

DESARROLLO Y CONSTRUCCIÓN DE PROTOTIPOS EXPERIMENTALES ENFOCADOS A LA ENSEÑANZA DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES

Víctor Hernández Gómez*, **Alberto Cruz Osnaya**, **Gilberto González Ortiz**, **Hermenegildo Bonifacio Paz**,
David Morillón Gálvez*, **Alejandro Mesa A.**** y **Juan Contreras Espinosa**.

Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán. Universidad Nacional Autónoma de México. E-mail: vichugo@servidor.unam.mx

* Instituto de Ingeniería. Universidad Nacional Autónoma de México.

**Laboratorio de Ambiente Humano y Vivienda, INCIHUSA, CONICET. E-mail: amesa@lab.cricyt.edu.ar

RESUMEN: El presente artículo, explica el desarrollo y construcción de prototipos experimentales que han realizado los autores del artículo, con la finalidad de enseñar, transmitir e investigar sobre temas referentes a las energías renovables. Se diseñaron y construyeron tres prototipos experimentales (secador solar, biodigestor y muro solar) para el Laboratorio de Investigación en energías renovables de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán – UNAM y se rediseño, monto e instrumentó el modelo experimental, que simula el comportamiento térmico de sistemas de descarga de calor en muros y techo, del laboratorio de Heliodiseño del Centro de Investigaciones y Estudios de Posgrado, de la Facultad de Arquitectura de la UNAM.

Palabras claves: Prototipos experimentales, Sistema de descarga de calor, Biodigestor, Muro / techo escudo, Muro Trombe.

INTRODUCCIÓN

El grupo de trabajo formado por los autores del artículo, para enseñar, transmitir e investigar sobre temas referentes a las energías renovables, han participado en diferentes proyectos multi institucionales, de los cuales dos se han realizado en las instalaciones de la Universidad Nacional Autónoma de México, específicamente en el Laboratorio de Investigación en energías renovables de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán y en el laboratorio de Heliodiseño del Centro de Investigaciones y Estudios de Posgrado, de la Facultad de Arquitectura.

El Laboratorio de Investigación en energías renovables, a cargo del Dr. Víctor Hugo Hernández Gómez, se creó en el presente año, en la Unidad Multidisciplinaria de Investigación de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán. Tiene como propósito la investigación en las líneas referentes al sol, viento, agua, biogás. Para este laboratorio y como primera etapa, se están construyendo prototipos experimentales como apoyo a la investigación y enseñanza de las líneas de investigación referentes al sol y biogás, los cuales son: Muro solar (permitirá conocer el comportamiento térmico de un sistema escudo a la radiación solar, muro Trombe y sistemas de descarga de calor muro y techo), secador solar (permitirá conocer nuevos procesos de secado solar para el área de Ingeniería agrícola de la FESC) y Biodigestor (permitirá realizar investigación en la generación de biogás, el cual puede ser utilizado por los alumnos del posgrado de Ambiental que se tiene en la FESC).

El laboratorio de Heliodiseño del Centro de Investigaciones y Estudios de Posgrado de la Facultad de Arquitectura, esta a cargo del Dr. Diego Morales y en el, se cuenta con un prototipo experimental, que permite conocer el comportamiento térmico de sistemas de descarga de calor en muros y techo. El modelo experimental fue elaborado en el Laboratorio de Energía Solar del Instituto de Investigación en Materiales de la UNAM por el Dr. Diego Sámano Tirado en el año de 1990. Después fue trasladado al Laboratorio de Doble Altura (LDA) del edificio 12 del Instituto de Ingeniería de la UNAM para ser utilizado por el Dr. David Morillón Gálvez. Por último, fue trasladado y montado al Laboratorio de Heliodiseño del Centro de Investigación y Estudios de posgrado de la Facultad de Arquitectura de la UNAM, en el cual no se había realizado experimentación en el, debido a que no se encontraba en condiciones para su operación, motivo por el cual, se propuso el proyecto de coordinar la puesta en marcha, montaje e instrumentación de este modelo.

PROYECTOS REALIZADOS

Diseño y construcción de un prototipo experimental que simule el comportamiento de sistemas de descarga de calor.

Los sistemas de descarga de calor, son aquellos sistemas que permiten captar el flujo de calor que recibiría la envolvente de una edificación (la cual originaría un incremento en la temperatura del aire interior) para descargarlo al medio ambiente y así mantener en condiciones de confort térmico el interior de la edificación. Los sistemas de descarga de calor se pueden clasificar en función de su colocación en la envolvente de la edificación y pueden ser Sistemas de descarga de calor en muros y Sistemas de descarga de calor en Techos. En el laboratorio de Investigación en Energías Renovables de la FES Cuautitlán, ya se contaba con un modelo experimental que permite conocer el comportamiento térmico de estos sistemas pero que al realizar experimentación en el, en ocasiones presentaba estancamiento del aire por la corta altura del modelo. Por tal motivo, se propuso diseñar y construir un prototipo experimental que permita conocer y estudiar el comportamiento térmico de los sistemas pasivos: sistema escudo a la radiación solar, muro Trombe y sistemas de descarga de calor en muro y techo, con una dimensión adecuada.

El modelo experimental puede ser empleado por alumnos tanto de licenciatura como de posgrado y pueden ser del área de energía, mecánica y ambiental. En este proyecto participan como coordinadores del proyecto el Dr. Víctor Hugo Hernández Gómez y el Ing. Alberto Cruz Osnaya. Participan los Estudiantes Gilberto González Ortiz, Morales Cabrera Ana Paulina, Moreno Guerrero Misael, Amador Flores Angélica Janet y Lara Cásales Isaac Emmanuel.

El modelo experimental tiene 2 m. de altura y 1.2 m. de ancho. Su fabricación se llevó a cabo en el LIME II del la FES Cuautitlán. Se hizo un bastidor con solera y ángulo que sirve de soporte a lamina negra. En la figura 1, se observa el proceso de soldado y armado del armazón del modelo.



Figura 1.- Armado del esqueleto del modelo



Figura 2.- colocación de las resistencias eléctricas

Posteriormente se forró los laterales y la cara posterior con lamina negra. Para poder simular condiciones de radiación solar, se realizó un arreglo de resistencias, el cual esta montado a una placa de asbesto y cemento refractario, con la finalidad de asegurar flujo de calor unidireccional. En su interior se colocaron placas de unicel comprimido, con la finalidad de reducir las perdidas de calor por convección con el medio ambiente. En la figura 2 se observa la colocación del cemento refractario y las resistencias eléctricas.

Sobre los paneles de resistencias, se colocó un aislante eléctrico y sobre de el, la paca de aluminio que servirá de elemento almacenador de calor. Una vez terminado, se colocó una placa de acrílico para formar el canal de aire de funcionamiento del sistema y para proteger del medio ambiente a la placa almacenadora de calor. Al sistema se le colocarán sensores de temperatura a la entrada y salida del canal, sobre la superficie de la placa almacenadora de calor y sobre la cara posterior del sistema. Se colocará un piranómetro, un medidor de humedad y flujo de aire.

Con los prototipos experimentales se ha conseguido validar experimentalmente dos modelos analíticos, uno que describe el comportamiento térmico de sistemas de descarga de calor en muros, Hernández et al (2006) y otro que describe el comportamiento térmico de sistemas de descarga de calor en techos Hernández et al (2007). Si se quiere conocer mas acerca del proceso de construcción de este prototipo se puede consultar el artículo de González et al (2008).

Diseño y construcción de un secador solar indirecto.

Para conservación de productos agrícolas como la fruta y la verdura, es necesario retirar su humedad, proceso conocido como secado de productos y se realiza mediante equipos que generan y transfieren calor al producto, originando el consumo de combustibles y emisión de gases contaminantes. Una forma de evitarlo es empleando energías alternativas como es el secado solar, el cual requiere como combustible al calor del sol. Actualmente existe dos tipos de secadores solares, los directos y los indirectos. El secador directo funciona exponiendo al producto a secar directamente al sol, lo que origina que se tenga bajo control en el proceso de secado. En el secado indirecto se calienta aire que se hace pasar a través del producto a secar, lo que permite mantener un control de la temperatura de entrada del aire caliente y el secado se realiza con mayor uniformidad.

En este proyecto se diseña y construye un secador solar indirecto. Tiene como propósito el contar con un prototipo experimental que permita, en proyectos posteriores, obtener curvas de comportamiento para diferentes productos agrícolas, considerando entre otras variables al flujo de calor recibido, tiempo de secado, temperatura ambiental y humedad, en función de la cantidad de producto a manejar. El modelo experimental puede ser empleado por alumnos tanto de licenciatura como de posgrado y pueden ser del área de agrícola, energía, mecánica y ambiental. En este proyecto participan como coordinadores del proyecto el Dr. Víctor Hugo Hernández Gómez y el Ing. Alberto Cruz Osnaya. Participan los Estudiantes Gilberto González Ortiz, Fuentes Carreón Mayra, García Autista Alberto, Martínez Sánchez Salvador, Minero Castro Guillermo y Rayón Ramírez Paulino. El diseño del secador solar se dividió en dos partes, el colector solar que servirá para calentamiento del aire y el contenedor que almacenará el producto a secar, que es el sitio donde se llevará a cabo el intercambio de calor, provocando el retiro de la humedad del producto.

Diseño del colector solar:

Se seleccionó para la superficie captadora de calor, lamina de aluminio de $\frac{1}{16}$ de espesor, de dos metros de largo por uno y medio metro de ancho. El armazón, que protege a la placa captadora de calor, esta protegida del medio ambiente por su parte lateral e inferior, por un bastidor de madera de 2.5 cm de espesor. Entre la placa de aluminio y el bastidor se colocaron materiales que sirven como aislantes térmicos como el unicel y la fibra de vidrio. En la parte superior y para formar el canal donde el aire incrementará su temperatura, se empleó vidrio de 5 mm de espesor que permitirá el paso de la energía solar provocando efecto invernadero y disminución de perdidas de calor con el medio ambiente. Se tiene contemplado colocar a la entrada del canal de aire, material desecante como el carbón vegetal, para obtener a la salida del colector solar y entrada del contenedor, aire caliente seco. El diseño permite variar la inclinación del colector solar, para obtener mayor eficiencia por la época del año.

Se armo una estructura con ángulo de 1° el cual va soldado con electrodo 1360 de $\frac{1}{8}$ " con las siguientes medidas: 1.14 m de ancho y 2 m de largo y 15 cm de alto, el marco superior de la estructura del colector se armo con Tee de 1° para fijar el vidrio, lo que nos brinda mejor estabilidad y ahorro de espacio. La estructura se forro con lámina negra colocando el unicel como pared intermedia entre las dos caras, interior y la exterior. Finalmente se colocó otra placa de unicel y lamina de aluminio pintada de negro para absorber el calor, el diseño original permite cambiar el elemento almacenador por fibra de metal pintado de negro. En la figura 3 se presenta el colector solar.



Figura 3.- Colector solar



Figura 4. Contenedor

Diseño del contenedor:

El contenedor es un recipiente de forma de cubo, en la que su parte superior se encuentra un pequeño extractor de aire quien será el encargado de generar el flujo de aire de alimentación. Esta construido de lámina de aluminio de $\frac{1}{16}$ de espesor, forrada en su interior de unicel y fibra de vidrio para protegerlo del medio ambiente. Tiene una dimensión de uno y medio metro por lado. En su interior, cuenta con dos charolas y un cilindro hueco en los cuales se podrá almacenar el producto a secar. Las charolas están construidas de maya con marco de madera. El cilindro esta construido con maya y tiene una puerta que servirá de acceso del producto, en sus extremos cuenta con dos chumaceras que permiten que gire el eje del cilindro, por medio de una manivela que se colocó al final del eje y que sobresale del contenedor. En el diseño de las patas que soportaran al contenedor se considera la posibilidad de variar la altura, dependiendo de la inclinación del colector solar por la época del año. Al igual que el colector para el contenedor se armo un estructura con ángulo de $\frac{3}{4}$ " forrada de unicel y lamina negra.

El diseño original del contenedor se fue modificando sobre la marcha para hacer más fácil la manipulación del secador con todas sus partes. Se armo una base con ángulo de 1° donde descansa la cámara de secado, la altura de esta es de 90 cm. En esta base también se adaptó una entrada para el colector solar ya que en el diseño original esta entrada se encontraba en el contenedor lo que disminuirá la capacidad de volumen para colocar las charolas. Teniendo un desperdicio de espacio y de energía. Con esta modificación se aumentó el volumen del contenedor, de 6 a 10 charolas. Se aumento la altura de la campana del contenedor para facilitar la salida de aire.

En las puertas se colocó mirillas para observar el producto que se esté secando. En el proceso de construcción del secador solar se han hecho cambios en el diseño original para mejorar la eficiencia del secado así como facilitar la manipulación y transportación del secador. Una vez armado, el modelo fue pintado e instrumentado para ser colocado en el Laboratorio de investigación en energías renovables. En la figura 4 se presenta el contenedor ya terminado.

Para una mayor explicación del proceso de diseño y construcción del secador solar, se puede consultar en los artículos de Cruz et al (2007) y González et al (2008).

Diseño y construcción de un biodigestor.

La materia orgánica al descomponerse, libera un gas que puede emplearse como combustible. Para la liberación y almacenamiento de ese gas se emplean dispositivos llamados biodigestores. En este proyecto, se plantea el diseño y construcción de un Biodigestor, con la finalidad de que en proyectos posteriores se pueda estudiar el comportamiento de la

generación del biogás, tomando en cuenta el tipo de materia orgánica a emplear, el tiempo de descomposición y temperatura en el interior del prototipo. El prototipo podrá ser utilizado por los alumnos de las carreras de IME y Agrícola, además de los alumnos del posgrado de Ambiental y Energía. En este proyecto participan como coordinadores del proyecto el Dr. Víctor Hugo Hernández Gómez y el Ing. Alberto Cruz Osnaya. Participan los Estudiantes Gilberto González Ortiz, Ricardo Colula Vidal, Isidro Jovan Domínguez Paredes, Aarón Abelardo Benítez Pérez, José Alfredo Barroso Olaguez y Alma Alejandra Luna Gómez.

Se adquirieron los contenedores tanto para el almacenamiento y alimentación de la materia orgánica como del almacenamiento del biogás generado. Para dar soporte al sistema, se armó la estructura que soportará a los contenedores con solera. Para la recolección del biogás se diseñó una tapa, la cual está conectada al tanque almacenador del biogás. Al término del armado, el prototipo fue pintado, instrumentado e instalado en el Laboratorio de investigación en energías renovables. En la figura 5 se presenta la estructura y los contenedores y en la figura 6 se presenta el armado de las líneas de alimentación a los contenedores así como la tapa.

Para obtener mayor información sobre el diseño y construcción del Biodigestor se puede consultar el artículo de González et al (2008)



Figura 5. Estructura del Biodigestor



Figura 6. Fabricación de las líneas de alimentación y tapa

Rediseño, montaje e instrumentación de un sistema de descarga de calor

El Laboratorio de Heliodesiño cuenta con un modelo experimental, en el cual se pretende simular, el comportamiento térmico de un sistema de descarga de calor aplicado a muros y techos. El sistema de descarga de calor está formado por dos placas paralelas, una de ellas es vidrio que protege a la otra placa llamada almacenador (por ejemplo aluminio) que está montada sobre un muro o techo, formando un canal por donde circula el aire. Los rayos del sol al incidir en el elemento almacenador por sus características de absorción, conductividad térmica y almacenamiento modifican su temperatura y por su capacidad calorífica se convierte en un acumulador de calor. Este calor almacenado se transmite al aire que se introduce al sistema por el canal ocasionando convección natural. Este aire se tira al exterior logrando generar ventilación en el interior de la edificación, propiciando que su temperatura se mantenga cercana a la zona de confort.

En el modelo experimental no se había realizado experimentación, debido a que no se encontraba en condiciones para su operación, motivo por el cual, se propuso el proyecto de coordinar la puesta en marcha, montaje e instrumentación de este modelo. El coordinador de la puesta en marcha, montaje e instrumentación del modelo fue el Dr. Víctor Hugo Hernández Gómez y para realizarlo, se apoyó del Dr. David Morillón Gálvez, de los Ingenieros Hermenegildo Bonifacio Paz y Alberto Cruz Osnaya y del estudiante Gilberto González Ortiz.

El modelo experimental consta de dos placas paralelas separadas por donde circula el aire. Las dimensiones del dispositivo son 0.56 x 2.45 m. El diseño permite variar la separación entre placas de 2 a 12 cm, esto es el ancho del canal de aire. Para la simulación de las condiciones ambientales externas, radiación solar y convección, se utiliza una resistencia eléctrica que proporciona un flujo de calor constante. La resistencia está montada en una placa de asbesto, para evitar la conducción eléctrica a la placa de aluminio, placa sometida al calentamiento, se aisló con una mica natural; el reverso de la placa de asbesto cuenta con lana mineral, con un espesor de 10 cm., para considerar el flujo de calor unidireccional. Sobre la mica natural se encuentra la placa, que representa la parte exterior del muro escudo, la cual es de aluminio de media pulgada de espesor; la otra placa es acrílica, con el propósito de no tener intercambio de calor significativo. El dispositivo permite, mediante una abertura inferior en la placa de acrílica, la entrada de aire y la descarga por la parte superior entre las placas. En la figura 7 se muestra los componentes del modelo experimental. Para la puesta en marcha del modelo experimental, se realizaron las siguientes etapas:

- Desmontaje y desarmado del modelo
- Revisión y corrección de averías
- Cambio del elemento almacenador de calor
- Armado y montaje del modelo
- Instrumentación del modelo
- Puesta en marcha

Desmontaje y desarmado del modelo:

El modelo experimental se encontraba sujeto al techo en uno de sus extremos y por el otro, mediante una banda, a un motor. Esto le permite tener una inclinación desde cero (para simular techo) hasta noventa grados (para simular muro) con respecto a la horizontal. Debido al peso del modelo experimental, no se pudo desmontar del techo para tenerlo a nivel del piso, por lo que solo se desmontó el lado que va sujeto al motor. Se retiraron las placa laterales de acrílico para poder desmontar la placa protectora frontal. Posteriormente, se retiró el elemento almacenador de calor (una placa de aluminio de una pulgada de espesor) y la resistencia que simula el flujo de calor con el tiempo. La resistencia estaba sobre una placa de asbesto cemento, protegida con un aislante eléctrico (pero no térmico) con respecto a la placa de aluminio.

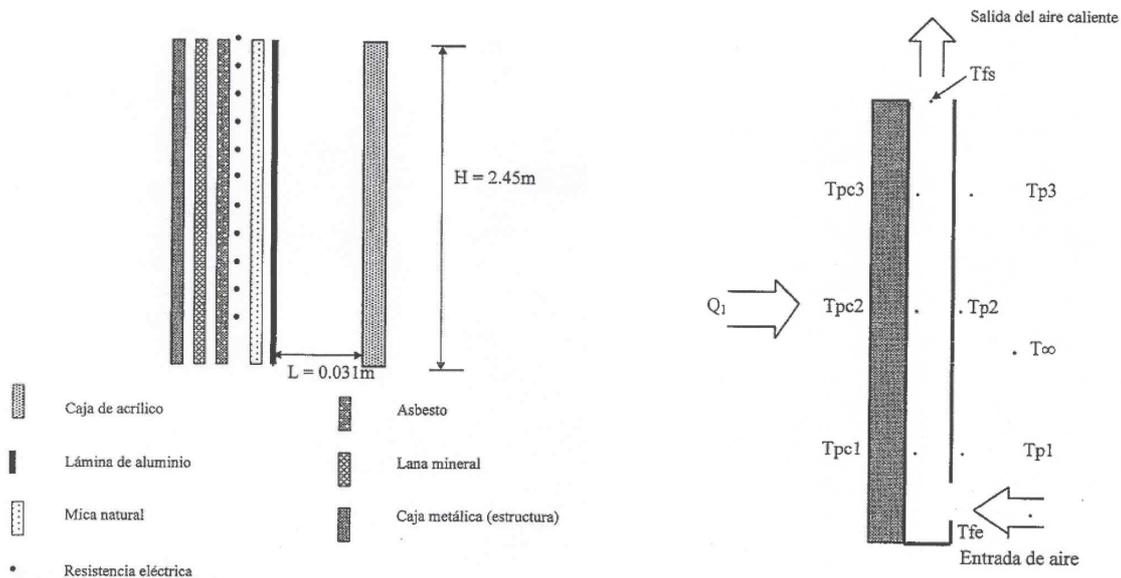


Figura 7.- Componentes del modelo de descarga de calor

Revisión y corrección de averías.

Durante el traslado y montaje del Laboratorio de Materiales al Laboratorio de Heliodiseño, se presentaron averías en el modelo experimental, principalmente en la placa de asbesto – cemento y en la resistencia. Se encontró que la resistencia empleada para la simulación del flujo de calor estaba rota en uno de sus extremos por lo que se encontraba abierto el circuito. Aún cuando la placa de asbesto – cemento contaba con la preparación mediante ranuras para alojar a la resistencia, esta se encontraba fuera de ellas e inclusive enrollada. Se reparó la resistencia y se colocó nuevamente dentro de las ranuras de la placa de asbesto – cemento. Para evitar en el futuro el movimiento de la resistencia, en algunos de sus puntos se fijó con silicón de alta temperatura.

Cambio del elemento almacenador de calor:

Con la finalidad de disminuir el tiempo de respuesta térmica del elemento almacenador de calor, se cambió la placa de aluminio de media pulgada de espesor por otra de un dieciseisavo de espesor. Debido a que la placa de aluminio de media pulgada de espesor se mantenía recta solo se requería sujeción en los extremos y al centro. Con la finalidad de mantener estos orificios de sujeción, se utilizó como plantilla a la placa de aluminio de media pulgada de espesor. Debido a que la lamina nueva no se mantenía recta, fue necesario incrementar los orificios de sujeción.

Armado y montaje del modelo:

Una vez corregidas las averías y ya con el nuevo elemento almacenador de calor, se procedió al armado del modelo experimental. Se colocó la placa de aluminio sobre una mesa y sobre de ella la placa de asbesto – cemento que contenía a la resistencia. Entre ambas placas se colocó el aislante eléctrico. Para subir las placas al modelo experimental, fue necesario fijarlas entre si y posteriormente se presentaron y colocaron al modelo experimental. Como la placa de aluminio ya contaba con nuevos orificios de sujeción, fue necesario incluirlos en el modelo experimental.

Instrumentación del modelo:

Con la finalidad de poder conocer la temperatura sobre la superficie de la placa de aluminio o elemento almacenador, se colocaron ocho termistores separados 25 cm. entre si, a lo largo de la placa. Para conocer el flujo de aire que se puede generar se colocó un anemómetro a la salida del canal de aire del prototipo. También se colocaron dos termistores, uno a la entrada y el otro a la salida del canal de aire, con el propósito de conocer la ganancia de calor que obtuvo el aire durante su recorrido por el canal.

En la figura 8 se puede observar el armado de los termistores así como su colocación sobre el prototipo experimental. Una vez colocados los termistores, estos fueron conectados al sistema de adquisición de datos, junto con el anemómetro. En la figura 9 se observa la colocación de los cables sobre el sistema de adquisición de datos.

Puesta en marcha:

El sistema de adquisición de datos fue conectado a una computadora, a la cual se le instaló el software correspondiente para el funcionamiento del sistema de adquisición de datos y anemómetro. Para la puesta en marcha, fue necesario hacer el cable de alimentación entre la resistencia eléctrica del prototipo experimental y el variac (equipo de protección). Una vez conectados todos los equipos se realizó una prueba experimental en donde se verificó el correcto funcionamiento tanto de termistores como del anemómetro.



Figura 8.- Colocación de termistores



Figura 9.- sistema de adquisición de datos

CONCLUSIÓN

Con el desarrollo de estos proyectos se ha logrado contar con prototipos experimentales que permiten enseñar e investigar sobre temas referentes al ahorro de energía y conservación de nuestros recursos naturales como:

Sistemas de descarga de calor: Permitirán conocer y estudiar sobre el comportamiento térmico de sistemas de descarga de calor (muro y techo), muro escudo, techo escudo y muro Trombe. Sirve para validar modelos analíticos y predecir su comportamiento en una edificación dada como ejemplo. En la Figura 10 se presenta el muro solar.

Secador solar: Permitirá conocer el comportamiento de secado de varios productos agrícola, mediante la obtención de gráficas de comportamiento variando la temperatura de secado, humedad y velocidad del aire. En la figura 11 se presenta el secador solar construido.

Biodigestor: Permitirá enseñar y estudiar el proceso de generación de biogás a través de la descomposición de la materia orgánica. Se obtendrán curvas de generación de biogás, modificando el tipo de materia orgánica, su concentración (agua - materia orgánica) y temperatura. En la figura 12 se observa el Biodigestor.



Figura 10.- Muro solar



Figura 11.- Secador Solar



Figura 12.- Biodigestor

REFERENCIAS

Hernández G. V., Morillón G. D, Best B. R., Fernández Z. J., Almanza S. R, Chargoy D. N. (2006). Experimental and numerical model of a wall like solar heat discharge passive system. Applied Thermal Engineering, 26 (2006) 2464–2469

Hernández G. V., Fernández Z. J., Morillón G. D. y Mesa A. A. (2007). Modelo analítico para sistema de descarga de calor en techos. Avances en energías renovables y medio ambiente, Vol. 11, Noviembre 2007. ISSN 0329-5184.

González O. G., Cruz O. A. y Hernández G. V. (2008). Diseño y construcción de un sistema de descarga de calor para el laboratorio de investigación en energías renovables de la Facultad De Estudios Superiores Cuautitlán. Memorias de la XXXII Semana Nacional de Energía Solar. Mérida Yucatán.

Cruz O. A., Bonifacio P. H., Guzmán T. P., Hernández G. V. y Morillón G. D. (2007). Diseño de un secador solar para uso agrícola en la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán – UNAM. Memorias de la XXXI Semana Nacional de Energía Solar. Zacatecas, Zacatecas.

González O. G., Cruz O. A. y Hernández G. V. (2008). Diseño y construcción de un secador solar para el laboratorio de investigación en energías renovables de la Facultad De Estudios Superiores Cuautitlán. Memorias de la XXXII Semana Nacional de Energía Solar. Mérida Yucatán.

González O. G., Cruz O. A. y Hernández G. V. (2008). Diseño y construcción de un Biodigestor para el laboratorio de investigación en energías renovables de la Facultad De Estudios Superiores Cuautitlán. Memorias de la XXXII Semana Nacional de Energía Solar. Mérida Yucatán.

BIBLIOGRAFÍA

Morillón G. D. (1993). Bioclimática. Sistemas pasivos de climatización. Universidad de Guadalajara. México.

Duffie J. y Beckman W. (1991). Solar Engineering of thermal processes. John Wiley & sons, Inc. New York.

Finck P. A. (2007). Secador solar. Notas del curso ofrecido en la XXXI Semana Nacional de Energía Solar. ANES. Zacatecas.

ABSTRACT:

In the presently work, explains the development and construction of experimental prototypes that the article's authors have carried out, with the purpose of teaching, to transmit and to investigate on relating topics to the renewable energy. They were designed and built three experimental prototypes (solar dryer, biodigestor and solar wall) for the Laboratory of Investigation in renewable energy of the Facultad de Estudios Superiores Cuautitlan UNAM and you redraws, mount and instrumentation the experimental pattern that simulates the thermal behavior of systems of discharge of heat in walls and roof, of the laboratory of Heliodiseño of the Centro de investigacion y estudios de posgrado, of the Facultad de Arquitectura of the UNAM.

Keywords: Discharge heat system, solar dryer, biodigestor, Trombe wall, wall and roof shift.