

Disminución doméstica del efecto invernadero mediante el uso del calentador solar de latas de aluminio

Dr. en C. Javier Aguirre Muñoz

Centro de Estudios Tecnológicos Industrial y de Servicios No. 29

DGETI, SEMS

Línea temática: Gestión para la innovación educativa.

Palabras claves: PDF, policarbonato, aluminio.

Resumen

Desde el 2009 México ocupa el primer lugar mundial en consumo de gas LP, contribuyendo significativamente a la emisión global de CO₂ y por ende al Efecto Invernadero. El calentador solar propuesto es una alternativa real para mitigar domésticamente el problema medioambiental mencionado, al utilizar la radiación solar que incide directamente en una lámina de policarbonato de 55 x 30.5 x 0.4 cm, color humo, la cual sella el cajón fabricado con un tipo de madera conocido como MDF, que protege la estructura principal del prototipo, conformada por 4 columnas de 4 latas de aluminio de 355 ml cada una. Las columnas están unidas verticalmente por resina epóxica y conectadas horizontalmente en su parte superior e inferior por 2 tramos de 15 cm, 6 T's y 2 codos, todos de cobre y de 1/2". Al cabo de una hora, el calentador propuesto de 16 latas de aluminio pintadas de negro, alcanza una temperatura de 41 °C, transfiriendo en total 5646.60 kcal/min a los 5.68 lt de agua contenida en el calentador, por lo que cada vez que se utilice el prototipo propuesto, se evita la combustión y emisión de 0.3 y 0.9 Kg de gas LP y de CO₂ respectivamente. El prototipo diseñado presenta bajos costos de producción, es de fácil instalación, mantenimiento y transporte, no requiriéndose conocimientos especializados de la materia por parte del consumidor final. Siendo escalable en tamaño y funcionalidad, se puede considerar como una alternativa doméstica viable para disminuir el efecto invernadero en México.

Introducción

El consumo excesivo de combustibles fósiles (petróleo, gas y carbón) en el siglo XX y lo que va del XXI, ha permitido lograr el mayor desarrollo económico, social y cultural conocido en toda la historia de la humanidad, debido principalmente a que la fácil extracción, distribución y uso de éstos, ha favorecido su uso en la mayoría de los procesos fabriles de manufactura, producción de alimentos y de energía, los cuales proveen actualmente todo tipo de satisfactores a más de siete mil millones de habitantes en todo el mundo (IPCC, 2009). La creciente actividad industrial dependiente de los combustibles fósiles ha tenido significativos costos ambientales, como son el efecto Invernadero, la lluvia ácida y la pérdida de la capa de ozono, los cuales influyen decisivamente en el calentamiento global, ocasionando cambios drásticos en los patrones atmosféricos, hídricos y edáficos tanto locales como regionales, produciendo a corto y mediano plazo climas extremosos, los cuales perjudican gravemente en su distribución espacio-temporal a todas las especies vegetales y animales, incluido el ser



humano (IPCC, 2009). México ocupa el primer lugar en el consumo de gas LP a nivel mundial, representando en el 2012, un volumen de 74.0 kg/habitante, participando con alrededor del 40% de la producción total en Latinoamérica, siendo su principal destino el sector residencial, dado que es el combustible fósil más utilizado para la cocción, calefacción y calentamiento de agua, de tal forma que en el periodo 1991-2012 la demanda mundial de gas LP se incrementó a un ritmo de 3.2% anual, siendo el de mayor crecimiento (Sener, 2012). El consumo de gas doméstico es el sector de mayor participación a nivel mundial cercano al 52%, seguido de su aprovechamiento como materia prima y combustible en los procesos petroquímicos y del sector transporte respectivamente (Sener, 2009). Se considera a los calentadores solares como una opción ambientalmente sostenible con respecto a los combustión de gas Lp o de gas natural, sin embargo los que se encuentran actualmente en el mercado, alcanzan precios inaccesibles para la población de escasos recursos, dado que su precio oscila de los \$ 3,000 a los 14,000 dependiendo de la capacidad, tipo de conexión, número de usuarios y país de origen (Profeco, 2004), en tanto que los consumidores de gas (LP o natural), de nivel económico medio, ven con preocupación el incremento mensual en la factura de consumo del combustible fósil señalado, por lo que éste prototipo, se considera como una opción real sostenible tanto ambiental como económicamente, para el control y mitigación del efecto invernadero producido por el incremento significativo de CO₂, proveniente de la creciente combustión doméstica de gas LP o natural. En la segunda década del siglo XXI, se ha documentado científicamente una acumulación peligrosa, en la concentración atmosférica de gases de efecto invernadero (GEI), principalmente del gas bióxido de carbono (CO₂) y de gas metano (CH₄), incidiendo ambos gases significativamente, en la agudización de los efectos directos e indirectos del calentamiento global (IPCC, 2009). Las evidencias son alarmantes, dado que al inicio de la revolución industrial (finales del siglo XVIII), el CO₂ tenía una concentración de 275 partes por millón (ppm), aumentando en el 2014 a 395 ppm, lo anterior hace señalar a James Hansen, principal climatólogo de la NASA, que “si queremos conservar la vida de todas las especies vegetales y animales en el planeta, es necesario reducir la concentración de CO₂ a los 350 ppm y a partir de ahí erradicar completamente la dependencia de los combustibles fósiles en el 2030” (Mckibben, 2009).

Objetivo General

El uso del calentador solar de latas de aluminio, al aprovechar la radiación solar, permitirá calcular la cantidad de calor transferida en el sistema aluminio-agua, para que esta última pueda ser utilizada en la regadera de un baño a una temperatura de 40 °C, disminuyendo la combustión y emisión de gas LP y CO₂ respectivamente, por lo que se reduce así domésticamente el Efecto invernadero.

Objetivos específicos

- Desarrollar un calentador solar de bajo costo, fabricado con materiales de gran resistencia y durabilidad utilizando principalmente materiales altamente reciclables y reusables.
- Determinar los kilogramos de CO₂ no emitidos a la atmósfera, al instalar el calentador solar de latas de aluminio en una casa del Distrito Federal.



Contexto

El Calentador solar de latas de aluminio se planeó y desarrollo en las instalaciones del Centro de Estudios Tecnológicos industrial y de servicios No. 29, ubicado en Avenida al Tecnológico s/n San Pablo Chimalpa, Delegación Cuajimalpa, Distrito Federal, iniciándose con la planeación del mismo el día 6 de Mayo de 2014 y culminar con el desarrollo del explosivo el 19 de Diciembre del mismo.

Marco teórico experimental (breve comparación con estudios afines)

Por su ubicación geográfica, México cuenta con excelentes recursos de energía solar, con un promedio de radiación de alrededor de 5 kWh/m² por día, lo que significa que en un m² y con un equipo solar con eficiencia del 50%, se reciba diariamente el equivalente a la energía contenida en un metro cúbico de gas natural, o bien, la de 1.3 litros de gas licuado de petróleo (Conae, 2007). Aun contando con excelentes condiciones de radiación solar, el uso de calentadores solares de tipo residencial en el país, no ha sido tan exitoso como se tenía previsto. El uso extensivo de éstos en los diferentes estratos económicos de la población mexicana, se ha imposibilitado por los siguientes factores económicos y técnicos: a) elevado costo inicial, b) falta de financiamiento bancario en condiciones preferenciales, c) desconfianza del público potencialmente consumidor y d) limitada existencia de técnicos capacitados para su instalación y mantenimiento (Conae, 2007). De lo anterior se plantea el desarrollo de un calentador solar de latas de aluminio, permitirá disminuir costos en su instalación, manejo y mantenimiento del mismo, permitiendo que los beneficiarios directos provengan de los niveles económicos medios y bajos, los primeros con una factura elevada por consumo de gas, mientras que los segundos sin capacidad de adquirir un calentador solar. Un calentador solar plano (Inversolar, 2010), tiene una vida [útil de 20-30 años. Los calentadores solares planos cubierta de policarbonato presentan una elevada resistencia al granizo de 33 mm de diámetro y de peso 150 gr. La limpieza de este tipo de calentador es fácil y sencilla, puesto que únicamente se necesita agua y un trapo de limpieza. A las anteriores ventajas mencionadas se pueden añadir su resistencia a elevadas presiones, golpes y al choque térmico.

Metodología

El desarrollo del calentador solar propuesto queda enmarcado en investigaciones y desarrollos tecnológicos que permitan en la medida de lo posible la mitigación y control de daños del Cambio climático enmarcado dentro del Área temática de Recursos y Medio Ambiente, debido principalmente a que presenta un costo de fabricación mucho menor que los calentadores solares tradicionales, además de que los gastos de instalación y mantenimiento son mínimos, puesto que el consumidor final puede realizar la primera operación, en tanto que la segunda consiste únicamente en la limpieza de las latas de aluminio así como de la cubierta protectora del calentador solar mencionado. El desarrollo del anterior prototipo tuvo la siguiente planeación:

1. Selección, cotización y características técnicas de los materiales potencialmente a utilizar para fabricar el prototipo. En el mes de Mayo del año pasado se llevó a cabo el procedimiento mencionado.



2. Diseño del prototipo: En el mes de Junio de 2014 se determinaron las dimensiones del mismo así como los materiales potencialmente a utilizar.
3. Pruebas de transmisión de calor y temperatura en latas de aluminio y tubo de plástico: en el mes de Julio se efectuaron las pruebas de medición mencionadas.
4. Armado del prototipo: Con el material de conexión y soporte seleccionado se armó el prototipo en el mes de Agosto de 2014.
5. Pruebas de funcionalidad: Con el prototipo armado se llevaron a cabo las pruebas de funcionalidad en el mes de Agosto de 2014.
6. Diseño de explosivo: Desarrollados y verificadas las pruebas de funcionalidad se procedió a diseñar el explosivo del prototipo, en Septiembre de 2014.

Resultados

La selección, búsqueda y cotización de los diferentes tipos de materiales potencialmente a utilizar en el prototipo, se llevó a cabo utilizando como una de las fuentes principales de precios y características de los materiales potencialmente a utilizar en el prototipo propuesto, fue la página web de Home Depot (www.homedepot.com.mx), obteniéndose la siguiente información del 9-13 de Junio de 2014 (Tabla I)

TIPO DE TUBO DE PLÁSTICO	PRECIO TOTAL POR TUBO	PRECIO POR METRO	OBSERVACIONES
Tubo sanitario Rotoplas 25 mm x 4m	\$79.90	\$19.97	El tubo Rotoplas sanitario con diámetro 50 o 25 mm. Está elaborado de PVC (cloruro de polivinilo). No se puede utilizar bajo los rayos del sol, porque desprende sustancias químicas altamente contaminantes. A temperaturas mayores de 50° C y con la acción del agua se deforma,
Tubo Plus Rotoplas ½" x 4 m	\$39.95	\$9.98	El tubo Plus Rotoplas igual que el anterior, necesita de una máquina termoplástica que pegue las uniones, el costo de la máquina anterior es de \$ 700 pesos, sin embargo se deforma a temperaturas altas



Tubo Pex (polietileno reticulado) ½" x 7.6 m	\$97.90	\$12.80	El Tubo Pex no soporta los rayos UV, se deforma fácilmente, soporta temperaturas elevadas, necesita de una máquina para unir los tubos entre si y si se quiere unir con tubo de cobre, el costo de la máquina es de \$397 pesos, diseñada para el interior.
Tubo de PVC			El tubo de PVC, no soporta temperaturas elevadas además de que se deforma fácilmente. Al contacto con el agua producen sustancias químicas altamente contaminantes, por lo que se recomienda usarlo únicamente en forma subterránea y para trasportar agua fría.
Tubo de CPVC ½" X 3M	\$29.90	\$9.96	Este material es muy utilizado en los calentadores solares caseros, no soporta el sol directamente por lo que debe de estar protegido por un aislante.
Poliducto negro ½" x 100 m	\$189.00	\$1.89	Excelente para transferir el calor al agua, soporta los rayos UV, pero su vida útil disminuye si permanece excesivo tiempo en el sol, por lo que suele resquebrajarse.
TIPO DE TUBO DE METAL	PRECIO TOTAL POR EL TUBO	PRECIO POR METRO	OBSERVACIONES
Tubo de cobre ½" x 1.52 mm	\$98.99	\$65.125	Excelente conductor del calor, el cual será transferido al agua, es costoso, pero a largo plazo presenta mejores características que los tubos de plástico, dado que no se deforma ni necesita de un aislante
Tubo galvanizado ½" X 1 M	\$ 50.00	\$ 50.00	Es un poco más económico que el cobre pero se oxida fácilmente, formándose además salitre en su interior al trasportar agua.
SOPORTE DE LOS TUBOS	PRECIO		OBSERVACIONES



Triplay 12mm 1.22X2.44 m	\$399	El triplay al ser madera, necesita de barniz para que la humedad no penetre y no empiece a deshacerse, además debe de pintarse de color negro para que la radiación solar se intensifique.
MDF 12mm 1.22X2.44 m	\$299	El MDF es un aglomerado de madera, más económico que el triplay, soporta muy bien la humedad, pero igual que el anterior se debe pintar de color negro
Acero Inoxidable 12mm 1.22X2.44 m	\$1500	La lámina de acero, de costo elevado, pero su vida útil es mayor que los anteriores soportes
AMPLIFICADOR DE LA RADIACIÓN SOLAR	PRECIO	OBSERVACIONES
Vidrio Ahumado 4 mm grosor	\$200 1.20x0.80 m	Es económico, resiste rayos UV, de rayado fácil, si es golpeado se quiebra fácilmente. Inconveniente principal su peso. Nota: El grosor ideal es de 4 mm para incrementar la radiación solar dentro del calentador solar.
Policarbonato Ahumado 4 mm grosor	\$ 253 1.20X 1.20 m	Es de costo elevado, pero menos que el acrílico, soporta rayos UV y golpes, se raya fácilmente. Nota: Su grosor ideal es de 4 mm, dado que es el mejor grosor para aumentar la radiación solar dentro del calentador solar. Presenta la mayor resistencia mecánica al trabajar de 40 a 100 ° C, mientras que en el acrílico su límite es de 80 ° C. El policarbonato también presenta la mayor transferencia calorífica dentro de la radiación infrarroja.
ACRILICO 4 mm grosor	\$380 1.20X0.80 m	Es el más caro de los tres, resistente a rayos UV y a golpes, fácil de rayar. Nota: Su grosor ideal es de 4 mm, dado que es el mejor grosor para aumentar la radiación solar al prototipo.



De acuerdo a la información vertida en la Tabla I, el tipo de madera seleccionado para el cajón que protegerá la estructura principal del calentador solar propuesto fue el de MDF, debido a que se trata de madera reciclada y de elevada densidad, tomando en consideración la conservación y el manejo sostenible de los bosques en el primer caso así como una mayor durabilidad y protección contra la penetración de la humedad en el segundo caso. El material conocido como MDF (Medium Density Fiberboard) es un compuesto de madera, fabricado con material sobrante de fibras de madera suave, ceras y resinas. Los paneles de este tipo de material, se fabrican utilizando temperaturas y presiones elevadas. El MDF es mucho más denso y resistente que el triplay y el aglomerado; típicamente la densidad del MDF es de 600-800 kg/m³, en tanto que la del aglomerado es de 160-400 kg/m³., lo anterior permite determinar que la durabilidad y resistencia a la humedad sea cuatro veces mayor en el material seleccionado. Las latas de aluminio de 355 ml fueron seleccionadas por su gran conductividad térmica (197 kcal/hm°C = 3.5291 Kcal/min cm °C) (Giancoli, 2009), además de su elevada reusabilidad, reciclabilidad y muy bajo peso (Twenergy, 2012). En el caso de cajón se utilizó un tablón de MDF cuyas dimensiones fueron de 120 X 80 cm. Para la cubierta de la caja protectora, el material seleccionado fue el Policarbonato debido a su bajo costo y peso, elevada reusabilidad y la mayor resistencia mecánica, óptica y térmica de éste tipo de material (Policarbonato, 2010). Se utilizó una placa de policarbonato de 4 mm de grosor color humo, cuyas dimensiones fueron de 55.5 x 30.5 cm. En el sellado de la caja de MDF con la placa de policarbonato, se utilizó el pegamento especial para la placa denominado Sikasil®. La caja protectora de la estructura principal del calentador solar de latas de aluminio se pintó de color negro mate, con la finalidad de incrementar tanto el calor acumulado como el denominado efecto invernadero. La tubería utilizada para conectar las 16 latas de aluminio de 355 ml fueron: 2 tramos de 15 cm, seis “T”, dos codos y dos conectores macho, todos de cobre y con diámetro de $\frac{1}{2}$ “. (Figura 1).



Figura 1. Tubería del colector solar



El volumen total de agua que acumulan las 16 latas de aluminio de 355ml cada una, es de 5.68 litros, verificándose además si la tubería no tenía fugas en las uniones con los conectores de cobre (Figura 2).

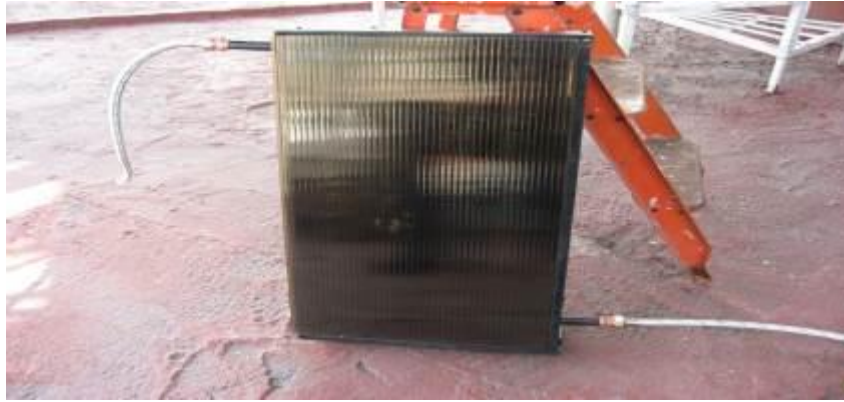


Figura 2. Estructura, Caja y Placa del Calentador solar de latas de aluminio.

La innovación para el desarrollo del prototipo propuesto, radica en utilizar intensivamente material de metal y madera de elevada reciclabilidad, reuso, resistencia y durabilidad tal que, hagan factible la disminución de costos en su fabricación, además de facilitar su instalación, uso y mantenimiento. Para realizar lo anterior se decidió experimentar con diferentes clases de materiales de metal y plástico para conocer sus características y seleccionar los mejores materiales que conformaran el calentador solar de latas de aluminio, de acuerdo al siguiente diseño de pruebas experimentales:

1. Se compararon dos materiales potenciales de utilizar, en la estructura principal del calentador solar, tomándose un tubo de 24 cm de CPVC y dos latas de 355 ml unidas con resina epóxica, (Figura 3), para observar y determinar cuál presenta la mayor transferencia de calor, se les colocó un tapón en un extremo para contener el agua vertida, añadiéndoseles 700 ml de agua a cada uno, tomándose la temperatura cada 10 minutos, con un termómetro de mercurio de rango máximo de 110 ° C, en las instalaciones del plantel durante tres días (18-20 Agosto de 2014) y de 14-15 horas.





Figura 3. Latas de aluminio unidas con resina epóxica y tubo de CPVC de 24 cm de longitud .

Los resultados obtenidos en la Tabla II indican que las dos latas de aluminio unidas con resina epóxica, presentan mayor eficiencia en el incremento de temperatura de salida del agua con respecto al tubo de plástico de CPVC.

Tiempo (minutos)	Lata de aluminio	Tubo de CVPC
0	24 °C	24 °C
10	26 °C	25 °C
20	28 °C	26 °C
30	30 °C	27 °C
40	32 °C	27 °C
50	34 °C	28 °C
60	34 °C	28 °C

Tabla II. Temperaturas promedio de salida del agua (° C) en latas de aluminio y tubo de CPVC en intervalos de 10 minutos durante 1 hora.

2. Seleccionado el material de latas de aluminio, éstas fueron acondicionadas para conducir y almacenar el agua. Para determinar cuál es el color que absorbe más calor y proporciona la mayor transferencia de calor al agua contenida, ya sea en las 16 latas de aluminio pintadas de color negro mate o sin pintar, tomándose nuevamente las temperatura de salida del agua cada 10 minutos, utilizando un termómetro de mercurio de rango máximo de 110 ° C, durante tres días (18-20 de Agosto de 2014) y en cada día de las 14:00 a las 15:00 hrs, tomándose a esta hora debido a que en ese intervalo del día, se produce la máxima irradiación solar. Se obtuvieron los siguientes promedios de temperatura mostrados en la Tabla III, así como las Kcal/min transferidas por las 16 latas de aluminio sin pintar y de color negro, al volumen de agua contenida en cada una de ellas (Giancoli, 2009).



Tiempo (minutos)	Temperatura de salida del agua en Lata de aluminio sin pintar ° C	Transferencia de Calor de 16 latas de Aluminio al Agua contenida (Kcal/min)	Temperatura de salida del agua en Lata aluminio de color negro (° C)	Transferencia Calor de 16 latas de Aluminio pintada de negro - Agua (kcal/min)
0	24 °C	1646.93	24 °C	1646.93
10	26 °C	2117.47	27 °C	2352.75
20	28 °C	2588.03	29 °C	2823.30
30	30 °C	3058.58	31 °C	3293.85
40	32 °C	3529.13	34°C	3999.68
50	34 °C	3999.68	36 °C	4470.23
60	34 °C	3999.68	41 °C	5646.60

Tabla III. Tiempo (min), Temperatura de salida del agua (°C) y Transferencia de calor (Kcal/min) de las latas de aluminio sin pintar y de color negro al agua contenida en ellas.

De acuerdo a los datos mostrados en la Tabla III, se comprobó que al cabo de una hora en las latas de aluminio selladas con resina epóxica sin pintar y de color negro, la temperatura de salida del agua, se incrementó 10 y 17 ° C respectivamente, a partir de los 24 ° C en ambos casos. En tanto que la transferencia de calor de las 16 latas de aluminio sin pintar y de color negro, calculada a partir de la temperatura de entrada del agua (17 °C), fue de 3999.68 y 5646.60 Kcal/min respectivamente al agua contenida en ellas (Tabla II) (Giancoli, 2009), siendo 40 % mayor en el caso de las segundas. Si bien el prototipo muestra un tiempo de calentamiento 12 veces mayor con respecto al calentador de gas LP, dado que este último utiliza únicamente 5 minutos para llegar a los 40 ° C (Profeco, 2004), siendo que el prototipo fabricado llega a la misma temperatura en 60 minutos (Tabla II), aunado al manejo del pequeño volumen de agua (5.68 lt), ambos inconvenientes de tiempo (minutos) y de volumen (lt) serán superados, al incrementar el doble el número de columnas (8) y a la adición de un tanque de almacenamiento de agua caliente de libre demanda. En cada ducha se consumen 0.3 kg y 0.4 m³ de gas LP y gas natural respectivamente (Profeco, 2011), siendo los anteriores ahorros en el consumo doméstico que se traducirán en ahorros monetarios de \$ 4.16 y de \$ 2.19 para gas LP y gas natural respectivamente (amexgas, 2014), cada vez que sea utilizado el calentador solar propuesto.



Conclusiones

El prototipo propuesto es funcional y de fácil instalación por lo que no se requiere de conocimientos especializados sobre calentadores solares, además de ser fácilmente transportable debido a su bajo peso (4 kg). Al cabo de una hora de instalado, el calentador solar propuesto, permite la transferencia de 5646.60 Kcal/min de las 16 latas de aluminio pintadas de negro al agua contenida en ellas, lo que permite la no combustión de 0.3 lt de gas LP, evitándose la emisión de 0.9 kg de Kg. de CO₂, cada vez que sea utilizado el anterior prototipo, lográndose por lo tanto la mitigación casera del Efecto Invernadero, así como la mejora de la economía familiar. Las ventajas antes mencionadas hacen posible, proponer a la Comisión Nacional para el Ahorro de Energía (Conae), el apoyo financiero en la producción masiva y promoción del prototipo propuesto en casas unifamiliares y Unidades Habitacionales e incluirlo como objetivo prioritario en el desarrollo de su Programa para la Promoción de Calentadores Solares de Agua en México para el periodo 2015-2030.

Referencias

- Asociación Mexicana de Distribuidores de Gas Licuado y Empresas Conexas A.C. (2014). Precio del gas Lp. Recuperado el 11 de Diciembre de 2014. [<http://amexgas.com.mx/precioqlp.php>]
- Comisión Nacional para el Ahorro de Energía. (CONAE). (2007). Programa para la Promoción de Calentadores solares de Agua en México 2007-2012. Recuperado el 11 de Junio de 2014. <http://www.conae.gob.mx/work/images/Procalso.pdf>
- Giancoli D. C. (2009) Física para Ciencias e Ingeniería. Ed. Pearson Educación. Vol. I. pp: 496-515.
- HomeDepot (2014). Precios de accesorios de plomería. Recuperado del 9-13 de Junio de 2014. <http://www.homedepot.com.mx/comprar/es/torres/plomeria>
- Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC). (2009). *Calentamiento de agua*. Recuperado el 11 de agosto de 2014. <http://vivienda.inecc.gob.mx/index.php/energia/los-usos-en-el-hogar/calentamiento-de-agua>
- Inversolar (2010). Comparativa entre calentadores solares. Recuperado el 14 de Junio de 2014. http://www.inversolarsolutions.com/uploads/9/8/9/7/9897423/comparativa_entre_calentadores_solares.pdf
- Mckibben, B. (2009). Energía del Futuro. *National Geographic*, (22-26 pp).
- Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC) (2013). Quinto Informe de Evaluación. Recuperado el 01 de Julio de 2014. http://www.ipcc.ch/home_languages_main_spanish.shtml
- Polycarbonato Alveolar Polygal (2010). Manual de Especificaciones Técnicas. Recuperado 14 de Junio de 2014. <http://www.polygalsud.cl>



Procuraduría Federal del Consumidor (2004). Gas Natural y Gas LP. Recuperado el 10 de Noviembre de 2014. http://www.profeco/gob/mx/revista/publicaciones/adelantos_04/gasnaturalylp/pdf

Procuraduría Federal del Consumidor (2011). Estudio comparativo de calentadores de gas LP. Recuperado el 10 de Junio de 2014. http://www.profeco/gob/mx/revista/publicaciones/adelantos_2011/estudio_comparativo_calentadores_de_gas/pdf

Secretaría de Energía (SENER). (2009). Prospectivas del gas LP 2009-2024. Recuperado el 15 de Noviembre de 2014. http://www.sener.gob.mx/res/PE_y_DT/pub/Prospectiva_gasLP_2009-2024.pdf

Secretaría de Energía (SENER). (2012). *¿Qué es el Shale/Oil y cuál es su importancia?*. Recuperado el 15 de Noviembre de 2014. http://www.energia.gob.mx/webSener/shale/shale_sp.html

Twenergy. (2012). El reciclaje de aluminio y sus beneficios. Recuperado el 18 de Mayo de 2014. <http://twenergy.com/a/el-reciclaje-de-aluminio-y-sus-beneficios->

Semblanza

Dr. En C. Javier Aguirre Muñoz , Doctor en Ciencias en Genética Vegetal por el Colegio de postgraduados (2003).

Institución donde labora actualmente:

Actualmente es Docente del Centro de Estudios Tecnológicos Industrial y de Servicios No. 29. Revisor contenido de libros fondo de cultura económica-DGETI (2011-2012). Asesor académico de la coordinación sectorial de desarrollo académico (COSDAC 2011, 2013, 2015). Asesor académico de la DGETI: festival académico de la DGETI (2013, 2014 y 2015). Asesor académico de la DGETI: certificación por exámenes parciales (2013).

Colaborador académico de CENEVAL para la instrumentación de indicadores de desarrollo de competencias del examen único para la obtención del certificado del nivel medio superior (acuerdo 286).

Conferencista a nivel local, regional, nacional e internacional de temas del calentamiento global, estrategias de enseñanza y de aprendizaje, PROFORDEMS y CERTIDEMS. jaguirre3@hotmail.com

