación de la norma Europea RoHs, la cual consiste en la eliminación del plomo y otras sustancias peligrosas de cualquiera de sus procesos incluyendo la soldadura como elemento de aleación.



Imagen donde se muestra, el embace con la etiqueta que hace alusión a que el producto es amigable con el medio ambiente, esta pasta se utilizó en la elaboración del prototipo, imagen tomada por el autor. © Daniel E. García Flores.

² empresa 100% mexicana fabrica y comercializa soldadura desde 1944.

En el desarrollo del captador solar para la cubierta superior así como la inferior, fue cristal templado transparente de 4mm, con un costo de \$ 307.00 M2,³ en el prototipo se dispuso de cristal, y por contar con espacio abierto y en planta baja, fue posible realizar las maniobras sin complicaciones; sin embargo, el peso del vidrio⁴ y el de policarbonato⁵ difieren de manera significativa en relación de 12.5 veces más ligero el policarbonato.

El precio de la lámina de policarbonato⁶ también es competitivo, siendo un 30% más económico, es así que aunado a lo anterior la lámina de policarbonato es el material seleccionado debido a

³ Precio consultado en: CRIVISA S.A. de C.V, calzada Ermita Iztapalapa No. 392, Col. Cacama, Iztapalapa, C.P. 09090. Cristal templado 3mm trasparente: \$216.00, gris \$ 259.00 pesos.

⁴ Densidad del vidrio= 2500 Kg/m³, por lo cual el vidrio plano tiene un peso de 2,5 Kg/m² por cada milímetro de espesor, por lo que con espesor de 4mm el vidrio pesa 10kg/m² consultado en: www.centrocristal.com.ar

⁵ Peso de lámina de policarbonato: de 4mm 0.8 Kg/m², de 6mm 1.3 Kg/m², 8mm 1.5Kg/m² y 10mm 1.7Kg/m². Consultado en www.equipol.com.mx

⁶ Precio del m² de lámina de policarbonato acabado cristal, de 6mm = \$1,856.64 y de 8mm \$ 208.84 pesos, consultado en: Manufacturera Mexicana de Plásticos, S.A. Blvd. Adolfo López Mateos No.1889 Col. Alpes C.P.01010 México, D.F



que también en caso de desprendimiento, los daños que ocasionaría serían mínimos, ya que estamos considerando la instalación a diferentes alturas de un edificio.



Imagen donde se muestra, la cubierta superior del captador solar con vidrio de 4mm, con una inclinación de 45°, imagen tomada por el autor. © Daniel E. García Flores.



Imagen donde se puede apreciar la vista cuando el captador tenga una inclinación vertical frente a la ventana, lo que permite una transparencia a través de la caja, imagen tomada por el autor. © Daniel E. García Flores.



Los anclajes en el caso del bastidor de aluminio, se realizaron con remaches, en lo que compete al bastidor de madera se utilizaron pijas, que dieron soporte al marco y sujetaron las abrazaderas metálicas de uña que fijaron el serpentín de cobre en el interior de la caja.

La pija seleccionada fue la de multiusos para madera aglomerada, cabeza Phillips, cuerda abierta con 4 muescas para avellanado. Acabado: fosfatado.



Imagen donde se muestra, el anclaje del serpentín al bastidor de madera con abrazaderas tipo uña y pijas multiusos, imagen tomada por el autor. © Daniel E García Flores.

Para sujetar el colector a la pared se usaron argollas tipo Hembrilla Cerrada Rosca Madera, las cuales en diferentes puntos del muro también se anclaron.

Debido a que el funcionamiento del captador solar contará con movimiento, las conexiones entre éste y el termo tanque, fueron flexibles. Las seleccionadas son las mangueras de acero inoxidable destinadas a los lavabos, con entradas de $\frac{1}{2}$ " de diámetro, éstas a su vez, requieren conectores de $\frac{1}{2}$ " con cuerda macho de un extremo y soldable del otro.

La válvula de retención de líquidos, conocida como check, cuya función es evitar que regresen los líquidos por donde accedieron, su mecanismo cuenta con un resorte y una forma cónica, la cual en un sentido permite el paso (de frente a la punta) de forma inversa, la misma presión del agua bloqueará el sistema y así se podrá evitar que el agua caliente regrese por donde se suministra el agua fría.

Al bloquear el agua caliente con la válvula check, la presión del agua caliente tenderá a buscar una salida, generalmente se instala un tubo que asciende a una altura mayor a la del tanque más elevado, comúnmente llamada jarro de aire, su finalidad es liberar el en exceso de presión provocado por el calentamiento del agua, para evitar el jarro de agua, se implementó una válvula de alivio que realizará la misma función y que no interferirá con el movimiento del captador solar.



Imágenes donde se muestra, (Izq.) válvula de alivio y (Der.) válvula check horizontal, imágenes tomadas por el autor. © Daniel E. García Flores.



Imágenes donde se muestra, las dos válvulas instaladas en la tubería de cobre, la válvula de alivio está instalada con una conexión tipo Tee, imágenes tomadas por el autor. © Daniel E. García Flores.

El diseño del termo-tanque es un contenedor de polipropileno, de doble capa, con un recubrimiento térmico y reforzado con una estructura metálica, cuyas dimensiones responden a un análisis de los espacios en los edificios residenciales, específicamente los plafones de baños.



Imágenes donde se muestra, (Izq.) calentador de agua con tapa y capuchón. (Der) interior del calentador en la parte central esta hueco como una dona para que pase la flama y caliente el agua a través de la lamina del contenedor interior la lana mineral y la cubierta exterior aíslan del exterior para evitar pérdidas de temperatura, imagen tomada por el autor. © Daniel E García Flores.



Al contactar con fabricantes de recipientes para agua, no consideran viable la manufactura de un nuevo modelo, si este no cuenta con una producción de por lo menos 1000 copias, por lo que para realizar los ensayos del prototipo, se adaptó un termo-tanque de un calentador de agua con capacidad de almacenamiento de 38 litros.

Lo interesante de adaptar este calentador de agua es identificar que contiene todos los elementos de un termo-tanque de un calentador solar: conexiones para entrada y salida del agua, una cubierta exterior de lámina y otra interior metálica de mayor calibre, lana mineral como aislante entre las dos cubiertas.

5.2_MANUFACTURACIÓN

Durante visitas a edificios construidos por el Instituto de Vivienda del Distrito Federal (INVI), cuyos paramentos implementaban la instalación de las llamadas eco-tecnologías, para obtener un crédito extra, se pudo observar que dentro de la gama de productos que contribuyen el ahorro energético y del agua como son: focos ahorradores, válvulas con dispositivo de ahorro de agua, inodoros grado ecológico de bajo consumo de agua, filtros purificadores de agua, pintura reflejante en exteriores y calentadores solares, el elemento que se convirtió en el emblema para identificar un edificio con eco-tecnologías fue el

calentador solar debido a lo sofisticado de sus componentes, aunado a que representó el mayor beneficio económico.⁷



Imágenes de calentadores solares instalados en azoteas de edificios de vivienda. © Daniel E. García Flores.

⁷ Documento "INFONAVIT lo logra contigo" paquete de ecologías 215, zonas fría, templada y húmeda, el estimado de ahorro es de \$170.00 a \$180.00 pesos mensuales por la implementación de calentador solar.



Los calentadores solares invariablemente fueron encontrados en las azoteas de los edificios, así como se observó la mala orientación de las ventanas de varios departamentos que por cuestiones de espacio, no les fue posible evitar la vista al sur y a lo largo de todo el día tienen una incidencia del sol de forma directa, calentando el interior de los departamentos en rangos fuera del confort humano.

Las medidas de las ventanas responden a una estandarización en la que la del baño es de 85 x 80 cm siendo la más pequeña, las de la cocina y recamaras son de 1.20 M x 1.20 M y por cuestiones de costo y proceso constructivo les es más viable para la sala ventanas de piso a trabe por lo que las medidas son de 1.80 x 2.00 M



Imagen donde se realizó el levantamiento de medidas de vanos en edificio de vivienda, con programa de dibujo asistido AutoCAD © Daniel E. García Flores.



Imagen de la maqueta escala 1:10, donde se reproducen las medidas de los vanos del edificio analizado © Daniel E. García Flores.

Las primeras reflexiones sobre este planteamiento, surgen al revisar propuesta bioclimáticas, que ofrecen resolver el problema del confort al interior de las habitaciones y que también tienen que ver con eco-tecnologías, éstas son las "Azoteas verdes", sin embargo, ¿cómo vamos a implementarlas, si los calentadores solares ya ocuparon la azotea?

Entonces encontramos una gran cantidad de M² disponibles para ser ocupados, ya no en el plano horizontal de la azotea, ahora los tenemos de forma vertical en las fachadas; además, las estructuras en las que se apoyan los colectores solares no son completamente horizontales, por el contrario, es necesario todo un análisis de latitudes para concluir qué inclinación es la más adecuada para que el sol irradie su energía en un equipo inerte.



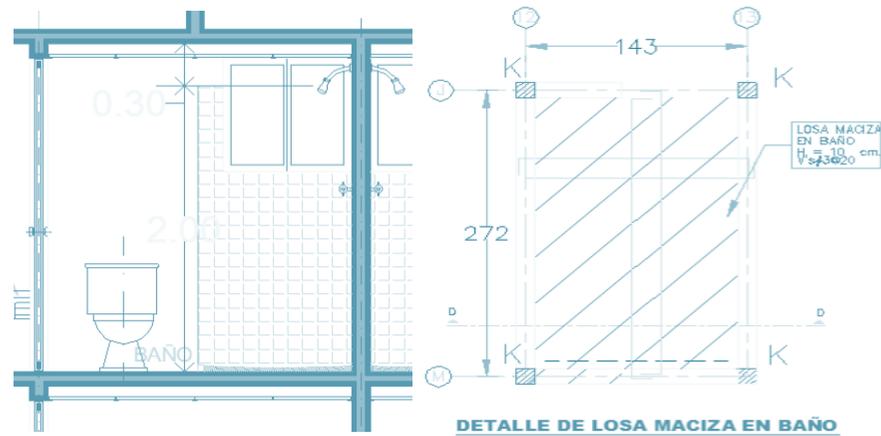
Imágenes de los modelos 1:10 de los colectores solares, realizados por el autor. © Daniel E. García Flores.

Un colector solar en promedio consta de 2.00 M2, por lo que si lo ubicamos en la fachada, será un porcentaje mínimo que cubra el total, es así que además de estar en un nuevo plano vertical, lo concentramos donde pueda dar un servicio extra, es así que al cubrir las ventanas funciona como un parte-sol o protección solar exterior.

Como concepción de la idea, se parte de unos primeros croquis y se realizaron maquetas a escala 1:10, lo que permitió plantear una gran cantidad de posibilidades, antes de invertir en el prototipo definitivo.

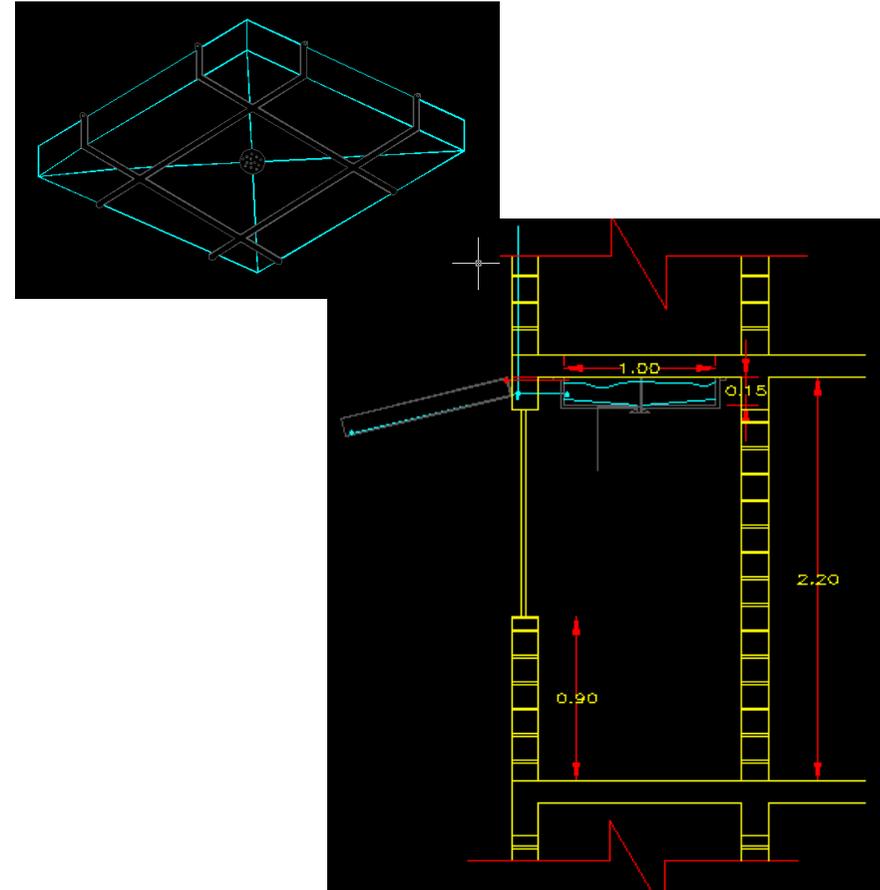
Respecto al termo-tanque, lo recomendable es que el agua caliente esté lo más cercana a la regadera para evitar pérdidas de temperatura por el contacto con la tubería, era claro que el termo-tanque tenía que estar dentro del baño de cada departamento, para lo cual se estudiaron las características de los sistemas constructivos del plafón de los baños.

El sistema que por costo se usa en los edificios de interés social es el de vigueta y bovedilla, el cual en la parte de bovedilla cuenta con casetones que son la parte de relleno debajo de la capa de compresión de concreto, que actualmente se realizan de espumada de poliuretano, y tiene un peralte de 16cm surgió la idea de que podrían ser utilizados en este espacio para albergar parte del termo-tanque de agua.



Detalles constructivos de la estructura del baño de los departamentos de vivienda, levantamiento y dibujos hechos por el autor. © Daniel E. García Flores.

Sin embargo, en la parte húmeda (patio de servicios y baño se resuelve con losa maciza por tener que anclar las coladeras al piso y por lo tanto se requiere de los 10cm de grosor de un piso de losa maciza en comparación de una capa de compresión de 5cm, que da un piso a base de vigueta y bovedilla y para evitar filtraciones, por lo que dispondremos de 30cm de altura como máximo para el almacenamiento de agua dentro del baño.



Propuesta y pre-dimensionamiento del termo-tanque de acuerdo al sistema constructivo identificado en los plafones de baños. © Daniel E. García Flores.



El termo-tanque con forma de cilindro tiene un diámetro de más de 40 cm por lo que la altura de entrepiso del baño se reduciría a 1.80 M, por lo que respondiendo a las limitantes, la propuesta se basa en los depósitos de agua clasificados como: Contenedores Industriales con Rejilla⁸

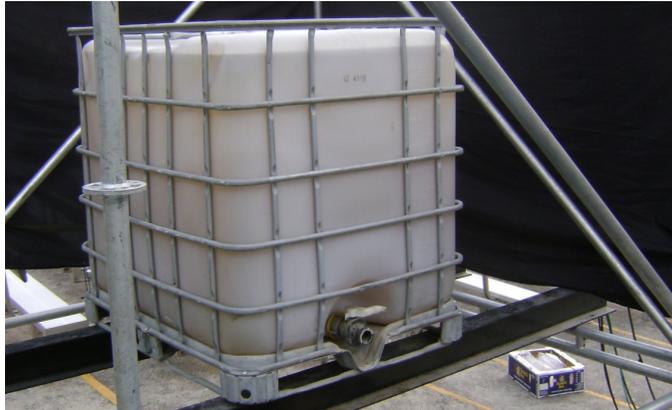


Imagen tomada por el autor en donde se aprecia un contenedor industrial con rejilla, la empresa UNIVEPLAS ubicada en la Del. Azcapotzalco, D.F. los fabrica con capacidades de 1000 y 1250 litros, dimensiones: 1.01x1.15x1.23 y 1.20 x 1.00 x 1.35 M © Daniel E. García Flores.

⁸ Fabricado en PE. A.D., o sus siglas en ingles HDPE (polietileno de alta densidad) material que cumplen con los requerimientos de la Food and Drug Administration (FDA) de los Estados Unidos de América, Se certifica que todos los envases se encuentran libres de impurezas y/o materiales extraños en su interior.



Imágenes del contenedor escala 1:10, donde se ubica en el plafón del baño con dimensiones de 1.00x1.20 x 0.20 © Daniel E García Flores.



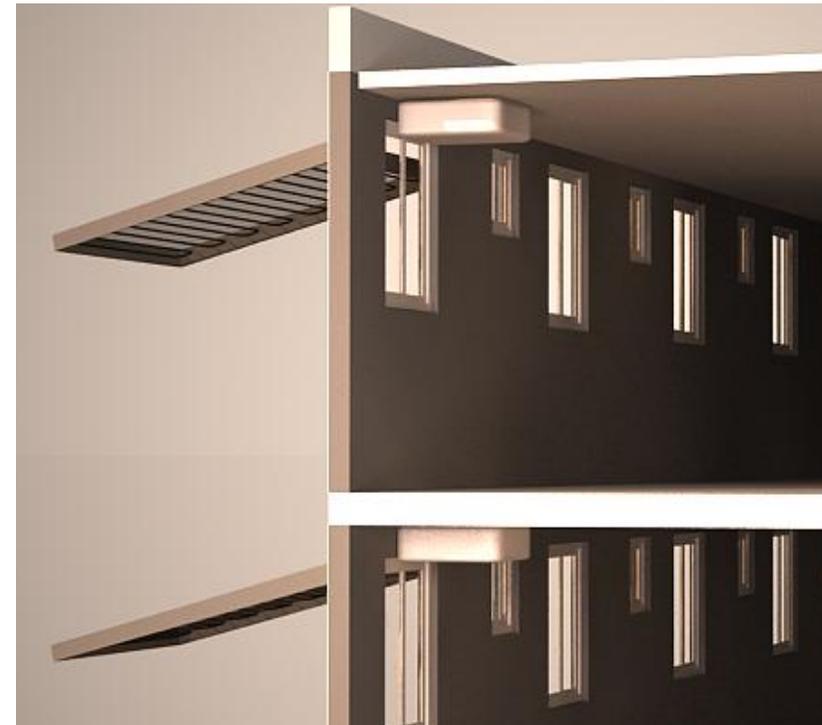
Tomando las cualidades de un contenedor industrial, que cuenta con certificaciones en sus materiales y una resistencia superior a un tanque de agua convencional, gracias al refuerzo de su rejilla tubular metálica, el modelo consiste en tomar unas franjas en relación a la capacidad requerida en litros de agua, es así que el contenedor industrial con las dimensiones de 1.01x 1.15 x 1.23 M almacena 1000 litros de agua, en nuestro caso un termotanque con los que viene equipado un calentador solar para un uso de 4 personas es de 200 litros.

Las dimensiones son de 1.00 x 1.20 x .020 M con lo que aseguramos una capacidad de 200 litros de agua.

El contenedor de agua que se plantea anclado, aprovechando la estructura de la rejilla, y distribuyendo el peso en 16 puntos de sujeción al plafón dentro del mismo baño, que será de polietileno de alta resistencia con una estructura metálica para su anclaje y una salida de regadera al centro con un pendiente del 1% para que trabaje por gravedad.

5.3_INSTALACIÓN

Los beneficios de trabajar el prototipo en dimensiones reales son que surgen nuevos retos a resolver y se comprueba lo imaginado en maquetas a escala, en su caso se da pauta para resolverlos.



Imágenes del prototipo, realizadas con medios electrónicos por el autor, donde se muestra que cada departamento contará con su instalación independiente D.R. © Daniel E. García Flores.



Un colector solar, que proteja las ventanas de los edificios de vivienda de los rayos del sol, el cual pueda tener diferentes inclinaciones para aprovechar el sol al máximo en la trayectoria diaria y de cada estación del año o simplemente para su fácil instalación, que contenga el calor en su interior, pero que permita la transparencia para mirar a través de él, que otorgue dinamismo a las fachadas de los edificios y por medio de la selección de los materiales se perciba como un elemento agradable a la vista.



Imagen donde se aprecia el colector el cual está anclado a la pared con 6 puntos de sujeción, tanto en el marco de madera como en la pared se usaron argollas, ligadas por cables que al ser tensados elevan el colector. D.R. © Daniel E García Flores

Como el sistema de cables y argollas se presta para trabajar como si fuesen poleas, se ha decidido implementar un sistema de mecanización, libre de energía eléctrica.

Un primer intento se basó en el sistema de engranes de movimiento de las persianas y cortinas enrollables para ventanas interiores del sistema *rollease* comercializado por la marca mexicana *FUA*, se pretendió resolver de manera mecánica y manual el movimiento de las protecciones solares en la fachada; esto para dar mayor versatilidad y poder adecuar las vistas y la insolación del sol, al gusto y a las necesidades del usuario para evitar la rigidez de un sistema fijo

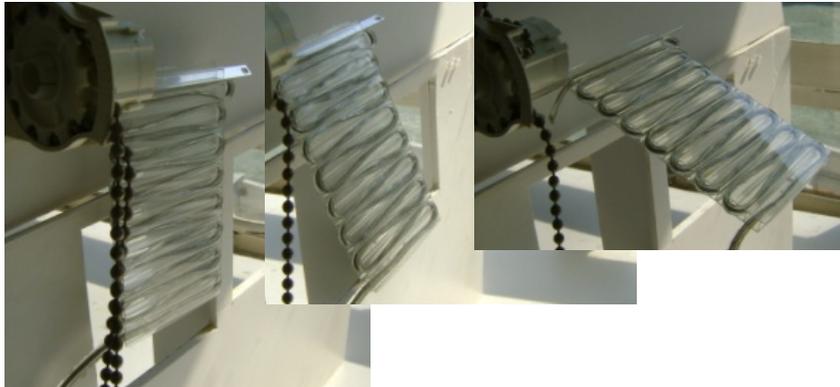


Imágenes donde se observa el cabezal donde al paso de una cadena se consigue girar el eje. D.R. © Daniel E. García Flores

El sistema consiste en un engrane y un soporte de plástico en el cual entra una cadena, que hace que gire la pieza que está anclada al engrane y se dé el movimiento giratorio, si a la varilla



se le ancla el panel se pueden lograr las inclinaciones deseadas de manera mecánica y manual.



Se utilizó el sistema *rolleease* en las maquetas de escala 1:10, aunque estaba fuera de escala, la idea se muestra claramente y se aprecia lo práctico que puede ser manipular el colector solar, sin energía eléctrica. © Daniel E. García Flores

Si bien el sistema *rolleease* nos dio la pauta para la mecanización del colector solar, se observó cómo la fuerza aplicada a los pedales de una bicicleta producen movimiento de la rueda trasera (tractora) para mover un peso considerable a gran velocidad y con un esfuerzo mínimo.

La cadena metálica de la bicicleta ha servido para otras transmisiones, también conocida como cadena de rodillo libre patentada por Hans Renold en 1880, se caracteriza por su relativa ligereza y bajo precio.

La diferencia entre una cadena de rodillo y una cadena del rodillo libre es que el árbol o eje de la cadena de rodillo libre incluye una sección tubular adicional que rodea el eje del perno. El rodillo queda libre para rotar, y de esta manera se protege el eje contra el desgaste.

La cadena de bicicleta es un elemento de transmisión no sólo para las bicicletas sino también para motos y otras aplicaciones industriales. Un aspecto esencial es la conservación de la cadena y controlar su desgaste.⁹



Imágenes donde se muestra la cadena de rodillo libre inventada por Renold y conocida popularmente como cadena de bicicleta, imagen tomada de www.terra.org

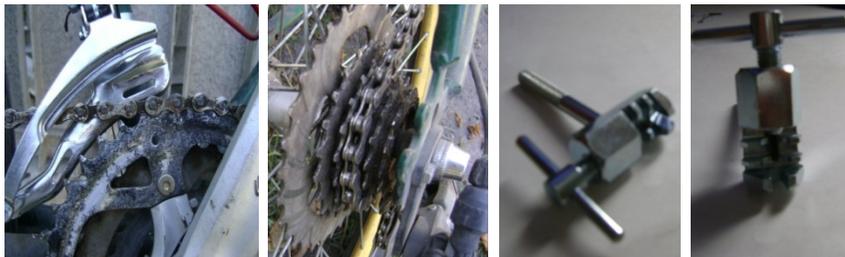
⁹ La cadena de bicicleta y otras transmisiones <http://www.terra.org/articulos/art01499.html>



Entre las ventajas estéticas se aprecia la de ser un sistema limpio, ya que no precisa del engrase externo de la cadena.

Para reducir el ruido y que la transmisión tenga el mínimo mantenimiento posible, hace años que se aplicó la transmisión por correa a las motos (especialmente, en marcas de prestigio como *Harley Davidson*, que la usó por primera vez en 1908 pero que en 1992 la adoptó en todos los modelos). La experiencia adquirida en estos vehículos demuestra que se trata de un sistema de transmisión de alta eficacia, sin mantenimiento y silencioso.

Ya con tales antecedentes la propuesta quedó con la transmisión por cadena de rodillo libre, para el movimiento del colector solar, ya que es silenciosa, adaptable, segura, limpia, de bajo mantenimiento, y fácil manipulación.



En las imágenes vemos las estrellas y el troncadena (costo de \$80 pesos) que es la herramienta para unir la cadena una vez que ya se ha definido la distancia exacta para el funcionamiento de los engranes.

Se realizó un ensayo para intentar mecanizar en cada tubo del serpentín una semi-cubierta cóncava que envolviera parte del tubo y concentrara los rayos solares para calentar concéntricamente los tubos.

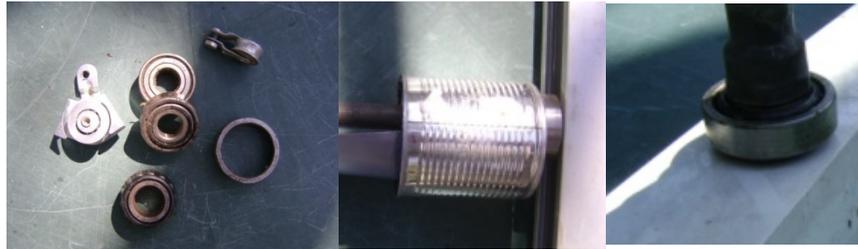
Se tomó como modelo una persiana horizontal, la cual cuenta con el movimiento giratorio de las láminas que pueden permitir y modular el paso de luz y la vista, sobre cada lámina se fijó un tubo, y al girar éstas los tubos modificaban su ángulo de incidencia solar.



Imágenes donde se aprecian las diferentes posiciones de los tubos con las láminas. D.R. © Daniel E. García Flores.

Como los tubos no pueden girar de manera independiente, se preparó un sistema de baleros de rueda¹⁰ que permitieran la movilidad de la cubierta independiente de cada tubo.

¹⁰ Son dos aros, uno de diámetro menor que el otro y entre estos, están los balines que son esferas metálicas, cuya función es evitar el desgaste de otras piezas debido al movimiento giratorio de las ruedas.



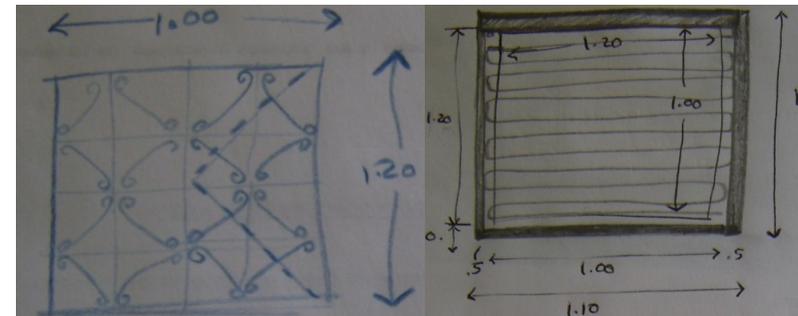
Imágenes donde se aprecian los baleros y su ubicación a los extremos de cada tubo, un aro queda fijo al bastidor y el otro se fija a la lata para liberar el movimiento de la lámina. D.R. © Daniel E. García Flores



Imágenes donde se muestra la lámina que se introduce en una lata que sirve para fijarla al balero, además de generar la concavidad para reflejar más los rayos de sol en el tubo, por medio del engranaje de los balines las láminas se podrán mover de manera independiente para captar más sol o cubrir a los tubos del medio ambiente. D.R. © Daniel E. García Flores

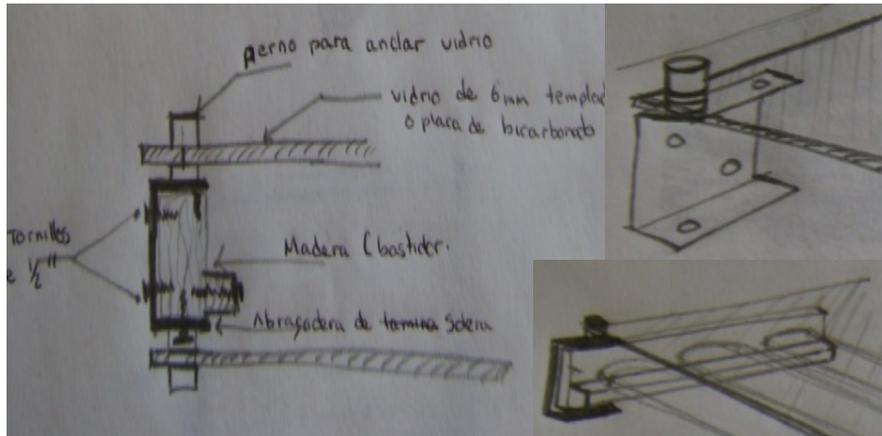
para la instalación del prototipo se han tomado las siguientes consideraciones:

Se ubicó una ventana con las condiciones adecuadas en cuanto al tamaño similar al de las de los edificios de interés social y con una importante exposición al sol, estas medidas se tomaron de referencia para ensamblar el bastidor y el serpentín de cobre, con el objetivo de que al plegar el colector se percibieran únicamente las líneas horizontales, simulando una persiana.



Croquis donde se tomaron las medidas en el sitio tanto de la ventana como de lo que sería el colector solar. D.R. © Daniel E. García Flores

En la pared se colocaron soportes de madera (tramos de 20cm de longitud tipo barroto, con sección 2"x 3") a los cuales se fijaron dos bisagras para que fuese abatible verticalmente el colector, las bisagras permiten una fácil instalación ya que se atornilla una placa a la madera del muro y la otra al bastidor, posteriormente se alinean y se fijan con un perno cada una.



Algunos detalles constructivos, que se realizaron durante la instalación del prototipo que sirvieron para ubicar el material y la forma en que trabajaría cada elemento. D.R. © Daniel E. García Flores

El siguiente paso es conectar las mangueras flexibles a las tuberías de suministro y hacia la que va al termo-tanque, para lo cual el termo-tanque debe de ubicarse a una altura de 20 cm por encima del colector, la válvula check y la de alivio ya están integradas al colector por lo que solo es necesario atornillar las cuerdas de las mangueras para que fluya el agua.

El termo tanque se llenó con el primer caudal proveniente del colector aunque no estaba a una temperatura elevada, posteriormente, el agua realizó su trabajo de movimiento gracias al efecto termosifón.



Imagen donde se aprecia el modelo digital se observa a su máxima extensión provocando una mayor sombra. D.R. © Daniel E. García Flores.



Imagen donde se aprecia el modelo real, se encuentra replegado a la ventana funcionando como una persiana exterior. D.R. © Daniel E. García Flores.

5.4_PRUEBAS DE MEDICIÓN

Una primer prueba que se efectuó para indagar sobre la eficiencia del calentador solar fue un prototipo fabricado con tubo hidráulico de CPVC de 1/2", consistió en 4 tubos colectores y dos cabezales uno por donde se introdujo el agua con ayuda de una manguera y el otro extremo por donde salía.

La presión del agua de la red hacía que funcionara como un sistema de circulación forzada, por lo que no era posible lograr elevar la temperatura del agua dentro de 5.00 M de recorrido dentro de la tubería.



Imágenes donde se aprecia el corte del tubo hidráulico de CPVC de 1/2" y ya en funcionamiento el primer modelo de la tubería del colector solar D.R. © Daniel E. García Flores.



Para la medición de la temperatura del agua en la tubería se ocupó un termómetro de pinchar, el cual cuenta de una varilla en la que entra en contacto el líquido, el rango del termómetro es de -40°C a $+80^{\circ}\text{C}$, en su extremo está equipado con una base metálica en la que están graduadas las temperaturas, una cubierta transparente, una aguja térmica que indica la temperatura ambiente entorno a la varilla.

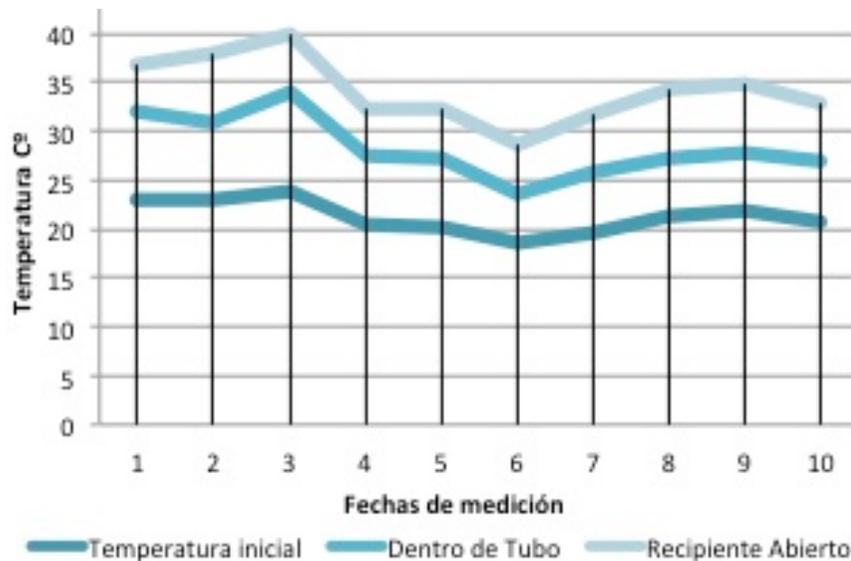


Imagen donde se grafican los resultados de las mediciones del aumento de la temperatura dentro de un tubo de CPVC en comparación al agua expuesta directamente al sol. D.R. © Daniel E. García Flores.

Con la ayuda de dos termómetro de varilla se tomaron las temperaturas del agua uno en un recipiente abierto con capacidad para un litro de agua, expuesto al sol y el otro termómetro introducido en la tubería de CPVC de $\frac{1}{2}$ " en un lapso de 40 minutos, con lo que se observó que la temperatura del agua de su estado inicial del prueba al concluir el tiempo estimado tenía una ganancia promedio de 6°C en el recipiente abierto y de 13°C dentro de la tubería. ¹¹



Imagen donde se aprecia la medición de la temperatura del agua con el termómetro de varilla. D.R. © Daniel E. García Flores.

¹¹ Las mediciones fueron hechas en el horario de las 12:00 horas a las 12:40 horas, las temperaturas marcadas son al inicio de la medición: 03-05-12 22.9°C , 04-05-12 23.0°C , 05-05-12 22.4°C , 08-05-12 20.4°C , 12-05-12 20.2°C , 18-05-12 18.6°C , 20-05-12 19.7°C , 24-05-12 21.2°C , 29-05-12 21.8°C y 31-05-12 20.9°C



Exposición al sol con agua en el interior y toma de mediciones de la temperatura del agua del serpentín de cobre, D.R. © Daniel E. García Flores.

Ya soldado el serpentín se prueba que no existan fugas y se aprovecha para realizar las primeras mediciones de calentamiento de agua en el serpentín de cobre, se realizaron

mediciones, con una ganancia promedio de 5°C cada 10min. ¹²

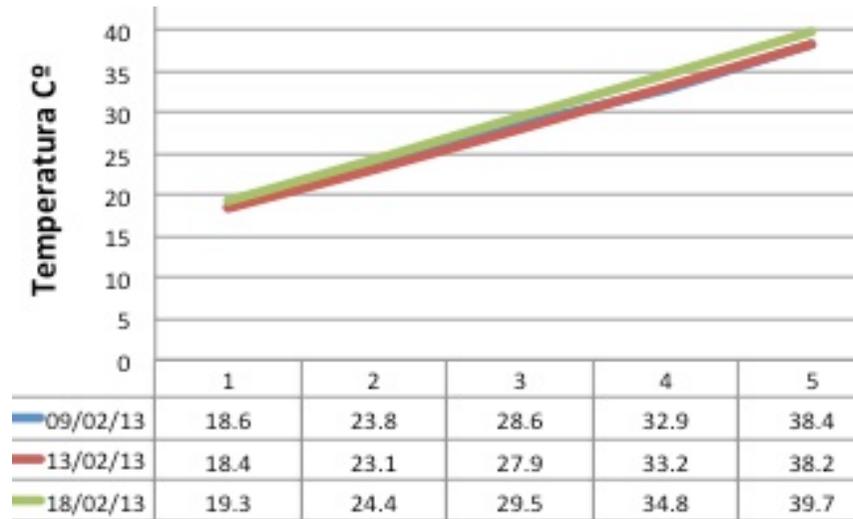


Imagen donde se grafican los resultados de las mediciones realizadas en el serpentín de cobre. D.R. © Daniel E. García Flores

¹² Las mediciones fueron hechas los días: 09-02-13, 13-02-13 y 18-02-13, en intervalos de 10 minutos cada una, debido a que ya se registraban saltos de temperatura importantes en el termómetro

12:00 horas temperatura día 1= 18.6°C , día 2= 18.4°C, día 3= 19.3°C
 12:10 horas temperatura = 23.8°C = 23.1°C = 24.4°C
 12:20 horas temperatura = 28.6°C = 27.9°C = 29.5°C
 12:30 horas temperatura = 32.9°C = 33.2°C = 34.8°C
 12:40 horas temperatura = 38.4°C = 38.2°C = 39.7°C



5.5_COSTO

El costo directo para el prototipo, el cual está en una fase experimental, lo podemos definir por la lista de materiales que se suministraron:

| | |
|--|-------------------|
| 6 tramos de 3.05 M de tubo de cobre de ½ | = \$ 810.00 pesos |
| 32 codos de cobre de ½ marca Nacobre | = \$ 121.60 pesos |
| 3mtros de soldadura 95-5 | = \$ 126.60 pesos |
| pasta para soldadura | = \$ 32.50 pesos |
| 1 válvula de retención tipo check | = \$ 116.00 pesos |
| 1 válvula de alivio | = \$ 55.00 pesos |
| 1 cartucho de gas butano | = \$ 37.00 pesos |
| 2 mangueras flexibles para lavabo | = \$ 143.00 pesos |
| 2 conectores hembra ½ de cobre, soldable | = \$ 22.00 pesos |
| 2 tuercas unión de ½ de cobre, soldable | = \$ 36.00 pesos |
| 2 barros de 1ra 15X8X ¾" | = \$ 120.00 pesos |
| 50 pijas universales | = \$ 75.00 pesos |
| 2 bisagras de 2" | = \$ 24.00 pesos |
| 6 argollas de 2" | = \$ 18.00 pesos |
| 6 argollas de 1 1/2" | = \$ 12.00 pesos |
| 6 M cable de acero plastificado | = \$ 60.00 pesos |
| 6 abrazaderas tipo can | = \$ 30.00 pesos |
| 2.88 M2 cristal transparente | = \$ 446,88 pesos |
| 2 cartuchos de silicón transparente | = \$ 62.00 pesos |
| Hasta este punto el total es de: | \$ 2,347.58 pesos |

A la suma anterior sería necesario agregar el costo de la mano de obra, el cual estaría contemplado por: un plomero (\$ 400 x 1 día), un carpintero (\$300 x 1 día) un vidriero (\$120 x ½ día) un instalador (\$ 250 x 2 días) y un porcentaje por la ocupación de la herramienta sobre el costo de mano de obra del 5 %, dando un costo de mano de obra y herramienta de \$ 1,386.00 pesos.

Por lo que bajo las condiciones y con la reutilización de un termo-tanque de un calentador de gas el costo final fue de: \$3,733.58 pesos

Respecto al termo-tanque, un contenedor industrial con rejilla tiene un costo de \$ 3,666.52 pesos, considerando que nuestro modelo consiste de una 1/3 parte del modelo existente oscilaría en \$ 1,222.17 pesos que sumariamos al costo ya contabilizados en el prototipo experimental.

La suma obtenida fue de \$ 4,955.75, redondeando a \$ 5,000.00 pesos, contamos con margen de \$ 1,500.00 pesos si competimos con modelos de tubos al vacío y \$6,500.00 pesos, si es con calentadores solares de placa plana para la comercialización y ganancias.

Aunado a lo anterior, podemos considerar el costos de una protección solar, lo que represaría un costo que ahorramos y hacemos más competitiva la propuesta de esta investigación.



CONCLUSIONES.

Al final de un proceso de experimentación, existen las aportaciones que surgen de la confrontación de una hipótesis con una realidad que se presenta al pasar de la teoría a la práctica, he aquí las reflexiones, descubrimientos y resultados obtenidos durante el proceso de investigar el tema de la energía solar y su aplicación en el campo de la arquitectura.

El objetivo fue realizar un producto que se pueda comercializar, se analizaron datos y propuestas para la viabilidad y su competencia en el mercado, es así como el conocimiento surgido es para ponerlo al servicio de la mayor cantidad de personas en beneficio del medio ambiente pero también es importante proteger la autoría y los derechos de un nuevo producto por medio de una patente.

Los beneficios de trabajar el prototipo en dimensiones reales surgieron de nuevos retos a resolver y se comprobó lo visualizado en croquis, imágenes digitales y en maquetas a escala y en su caso, se dio pauta para resolverlos.

Es alentador encontrar que el diseño arquitectónico esté cada vez más inspirado en demandas ambientales y de gestión energética, en donde al edificio se le trate como un organismo vivo, que debe generar sus propios recursos y por consiguiente, su imagen refleje este principio.

Las presiones energéticas y ambientales han hecho que se destine mayor impulso a nuevas posibilidades de obtener energía que no provenga del petróleo, la arquitectura no es indiferente a estos temas, por el contrario, es un escaparate para concientizar y promover la cultura de la sustentabilidad.

La convivencia con nuevas instalaciones de carácter sustentable en los edificios, se está dando cada vez con mayor auge y es necesario resolver su integración, con la estética y funcionamiento de los inmuebles, además de ser una excelente pauta para dar una imagen corporativa de vanguardia y plasmar el momento histórico en el que la humanidad realiza el esfuerzo por revertir el daño ocasionado al ambiente por medio del ingenio, la innovación y experimentación de energías alternativas.

En este sentido, la innovación que se ha logrado en la eficiencia de los calentadores solares, no deja inactiva la investigación y se sigue trabajando en su mejoramiento, a pesar de contar con índices muy altos de duración, funcionamiento y mínimo mantenimiento.



El nicho que aun no se ha explotado de manera considerable es la ubicación e integración en los edificios, sin embargo, ya empiezan a surgir ideas innovadores por parte de los arquitectos en diferentes partes del mundo.



Imágenes donde se aprecia la mala integración de dos instalaciones en fachada (Izq.) Calentador solar instalado en una marquesina del último nivel en donde la mitad de la estructura de soporte queda suspendida a 10mts de altura, en un edificio de comercio, ubicado sobre avenida Tlalpan dirección: norte a sur a 5mts de la estación de metro Ermita, (Der.) Calentador de a gas LP de tipo almacén, ubicado enfrente de una ventana en la fachada de un edificio de vivienda, en la colonia Héroes de Padierna, imagen tomada por el autor, D.R. © Daniel E. García Flores.

Para respaldar la propuesta, nos auxiliarnos del metodo Delphi, el cual consiste en encuestas para obtener la opinión de los

expertos sobre el tema a tratar¹ y poder sustentar nuestra hipótesis.

Su objetivo es la consecución de un consenso basado en la discusión entre expertos, ² finalmente se elaboraron las conclusiones a partir de la explotación estadística de los datos obtenidos.

Para esta encuesta se entrevistó a 12 expertos:

8 especialistas / 7-si / 1- no
2 afectados / 2-si / 0- no
2 facilitadores / 2-si / 0- no

¹ La encuesta es anónima entre los que contestan, los participantes no deben de saber quién más participa en este ejercicio, para evitar tendencias.

Es un proceso repetitivo. Su funcionamiento se basa en la elaboración de un cuestionario que ha de ser contestado por los expertos. Una vez recibida la información, se vuelve a realizar otro cuestionario basado en el anterior para ser contestado de nuevo.

² Se identificaron 3 tipos de expertos: Especialista: Es el experto clásico, el que ha investigado sobre el tema. Afectado: no se distingue por tener un conocimiento superior a lo normal en el objeto de estudio, son los proveedores del insumo o constructores, han adquirido interés en el tema empíricamente. Por último, figuran los Facilitadores: tienen capacidad para clarificar y sintetizar. No pertenecen a los 2 anteriores, son los usuarios.

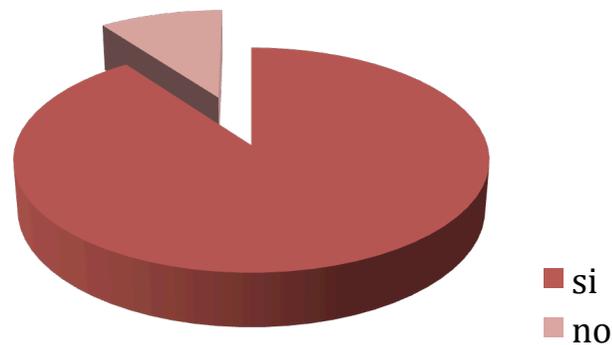


Resultados de la aplicación del método DELPHI

En una primera vuelta, el 95% demostró muy buenas expectativas sobre estas tecnologías, y solo el 5% fue más crítico y reflexivo en lo que comercialmente se dice de las mismas.

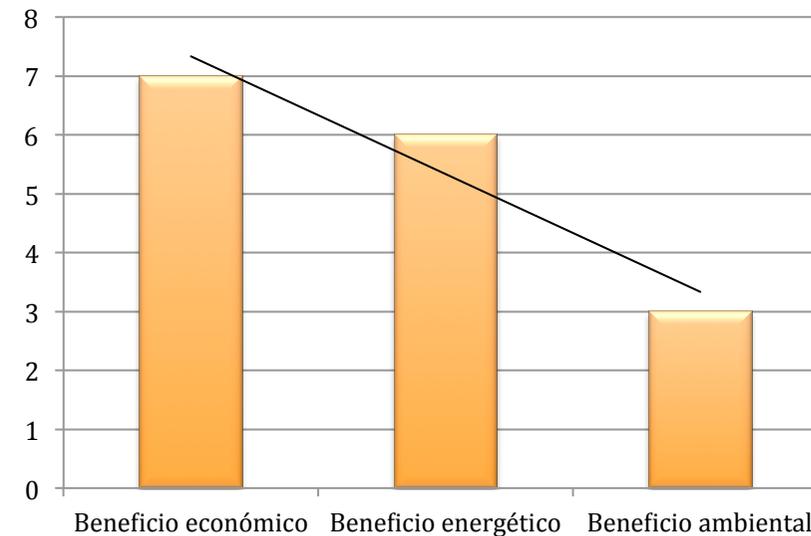
El mercado de los calentadores solares, ha desarrollado prototipos eficientes, pero aun existen aspectos factibles de mejoría para los futuros compradores de estas tecnologías.

Encuesta realizada sobre si hay beneficios al instlar un calentador solar



El 10% (no encuentra beneficios) plantea que los usuarios no darán mantenimiento por lo que se pierde eficiencia. Al destinarse la azotea con los calentadores solares se pierde la posibilidad de ocupar este espacio. El 90% (si encuentra beneficios).

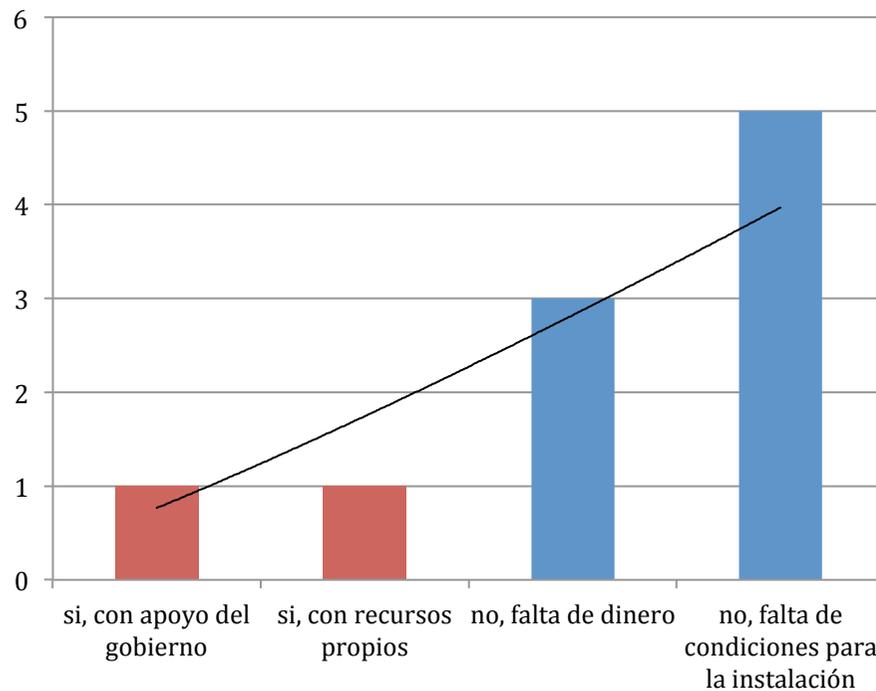
División de opiniones afirmativas





En la segunda vuelta, se plantean la realidad y percepción de contar con un calentador solar o el por qué aun no lo han adquirido, he aquí los resultados:

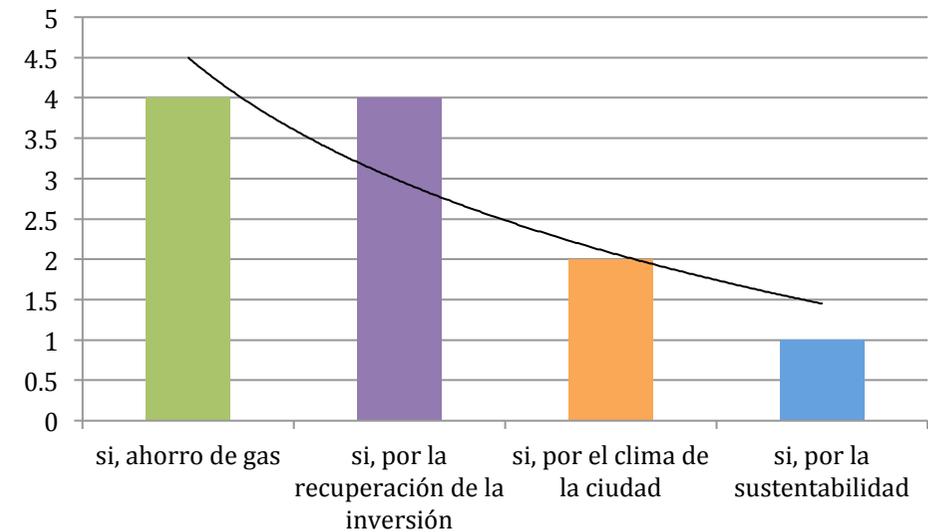
calentador solar instalado en su casa



El 20% cuenta con calentador solar en su vivienda, el resto está en proceso de adquirirlo o planea instalarlo a futuro.

El 100% está de acuerdo que el tener un calentador solar es una buena inversión.

los calentadores solares como una inversión



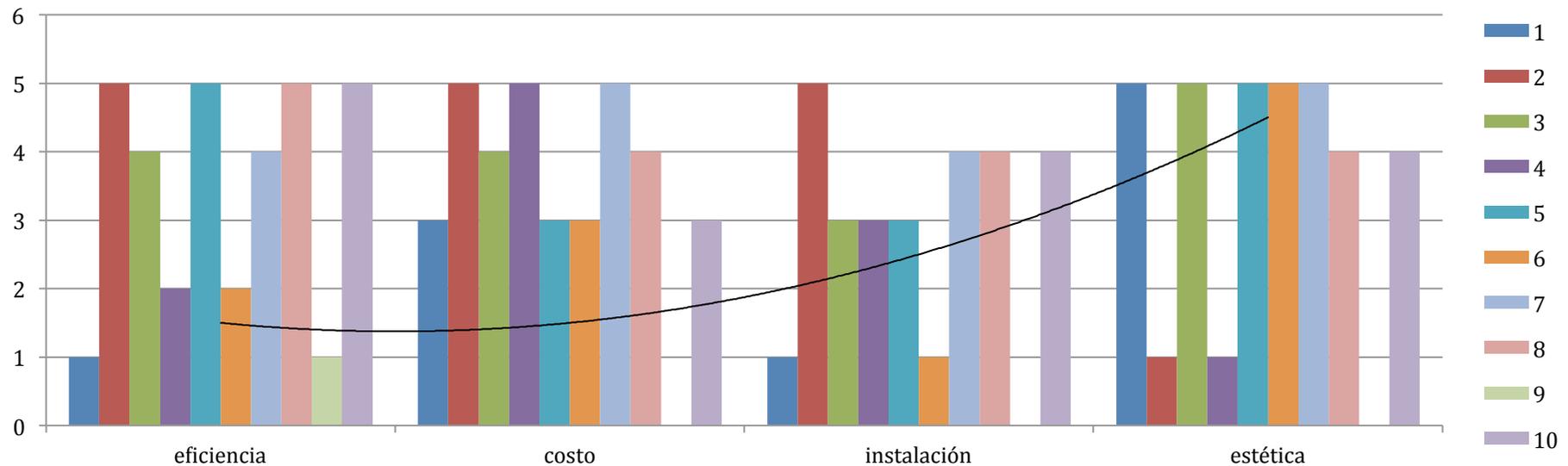


El ahorro de gas reflejado en el ahorro por el pago de este combustible produce una segura recuperación de la inversión con un 75%; el resto, 20% considera el clima y un 10%, manifiesta la sustentabilidad.

La eficiencia y la estética es lo que más se percibe a mejorar. En estos términos, el costo ya se considera en segundo plano.

que lo hagan más fácil, ya que cuando se instala el trabajo lo realizan las empresas y no se perciben los inconvenientes.

Cabe destacar que la principal causa de que aun no cuentan con un calentador solar es por la falta de condiciones para instalarlos, es decir, la adecuación del inmueble, (una de las primicias que ataca mi propuesta)



Se detectó que no se pone mucho énfasis en la instalación, debido al desconocimiento de dicho proceso y de otras opciones

Imagen donde se grafica en una escala del 1 al 5 los puntos en los que se consideran factibles de mejora los calentadores solares. © Daniel E. García Flores.

Finalmente, y como parte fundamental de este trabajo se pretende obtener la patente del prototipo, por lo que además de los trámites y pagos³, es necesario definirlo con croquis, dibujos o texto.

Asimismo, existe otra opción, además de la patente, llamado modelo de utilidad, el cual consiste en que a partir de un producto ya patentado, se le da un nuevo uso al objeto, para el caso de este prototipo se ha escogido dicho modelo.⁴

El resultado de esta investigación es tangible, concretamente consiste en una propuesta que se suma tanto al discurso, como a los trabajos que en la actualidad se llevan a cabo por el cuidado del medio ambiente. Es también una realidad por tomar una tecnología que presenta una eficiencia comprobada y llevarla a nuevas aplicaciones. A su vez, esta invención pretende por un lado, brindar una alternativa sustentable a la falta de espacios para instalar calentadores solares, y por otro, reducir la insolación en ventanas mal orientadas. Hoy en día, debemos adquirir el compromiso de proponer soluciones con

³ Cubrir el servicio de Búsqueda y Opinión Legal por la cantidad de \$7,200 pesos (Siete Mil doscientos Pesos 00/100) + IVA.

⁴ Ver en anexos formato de solicitud de registro de modelo de utilidad ante el Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial.

base en la innovación y convertir las quejas en oportunidades, en donde todos podemos ganar.

Este prototipo deja nuevas líneas de investigación en las que se puede profundizar aun más, destacando las siguientes:

- Análisis estructural por incremento de peso en fachadas y respuesta al viento,
- Modificación de temperatura en los espacios interiores,
- Percepción estética a nivel arquitectónico y urbano,
- Desarrollo de proyecto de inversión y mercadotecnia del prototipo.



Imagen donde se observa el montaje del sistema para su revisión de funcionamiento de flujo. © Daniel E. García Flores.



GLOSARIO.

Aislamiento térmico: Aquellos materiales de bajo coeficiente de conductividad térmica, cuyo empleo en los sistemas solares tiene por objeto reducir las pérdidas de calor.

Amperio-hora: Unidad usada para especificar la capacidad de una batería.

Albedo: Porcentaje de radiación que cualquier superficie refleja respecto a la radiación que incide sobre la misma. Las superficies claras tienen valores de albedo superiores a las oscuras, y las brillantes más que las mates. El albedo medio de la Tierra es del 37-39% de la radiación que proviene del Sol.

Bomba de circulación: Dispositivo que produce el movimiento forzado de un fluido.

Calor útil: Energía que de manera efectiva se aprovecha en un proceso para incrementar la temperatura de un fluido de trabajo, después de convertir la energía solar disponible a energía térmica.

Captador: Dispositivo para transformar la energía radiante del sol en energía térmica.

Circulación por termosifón o natural: Movimiento del fluido de trabajo a través del sistema de aprovechamiento de energía solar, inducido por la convección libre generada por la diferencia de densidades del agua fría y el agua caliente.

Centrales de media temperatura: Desarrolladas con colectores cilindroparabólicos, aprovechan altas temperaturas mediante centrales de torre y centrales de generadores discoparabólicos.

Centrales de Colectores Cilindroparabólicos (Media Temperatura): Formadas por colectores de espejo que reflejan la radiación sobre un tubo situado en la línea focal, el cual contiene el absorbente y el fluido caloportador. El fluido es calentado hasta 400°C, con relaciones de concentración solar de entre 15 y 50, produciendo vapor sobrecalentado que alimenta una turbina convencional que genera electricidad. Es necesario disponer de un sistema de seguimiento solar.

Centrales de Torre (Alta Temperatura): Formadas por un campo de helióstatos que reflejan la radiación sobre un intercambiador de calor situado en la parte superior de una torre central. Se alcanzan temperaturas de 600 °C.

Generadores Solares Disco-Parabólicos (Alta Temperatura): Conjunto de espejos que forman una figura disco-parabólica en cuyo foco se dispone el receptor solar en el que se calienta el fluido. El fluido es calentado hasta 750 °C y para generar electricidad, actualmente se utilizan motores *Stirling* o turbinas *Brayton*.

Colector solar de alta temperatura: Alcanzan temperaturas superiores a la ebullición, pues son usados de forma industrial en centrales dedicadas exclusivamente a la generación de electricidad mediante la energía solar térmica.



Colector solar de baja temperatura: Alcanzan hasta 70°C de temperatura; se usan en producción de agua caliente o calefacción.

Colector solar de tubos de vacío: Se ha hecho el vacío en el espacio que queda entre el cristal protector y la superficie absorbente. Con este cambio se consigue eliminar las pérdidas por convección interna, ya que internamente no hay aire que pueda transferirlas, y aumentar así la temperatura de trabajo y el rendimiento. La forma de estos captadores ya no es plana, sino cilíndrica, ya que permite efectuar mejor el vacío en su interior.

Colector solar plano: Está constituido por una placa absorbente, que debe ser oscura para tener el máximo índice de absorción de calor y el mínimo de reflexión, esto es, aprovechar al máximo la energía de los rayos del sol y minimizar las pérdidas. Soldado a la placa, un serpentín de tubos de cobre se calienta con el calor que le transmite la placa y que, seguidamente, calienta el líquido que fluye por su interior.

Colector solar térmico: Se denomina así a las placas solares utilizadas en las instalaciones de energía solar térmica. Sirven para absorber el calor producido por los rayos solares.

Colector solar termosifón: Este equipo funciona por gravedad. El sol calienta el fluido que está en su interior, éste aumenta de temperatura disminuyendo su densidad y fluye hacia la parte superior, dejando que el fluido más frío ocupe la parte inferior para calentarse.

Energía renovable: Aquellas fuentes de energía virtualmente inagotables que suponen un nulo o escaso impacto ambiental y que utilizan para la generación de energía recursos continuos o renovables.

Energía limpia: O *Energía Verde* es aquella cuyo uso no tiene riesgos potenciales añadidos y supone un nulo o escaso impacto ambiental. Las alteraciones que pueda provocar una energía limpia -considerando su ciclo de vida- no son relevantes como para alterar ecosistemas, ciclos hidrológicos, o generar residuos que la naturaleza no pueda asimilar previamente tratados.

Energía primaria: Fuentes de energía tal como se obtienen de la naturaleza, ya sea de forma directa, como en el caso de la Energía Solar, Hidráulica o Eólica, la leña y otros combustibles vegetales, o después de un proceso de extracción como el petróleo, carbón mineral, geoenergía, etc.

Entalpía: (del prefijo *en* y del griego *enthalpos* ενθαλπος calentar) es una magnitud termodinámica, simbolizada con la letra H, cuya variación expresa una medida de la cantidad de energía absorbida o cedida por un sistema termodinámico, o sea, la cantidad de energía que un sistema puede intercambiar con su entorno.

Energía solar: Energía radiante del sol, que puede ser aprovechada para la producción de electricidad en virtud del efecto fotoeléctrico (capacidad de la radiación electromagnética para extraer electrones de algunos materiales, como metales o semiconductores) o para calentar un fluido (Solar Térmica). El aprovechamiento de la Energía Solar sin intermediación de elementos mecánicos recibe el nombre de "Solar pasiva".

Energía Solar activa: Aprovechamiento de la Energía Solar mediante elementos mecánicos que la modifican y la convierten en electricidad (Solar Fotovoltaica) o en calor (Solar Térmica).



Energía Solar Térmica: Utilización de la energía del Sol para calentar agua, calefacción, climatización de piscinas o cualquier otra aplicación que permita elevar la temperatura de un líquido. Para su utilización es necesario instalar captadores solares.

Energías Alternativas: Energías que pueden sustituir a las convencionales (fósiles, grandes centrales hidroeléctricas, energía nuclear), y que no implican impactos negativos en el Medio Ambiente significativos. Son consideradas como alternativas, entre otras, la Energía Solar, Eólica, Biomasa, Hidroeléctrica y Geotérmica.

GW (Gigavatio): Gigavatio. Unidad de potencia que equivale a 1.000 megavatios (MW).

GWh: Gigavatio/hora. Unidad de energía que equivale a 1.000 megavatios/hora (MWh).

Insolación: Cantidad de Energía Solar que incide en la superficie de un cuerpo en un día concreto (insolación diurna) o en un año (insolación anual). Se mide en vatios por metro cuadrado (W/m^2).

Irradiancia global: Intensidad de la radiación solar total recibida por una superficie (directa, difusa y reflejada).

Kilovatio (kW): Unidad de potencia equivalente a 1000 vatios.

KWh: Kilovatios hora. Potencia de 1.000 vatios aplicada durante una hora (o una potencia equivalente).

Orientación: Ángulo de orientación respecto al Sur Solar de la superficie de un panel. El Sur geográfico (o real) no debe confundirse con el magnético, que es el que señala la brújula, aunque en el caso de México la diferencia no suponga grandes desviaciones.

Radiación solar: Conjunto de radiaciones electromagnéticas emitidas por el Sol. Energía recibida de superficie, por unidad de tiempo.

Radiación solar difusa: Radiación solar esparcida por partículas en la atmósfera que proviene de la bóveda celeste.

Radiación solar directa: Radiación solar que proviene directamente del Sol (y la zona circunsolar muy cerca de Sol)

Radiación solar global: Suma de la radiación solar directa, difusa y reflejada.

Radiación solar reflejada: Radiación solar reflejada por la superficie de la tierra y superficie de edificios, etc. La radiación reflejada depende del albedo.

Radiación solar total: Correspondiente a la Radiación Directa +Energía total recibida en cada m Radiación Difusa, en un período determinado (día, mes, etc.).

Refrigeración Solar: Máquina de absorción, que se alimenta con agua calentada mediante una instalación de energía solar térmica, y que produce agua enfriada que se utiliza para refrigerar un recinto



Rendimiento: Es la relación que existe entre la energía que realmente transforma en energía útil y la que requiere un determinado equipo para su funcionamiento.

Sol: Fuente de vida y calor, es además un excelente proveedor de energía y está en la base de todas las energías renovables, ya que el calor que genera es el responsable de las diferencias de presión que originan los vientos y el desencadenante del ciclo del agua por evaporación, al mismo tiempo que su luz es el factor principal del proceso de fotosíntesis originando los procesos de generación de biomasa.

Sustentabilidad: La capacidad de una sociedad humana de apoyar en su medio ambiente y el mejoramiento continuo de la calidad de vida de sus miembros para el largo plazo; esto depende del manejo que ella haga de sus recursos naturales y puede ser mejorada indefinidamente.

Transmitancia: Fracción de la radiación total incidente sobre un cuerpo que es transmitida por el mismo.

Vatio o Watt (W): Unidad de potencia eléctrica o cantidad de trabajo en unidad de tiempo (Joule/segundo). Una corriente de un amperio con una potencia de un voltio produce un vatio de potencia.

Voltaje: Anglicismo del término Tensión.

Voltio (V): Unidad de potencial eléctrico y fuerza electromotriz, equivalente a la diferencia de potencial que hay entre dos puntos de un conductor cuando al transportar entre ellos un coulomb, se realiza el trabajo de un julio.

Tonelada equivalente de CO₂: Además del dióxido de carbono, otros gases también contribuyen al efecto invernadero, siendo el metano (CH₄) y el óxido nitroso (N₂O) los principales. Para expresar los niveles de estos gases en una misma unidad, toneladas equivalentes de CO₂, se aplican factores de conversión bien establecidos y estandarizados, basados en el cálculo de cuántas toneladas de cada uno de ellos se requieren para alcanzar el mismo efecto que una tonelada de dióxido de carbono.

Circulación forzada: Movimiento del fluido de trabajo a través del sistema de aprovechamiento de energía solar, inducido por dispositivos externos o auxiliares.

Colector solar: Dispositivo que absorbe la energía solar incidente, la convierte en energía térmica y la transfiere al fluido que está en contacto con él. También llamado Calentador Solar.

Combustibles fósiles: Los combustibles fósiles convencionales son: carbón, petróleo, petróleo diáfano, diesel, combustóleo, gasóleo, gas licuado de petróleo, butano, propano, metano, isobutano, propileno, butileno, gas natural, o cualesquiera de sus combinaciones.

Consumo Energético Anual por utilización de agua caliente (CEA): Cantidad de energía requerida durante un año para alcanzar la temperatura deseada para un uso específico del agua caliente, que será utilizada durante dicho lapso.

Dotación mínima de agua potable: Requerimientos de agua potable demandadas por cada usuario: persona, trabajador, bañista, puesto, kilogramo de ropa seca, sitio, cama, empleado, trabajador, alumno, asistente, comida, huésped, interno, pasajero, m², según sea el tipo de establecimiento.



Energía solar: Radiación electromagnética emitida por el sol.

Energía solar disponible: Cantidad de radiación solar promedio diaria mensual estimada estadísticamente, a partir de mediciones históricas en cierto lugar geográfico.

Fluido: Agua o cualquier otro medio utilizado para el transporte de energía en un sistema de calentamiento de agua por medio del aprovechamiento de la energía solar.

Golpe de ariete: Fenómeno transitorio que se presenta en los conductos a presión ante un cierre abrupto de válvulas, presentándose aumentos y reducciones bruscas de presión en el fluido que pueden llevar a la falla del sistema.

Manómetro: Dispositivo para medir la diferencia de presión entre un sistema y el medio ambiente.

Presión máxima de operación: Aquella definida por el fabricante como la mayor presión de trabajo para la cual fue diseñado el colector solar y el sistema de calentamiento de agua por medio del aprovechamiento de la energía solar.

Rendimiento térmico: Relación de la energía térmica útil que el colector solar entrega, respecto de la energía de radiación solar que incide sobre su área de apertura.

Sistema de alivio de presión: Dispositivo de acción pasiva o activa que protege al sistema de calentamiento de agua, de incrementos de presión que pudiesen poner en riesgo su integridad física u operacional.

Sistema convencional de calentamiento de agua: Equipo que se utiliza para calentar agua, mediante la utilización de combustibles fósiles o electricidad.

Sistema de calentamiento de agua por medio del aprovechamiento de la energía solar: Conjunto formado por el (los) colector(es) solar(es), el termo-tanque o sistema de acumulación de agua caliente, tuberías, accesorios, así como todos y cada uno de los componentes que permiten el aprovechamiento de la energía solar para el calentamiento de agua.

Sistema de drenado: Tapón o válvula que se utiliza para permitir la salida de los sedimentos o partículas sólidas contenidas en el agua, de modo que se evite su acumulación.

Termo-tanque o sistema de acumulación de agua caliente: Depósito en el que se almacena el fluido calentado mediante el aprovechamiento de la energía solar y que se utiliza para conservar su temperatura con las menores pérdidas térmicas posibles.



FUENTES DE INFORMACIÓN.

BIBLIOGRAFÍA.

Ávila Espinosa, Rubén, *Bases y datos para el uso racional de la energía*, cuarta edición, SOMMAC, 1998.

Brundtland, G.H., *Our common Future*, Oxford, Oxford University Press, 1987. (Traducción en castellano, *Nuestro futuro común*, Madrid, Alianza Ed., 1988.)

Dixon, J.A. y Fallon, L.A., "El concepto de sustentabilidad: sus orígenes, alcance y utilidad en la formulación de políticas", en Vidal, J. (Comp.), *Desarrollo y medio ambiente*, Santiago de Chile, CIEPLAN, 1991. (La versión original en inglés apareció en *Society and Natural Resources*, Vol. 2, 1989.)

Levi y Anderson, L., *La tensión psicosocial. Población Ambiente y Calidad de Vida*, México, Ed. El manual moderno, 1980.

Malthus, T.R., *Definitions in Political Economy*. Preceded by an Inquiry into the Rules which Ought to Guide Political Economists in the Deviation from the Rules in their Writings, (Londres Ref.), 1827.

Meadows, D.H. y D.L., *Beyond the Limits*. 1991. (Traducción en castellano de El País, Madrid, Aguilar, 1992).

Naredo, J.M., *La economía en evolución. Historia y perspectivas de las categorías básicas del pensamiento económico*, Madrid, Siglo XXI, 1987.

NORMA AMBIENTAL PARA EL DISTRITO FEDERAL, NADF-008-AMBT-2005, Gaceta Oficial del Distrito Federal. 7 de abril de 2006, pág. 96.

Olgay Victor, *Arquitectura y clima Manual de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas*, editorial GG, 2009, México, ISBN: 9788425214882.



Programa de Energía Solar Térmica, "Program Overview". Departamento de Energía de Estados Unidos. Abril, 2000.

Programa de Energía Solar Térmica, "Solar Facts: SNAPSHOTS". Laboratorio Nacional de Estados Unidos para la Energía Renovable. Departamento de Energía. Marzo, 2000.

Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y la Secretaría Sobre el Cambio Climático, "Guía Elemental de la Convención Marco de las Naciones Unidas y El Protocolo de Kyoto"; International Environment House, Ginebra Suiza, 1999.

HEMEROGRAFÍA.

Guimarães, R.P., "El desarrollo sustentable: ¿propuesta alternativa o retórica neoliberal?", (Revista EURE, Vol. XX, n. 61., de 1994.

Vega A. y Ramírez V, "Escenarios y estrategias prospectivas" (revista Ide@s CONCYTEG 9(103): Enero, 2014 ISSN:2007-2716.

Peter Miller, "El ahorro de energía comienza en el hogar; Las familias suburbanas se ponen a dieta baja en carbón (revista NATIONAL GEOGRAFIC, Vol. 24 N° 1 / Enero 2009

Robert Kunzig, "El auge petrolero en Canadá, Las arenas bituminosas producen millones de barriles, ¿a que costo?", (revista NATIONAL GEOGRAFIC, marzo, 2009

Bill Mc Bibben , "Senderos hacia el futuro", (revista NATIONAL GEOGRAFIC, junio, 2009



MESOGRAFÍA.

<http://portal.infonavit.org.mx/ayuda/paneles/imagenes/subsidio.jpg>

Abstract: El INFONAVIT es un organismo del gobierno de México que otorga créditos a los trabajadores asalariados, cuyo objetivo es disminuir el rezago en vivienda, también el mismo portal se encuentra información de sobre lo que fue hipoteca verde y que actualmente ya es un crédito universal y un compromiso de equipar a las viviendas nuevas con eco-tecnologías.

<http://energia.guanajuato.gob.mx/siegconcyteg/formulario>

Abstract: esta pagina auspiciada por el gobierno de Guanajuato, pone énfasis y facilita información principalmente sobre energía renovable, aquí se encuentran ligas a programas como PROCASOL.

<http://www.la-temperatura-del-agua-de-la-ducha>

Abstract: es un bloc dirigido por María Crespo, en donde se publican diferentes temas relacionados con el hogar y la mujer después de investigar en diversas dependencias el lugar mas convincente para encontrar el dato de la temperatura idónea para tomar una ducha fue en esta pagina, publicada el 5 de Junio 2008, consultado 20 de enero de 2014

www.sener.gob.mx/res/PE_y_DT/pub/Prospectiva_gasLP_2009-2024

Abstract: publicado en el 2010 por el gobierno de México, es un documento en PDF, donde se pueden consultar los estudios realizados por la Asociación Mundial de Gas LP, en colaboración con la secretaria de energía de México.

www.zeroco2.com

Abstract: el objetivo de esta pagina es crear conciencia sobre el cambio climático, y la huella que estamos dejando al ambiente, cuenta con un menú interactivo y diferentes actividades para aprender sobre el tema y actuar.

<http://eco13.net/2010/11/arenas-bituminosas-de-canada-la-fiebre-del-oro-negro/3-caterpillar/>

Abstract: Eco 13, ecología y medioambiente es un bloc, donde se publican artículos y noticias novedosas sobre animales, tecnología, energías renovables, cambio climático, contaminación, salud, ONG's, bosques, océanos, gadgets, coches, transportes, arquitectura y reciclaje, entre otros temas.

<http://www.boell-latinoamerica.org/web/index.html>

Heinrich Böll fue uno de los escritores más importantes y conocidos de la República Federal de Alemania. En el año 1972 obtuvo el Premio Nobel de Literatura. Su compromiso mundial se destacó a favor de los derechos humanos, participó activamente en el movimiento pacifista de principios de los 80 para luchar contra la amenaza atómica mundial. Dicha actividad, lo llevó a crear la Fundación Heinrich Böll, organización política, sin ánimo de lucro, cercana al Partido de Alianza 90/, Los Verdes, con el fin de incentivar la promoción de ideas democráticas, la participación ciudadana, la ecología y el desarrollo sustentable, los derechos de las mujeres y el entendimiento internacional.



<http://www.panelesenergiasolar.com/>

Abstract: Es una comercializadora de soluciones medioambientales e industriales, que cuenta con tres divisiones de productos. La división aguas: concentra separadores de desechos y almacenes de agua pluvial; la división industria: cuenta con separadores de grasa, reciclaje, filtración y destilación de agua; y en la división solar: están los colectores solares, entre los que destaca el calentador solar vertical para instalarse en fachadas de edificios.

<http://www.wagner-solar.com/wagnerES/index.php>

Abstract: *Wagner Solar*, es una empresa española especialista en energía solar, fundada en el año 2004, con sede en Madrid, constantemente está innovando, como es el caso de la integración de colectores solares térmicos en fachadas.

<http://www.lageneraciondelsol.com>

Abstract: La generación del sol es una plataforma española en la que se difunden temas de energía solar, cuidado al medio ambiente, con video interactivos, noticias, foros noticias, textos y glosarios, además de promover cursos.

www.isofoton.com

Abstract: Con sede en Madrid, España, es una empresa especializada en foto-celdas y energía solar, sin embargo, cabe destacar que dicha empresa genera constantemente información para mejorar sus productos y difundir las ventajas de la energía solar.

www.energiasolar.blog.terra.com.mx

Abstract: En esta página se plantea una clasificación y diferencia entre calentadores solares, también cuenta con sección noticias sobre el tema.

www.procalsol.gob.mx

Abstract: El Programa para la Promoción de Calentadores Solares de Agua en México (PROCALSOL) es una iniciativa de la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía, que a su vez, es parte de la Secretaría de Energía, SENER.

[ww.conae.gob.mx](http://www.conae.gob.mx)

Abstract: Comisión Nacional para el Ahorro de Energía. En este sitio se tiene acceso a la NMX-ES-001-NORMEX-2005, que es la Norma de Energía Solar -Rendimiento térmico y funcionalidad de colectores solares para calentamiento de agua- Métodos de prueba y Etiquetado, 2005, México.

http://www.jmarcano.com/glosario/glosario_c.htm

Abstract: es un glosario de termino ambientales.