

Diagnóstico y sustentabilidad energética, a través de aplicaciones de las energías renovables para la Universidad Tecnológica de la Zona Metropolitana de Guadalajara

Pedro Robles, Cesar López, María Tejada y Ramón Flores

P. Robles, C. López, M. Tejada y R. Flores
Universidad Tecnológica De La Zona Metropolitana De Guadalajara Venustiano Carranza No. 21, Santa Cruz
De Las Flores, 45640 Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco.

M. Ramos.,V.Aguilera.,(eds.). Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Handbook -©ECORFAN- Valle de
Santiago, Guanajuato, 2013.

Abstract

In this paper we identify a problem located in the Technological University of the metropolitan area of Guadalajara, observing a wasteful consumption of Electricity in all facilities and intends to make a diagnosis and sustainable energy, using renewable energy, starting with an inventory , sustaining it with a previous documentary research on the impact of unnecessary Electric Power, applying an awareness program on the use of energy efficient products as well as campaigning for proper use of energy saving devices, achieving the stated objective in this great project initiated by teachers and students of this institution.

19 Introducción

La energía eléctrica es un recurso del que dependen muchas actividades en la actualidad, si llega a faltar se produce un caos ya que estamos muy acostumbrados a todo lo que funciona con electricidad; entonces cuando se habla de reducir el consumo de energía eléctrica se refiere a hacer un uso eficiente de la energía evitando desperdiciarla, pues en el proceso de la producción de energía eléctrica se queman combustibles fósiles que afectan directamente al medio ambiente, uno de los fenómenos que se presenta por la quema de combustibles fósiles es el efecto invernadero en el cuál los rayos solares quedan atrapados en la atmósfera terrestre provocando el calentamiento del planeta que genera cambio climático.

Todos sabemos que la energía eléctrica mueve al mundo industrial; sin ella, nuestras empresas se detendrían y las economías enteras estarían en crisis, por eso es vital saber administrarla.

La calidad de la energía eléctrica puede definirse como una ausencia de interrupciones, sobre tensiones y deformaciones producidas por armónicas en la red y variaciones de voltaje RMS suministrado al usuario; esto referido a la estabilidad del voltaje, la frecuencia y la continuidad del servicio eléctrico. Asimismo se ha determinado que uno de los problemas más comunes que ocasiona el desperdicio de energía eléctrica en las empresas, es la calidad de esta, pues influye en la eficiencia de los equipos eléctricos que la usan.

Actualmente, la calidad de la energía es el resultado de una atención continua; en años recientes esta atención ha sido de mayor importancia debido al incremento del número de cargas sensibles en los sistemas de distribución, las cuales por sí solas, resultan ser una causa de la degradación en la calidad de la energía eléctrica.

Por lo tanto el buen uso de la energía eléctrica le permite, a su empresa, ser cada vez más competitiva, en una economía que tiende a la globalización, así el ahorro de energía es una alternativa viable para reducir costos de operación y mejorar los niveles de competitividad dentro del mundo industrial.

Este documento da una introducción a los fenómenos de la calidad de la energía eléctrica de acuerdo a las normas internacionales, punto de partida para iniciar un estudio más profundo de los fenómenos de la calidad de la energía eléctrica.

19.1 Problemática

En este proyecto de ahorro de energía en todas las instalaciones de la universidad, como son oficinas de profesores, salones, laboratorios, biblioteca, etc. Se pretende analizar cuáles son las principales consecuencias de utilizar mal los recursos energéticos en todas las instalaciones mencionadas anteriormente, y plantear soluciones que se implementen lo más rápido posible para darle fin al malgasto de energía en muchos de los lugares más importantes y frecuentados de la universidad.

19.2 Objetivo general.

Determinar la calidad, la eficiencia y el consumo de energía eléctrica en la UTZMG.

El proyecto impulsará a la universidad como un ejemplo de la sustentabilidad en instituciones públicas a nivel regional, estatal y nacional. Ya que al lograr la certificación en ISO 14001 y en ISO 50001 será ejemplo de otras Instituciones públicas para lograr la sustentabilidad energética y poder aplicar las energías renovables. Completando el diagnóstico energético logrando identificar un mapa energético de la institución y aplicar más dispositivos de ahorro, calidad y eficiencia de la energía, integrando estos elementos se logra disminuir los costos fijos que actualmente están generando un gasto anual al pagar a CFE y aumentar la productividad universitaria con estos recursos ahorrados pueden ser aplicados en más equipo para laboratorios mejorando sus prácticas, apoyo en proyectos propuestos por alumnos y profesores académicos en áreas de energías, capacitar al profesorado fortaleciendo su conocimiento en temas de Energías Renovables; así mismo la disminución de gases efecto invernadero a nivel mundial.

19.3 Objetivos específicos.

1. Realizar un inventario y diagnóstico del sistema de energía eléctrica de iluminación en la universidad en el área de administración, Biblioteca, Docencia, Laboratorios, Talleres y Cafeterías, pasillos así como en alumbrado exterior.

2. Realizar investigación documental sobre el impacto del consumo innecesario de energía eléctrica en la UTZMG.

3. Proponer estrategias que ayuden a reducir el consumo de energía a través de un programa de concientización acerca del uso de productos de bajo consumo en el sistema de iluminación de la universidad; y una campaña de utilización adecuada de dispositivos eléctricos en los edificios dirigida a toda la comunidad universitaria.

4. Plantear el uso de energías alternativas

19.4 Método

Los lugares analizados se dividirán en dos grupos los cuales se visitarán en un horario acorde para todo el personal, se pretende visitar todos los salones de clase que existen en la universidad, esta parte del proyecto se realizará teniendo en cuenta información pertinente del cuatrimestre pasado, así con la investigación actual se complementará dicha información, por otra parte, las oficinas del personal como son secretarías, profesores, biblioteca, laboratorios etc. Se analizarán por primera vez, puesto que en el cuatrimestre pasado hubo ciertas limitaciones con permisos que se solicitaban, en ambos casos lo que se pretende es analizar qué sucede con cada elemento que consume energía, y plantear mecanismos para que todos aporten y halla más concientización en el consumo de energía.

En esta investigación se puede utilizar información del semestre pasado como recurso disponible, también cámaras digitales para captar las imágenes de los elementos eléctricos con los que cuenta cada lugar, publicidad nueva y anterior que motive a las personas a ahorrar energía eléctrica puesto que en la actualidad este recurso puede terminar, todo esto con el fin de concientizar a las personas que muchas veces malgastan las cosas que se tienen o no se les da un uso adecuado y por esto se puede terminar acabando con recursos importantes y necesarios para el diario vivir.

19.5 Desarrollo

Se realizó un plan maestro de trabajo a mediano y largo plazo para cumplir principalmente con la Norma ISO 50001, concerniente a los requisitos para la gestión de la energía.

Con base al análisis de la red eléctrica de la universidad se pretende implementar un sistema adecuado de mantenimiento de equipos de Aires acondicionados, iluminación, dispositivos de filtros de armónicos entre otras, a partir de los resultados.

Se implementaron dispositivos de ahorro de energía como son sensores de presencia en luminarias en pasillos y áreas comunes, así como la instalación de un sistema solar fotovoltaico interconectado a la red en el edificio de Biblioteca para la disminución de consumo de energía proveniente de la empresa suministradora.

El impacto al ambiente proveniente de las actividades diarias en la universidad se pretende disminuir de acuerdo al plan del Sistema de Gestión Ambiental, que pretende certificar a la institución en la norma ISO 14001. Se realizó la identificación de circuitos provenientes de la subestación, midiendo también su corriente y armónicos en cada fase para conocer el estado real con la que cuenta la instalación eléctrica de la universidad y los factores que intervienen en su consumo.

Se realizó el análisis al sistema eléctrico de la universidad para identificar los consumos reales en la institución y documentar el levantamiento técnico; se realizó un programa de difusión de ahorro de energía en la universidad.

Se ejecutó el estudio del estado del arte y propuesta de aire acondicionado con desecante con regeneración térmica solar, identificando los consumos de energía relacionados con aires acondicionados.

Se realizó el dimensionamiento, instalación, puesta en marcha y documentación del sistema fotovoltaico interconectado a la red, observándose los consumos reales de cada edificio en la universidad.

Se realizaron mediciones en los tableros principales, la subestación eléctrica y alimentadores eléctricos, durante el día; midiendo con el Analizador de Redes trifásico para identificar los consumos reales y armónicos en la institución y documentar el levantamiento técnico realizado se planearon las mediciones y contar con el equipamiento y mano de obra necesaria para cumplir el objetivo. Estas mediciones son base para diagnosticar los factores que afectan la eficiencia, calidad y consumo de la energía eléctrica en la institución, los cuales se están analizando para aplicar acciones de mejora en las instalaciones.

Se realizó mediciones en los tableros principales, la subestación eléctrica y alimentadores eléctricos, durante el día midiendo con el Analizador de Redes trifásico para identificar el comportamiento de las corrientes armónicas, esto con el fin de identificar que equipos o maquinaria provoca armónicos en el momento de su uso y analizar en cada caso los efectos que produce como el calentamiento de conductores eléctricos y fallas en los equipos, para documentar técnicamente.

Se realizaron mediciones en los tableros principales, la subestación eléctrica y alimentadores eléctricos, durante el día midiendo con el Analizador de Redes trifásico para identificar los consumos reales en la institución, también se necesitó medir con el amperímetro de gancho de corriente alterna y corriente directa; algunos equipos que se tienen en laboratorio, para poder identificar claramente las cargas reales de cada equipo y documentar el levantamiento técnico. Un grupo de profesores analizaron qué propuesta de ahorro de energía se podían realizar y aplicar mejoras en la calidad de la energía. Para lo cual, primeramente se realizó un programa de Ahorro de energía para toda la comunidad universitaria, colocando en los contactos identificadores que inviten al ahorro de energía, colocándose en cada contacto y dicen; "apaga la luz", "desconecta tu computadora", "apaga tú equipo de cómputo", "apagar aires acondicionados al abandonar el área", "apagar cafeteras". Se mandaron hacer lonas para identificar en la comunidad universitaria el programa de ahorro de energía con textos como el siguiente "La Carrera de Energías Renovables te invita a formar parte de esta campaña ahorrando energía en la UTZMG" y "Si este mundo quieres conservar la luz que no usas debes apagar" fueron ubicadas en lugares visibles de los edificios para que toda la comunidad universitaria los pudiera ver.

Se realizó un proyecto de difusión de ahorro de energía en la institución y en casas con la participación de alumnos y profesores los encargados de realizar los procedimientos necesarios para cumplir con las normas ISO14001 e ISO 50001 que son fundamentales para impulsar a la institución como Universidad Sustentable y ser un ejemplo a nivel local, estatal y nacional.

Un profesor presenta una revisión del desarrollo y aplicación de las tecnologías enfocadas al enfriamiento con desecante activadas térmicamente, y analiza el estado de la deshumidificación desecante giratoria y el aire acondicionado en los siguientes dos aspectos: la optimización de la configuración del sistema y la utilización de la energía solar y otras fuentes de calor de baja calidad, como la energía solar, la calefacción, el calor residual. En un clima cálido y húmedo, se observa que el aire acondicionado se usa todo el año, especialmente desde principios de junio a finales de octubre, ya que ese período es el más caluroso, húmedo y nuboso del año. El resto del tiempo el clima aún es húmedo, pero despejado, por lo que se debería usar: La rueda desecante tiene sílica-gel que es un material que absorbe la humedad al pasar el aire caliente y húmedo. En este caso se propone un sistema multietapa donde el aire al salir de la rueda desecante pasa sobre un intercambiador de calor para reducir la temperatura del aire y después retornarlo a la rueda desecante y quitarle más humedad al aire. La rueda desecante quitaría la humedad y por tanto la carga latente del aire. Lo que significa que el equipo VAC sería usado para bajarle la carga sensible al aire. Esto permite usar un equipo VAC de menor capacidad y que por tanto consuma menos Energía Eléctrica de alta calidad. Esto sería válido todo el año. Con secado multietapa, ya que permite una temperatura de fin de secado mucho menor que el de una sola etapa. Y esto disminuye el tamaño del enfriador evaporativo y el VAC. La regeneración de la rueda desecante requiere un importante consumo de energía para eliminar la humedad que absorbió, por tal motivo se adquirió también un calentador solar, ya que es muy conveniente que esta sea energía térmica de baja calidad, a través de colectores solares planos (que dispuestos convenientemente en la azotea también bajen la carga térmica del edificio), lo que a su vez permite el ahorro de Energía Eléctrica de alta calidad también.

Se realizó la propuesta de implementación de paneles fotovoltaicos en la UTZMG. Logrando la implementación de un sistema fotovoltaico interconectado a la red, para la alimentación de luminarias como primer etapa en un edificio de usos múltiples en la UTZMG, a través del dimensionamiento, diseño e instalación del sistema de paneles fotovoltaicos policristalinos. Para la implementación se desarrollaron las siguientes actividades:

1. Analizar la viabilidad de un edificio de usos múltiples, para instalar un sistema fotovoltaico por medio de un estudio de consumo energético en interacción directa con el trabajo y la documentación realizada anteriormente.

2. Abastecer de energía eléctrica las luminarias en el edificio D de usos múltiples como primer etapa para contribuir a la reducción del consumo energético por medio de paneles fotovoltaicos.
3. Ampliar y coadyuvar a las opciones energéticas necesarias para un edificio de usos múltiples de una universidad impulsando mayor seguridad y opciones al no depender de una sola fuente de energía por medio de la captación solar. 4. Utilizar el sistema fotovoltaico instalado como prototipo didáctico para la realización de prácticas de Energías Renovables.
4. Una vez realizado el proyecto se puede asegurar que los objetivos planteados en el presente trabajo han sido alcanzados en tiempo y forma, como primera etapa, ya que se pretende abastecer al 100% con energía fotovoltaica todo el edificio durante el día.
5. En este proyecto fue necesario realizar el dimensionamiento, diseño y desde la luego la instalación de paneles fotovoltaicos policristalinos.

Se invirtió en la rueda desecante que será la pieza medular en la propuesta del sistema de enfriamiento evaporativo con desecante que es un sistema híbrido: Con rueda del tipo multietapa con desecante sólido, enfriamiento evaporativo, solar y VAC; que permita acondicionar el espacio todo el tiempo que sea requerido.

La rueda desecante tiene sílica-gel que es un material que absorbe la humedad al pasar el aire caliente y húmedo. En este caso se propone un sistema multietapa donde el aire al salir de la rueda desecante pasa sobre un intercambiador de calor para reducir la temperatura del aire y después retornarlo a la rueda desecante y quitarle más humedad al aire. La rueda desecante quitaría la humedad y por tanto la carga latente del aire. Lo que significa que el equipo VAC sería usado para bajarle la carga sensible al aire. Esto permite usar un equipo VAC de menor capacidad y que por tanto consuma menos Energía Eléctrica de alta calidad. Esto sería válido todo el año. Con secado multietapa, ya que permite una temperatura de fin de secado mucho menor que el de una sola etapa. Y esto disminuye el tamaño del enfriador evaporativo y el VAC.

La regeneración de la rueda desecante requiere un importante consumo de energía para eliminar la humedad que absorbió, por tal motivo se adquirió también un calentador solar, ya que es muy conveniente que esta sea energía térmica de baja calidad, a través de colectores solares planos (que dispuestos convenientemente en la azotea también bajen la carga térmica del edificio), lo que a su vez permite el ahorro de Energía Eléctrica de alta calidad también. 1 Sistema de recuperación de energía con rueda desecante sílica-Gel.

La investigación y propuesta de un sistema evaporativo con rueda desecante, es una importante meta para ahorrar en energía en zonas climáticas cálidas y húmedas y lograr un ahorro de energía importante en la institución, donde se pretende demostrar que la universidad se puede convertir en sustentable al aprovechar las energías alternativas para el consumo de propio.

Destino de los recursos.-Analizador de redes trifásico para la mediciones de los factores que afectan la calidad, la eficiencia y el consumo de la energía eléctrica en el institución. De esta manera poder medir a la salida de subestación general de la universidad y en cada tablero de los 5 edificios para lograr conocer el comportamiento de la corriente en cada fase y sus armónicos. 1 Analizador de Redes trifásico y Armónicos Frecuencia.

La medición de los factores que intervienen en la eficiencia, la calidad y el consumo de energía eléctrica en la universidad es determinante para identificar claramente todas las variables que salgan del estándar, para el análisis del diagnóstico energético. Actividad.- Proponer cambios para disminuir el consumo de Energía Eléctrica, en la UTZMG. Programa de difusión de ahorro de energía dirigida para toda la comunidad universitaria. Así como también el uso de dispositivos inteligentes de ahorro y calidad de la energía.

Se adquirió el analizador de redes trifásico para lograr cubrir las necesidades de mediciones eléctricas en las instalaciones de la universidad, las cuales son fundamentales para identificar los valores fuera del estándar y con esto proponer cambios para disminuir el consumo de energía eléctrica, así como el programa de difusión de ahorro de energía en toda la comunidad universitaria y comenzar a instalar dispositivos inteligentes para el ahorro y calidad de la energía.

19.6 Resultados

Cuadro de carga de edificio a:

Observaciones:

En este edificio se encontró con un problema debido a la ocupación continua en los horarios del uso de aulas y laboratorios de computo debido tanto en la mañana como en la tarde se encuentran sumamente utilizados, para poder realizar dichas actividades de identificación de circuitos fue necesario asistir por las tardes para poder realizar la actividad de forma satisfactoria, debido esto requiere de apagar y encender de forma continua los distintos interruptores termomagnéticos (pastillas) los cuales son los que controlan cada uno de los circuitos identificados. Como era de esperarse la mayoría de los centros de carga no contaban con una descripción de que circuitos eran los que se controlaban, así mismo cada uno de estos tableros posee una hoja de identificación, que no se encontraba actualizado, por lo que se realizaron las labores necesarias para actualizar las cargas conectadas a cada uno de estos tableros y centros de carga del edificio.

En este edificio se requirió menos tiempo del programado para la realización de las actividades antes mencionadas, ya que fue más fácil realizar el conteo de carga por circuito dado que algunos laboratorios se encontraban disponibles en el turno vespertino.

Al Realizar estos trabajos, se observa que muchas computadoras se dejan encendidas, de la misma manera que el alumbrado y el equipo de aire acondicionado (en aulas y laboratorios). Lo que resulta un gasto innecesario de energía eléctrica.

Cuadros de carga de edificio b

Observaciones: En este edificio se realizaron ciertas pruebas donde se pudo percatar que las protecciones de los circuitos no son las correctas, debido a que las protecciones se encuentran sobradas dejando al circuito expuesto en caso de un corto circuito, la protección es demasiado grande e incapaz de detectar dicho suceso llegando posiblemente el corto circuito hasta el circuito principal, que es en este caso el I-Line. Dónde el elemento más indefenso del circuito sería el conductor o el aparato que se encuentra conectado al circuito, dando como resultado el daño en alguno de ellos, lo que sería indeseable.

Cuadros de carga de edificio c

Observaciones: Durante este estudio de carga se pudo comprobar que efectivamente los números no mienten, se tiene un desfase en cada uno de los tableros de forma muy considerable, también se pudo apreciar que algunos de estos centros de carga se encuentran sin espacios disponibles o saturados, se encuentran sobrecargados por lo consiguiente esto provoca que se tenga mayor número de carga en un solo tablero, mientras que otros se encuentran con gran cantidad de espacios disponibles, por lo tanto estos se encuentran libres de carga comparándolos con el resto de los demás tableros o centro de carga.

De la misma se comprobó que en algunos de los tableros no cuentan con el registro de que área controlan, estos poseen una hoja de referencia de los circuitos de su interior los cuales se encuentran distribuidos de forma específica para su funcionamiento.

Cuadro de carga de edificio e

Observaciones: Durante la estancia de trabajo de identificación de circuitos en dicho edificio, se enfrentó a un problema de etiquetado, debido a que la comunidad estudiantil retiró de un gran número de circuitos la etiqueta que identifica de manera específica cada uno de los circuitos debido a que estos se encuentran en ocasiones en distintas áreas de control donde se debe de buscar el tablero que lo controla dicho circuito; retrasando nuevamente el trabajo ya realizado, cuando se realizó la sumatoria de cargas de este edificio se comprobó que efectivamente se cuenta con un desbalanceo de carga, debido a que cierto número de circuitos se encuentran sobre cargados por alguna razón que se desconoce.

Cuando se realizó la identificación de circuitos de los equipos de aire acondicionado se pudo percatar que estos se encuentran desprotegidos debido a que no poseen fusibles para la protección de los mismos, ya que se encontraron en su lugar tubos de cobre que realizan la función de cierre de circuitos en cada uno de los interruptores de cuchilla, siendo su única protección la pastilla termomagnética que cada uno posee, pero que en realidad no es la adecuada para dicha carga donde varios de estos interruptores se calientan y zumban debido a la sobrecarga de corriente que controla.

19.7 Conclusiones

Se instalaron dispositivos de ahorro de energía como son sensores de presencia en los pasillos de los edificios docentes, ya que anteriormente se tenían prendidas las luces todo el día y en ocasiones durante la noche, por lo que fue importante esta actividad para un control automático de las luces en pasillos, posteriormente se utilizarán más dispositivos de estos para aulas, cubículos, áreas de oficinas, biblioteca, laboratorios y talleres, así como la instalación de filtros para mejorar la calidad de la energía, logrando con esto eliminar el calentamiento de los cables conductores y tener mayor tiempo de vida en luminarias y equipos por posibles fallas en el suministro de energía eléctrica. También se realizó un programa de difusión de ahorro de energía para toda la comunidad universitaria donde participaron alumnos, académicos y administrativos para apoyar en el ahorro de energía. Otro punto importante es continuar con el plan de trabajo para la certificación de ISO 14001 e ISO 50001, donde estamos realizando acciones para mitigar los efectos al ambiente causados por las actividades diarias de la universidad, como son aquellas del agua, aire y residuos y consumo de energía eléctrica. Con esto pretendemos lograr ser una institución que apuesta por la sustentabilidad y ser un ejemplo en el ámbito educativo ambiental en universidades de educación tecnológica y superior a nivel local, estatal y nacional. Actualmente seguimos trabajando en este modelo de Universidad Sustentable y creemos firmemente estar trabajando con actividades fundamentales para lograr esta meta y aportar al bien del medio ambiente, minimizando nuestro impacto. Destino de los recursos.-Se compró un analizador de redes trifásico para el diagnóstico energético en la universidad. El analizador de redes trifásico es esencial para lograr los objetivos del proyecto, ya que medir las tres fases identifica claramente como circula la energía en cada una de ellas. Esto debido a que no se contaba con la identificación de los circuitos de los tableros eléctricos en los edificios de la universidad y su distribución. Esto permite Identificar claramente cada uno de los tableros y la circulación de energía eléctrica en cada una de las fases durante todo el día, para realizar un registro de consumo de energía en cada uno de los tableros eléctricos. En la institución no se tenían los planos eléctricos de las instalaciones y por tal motivo no se podía reconocer claramente la distribución eléctrica, por tal motivo esta actividad fue esencial para conocer la situación en la que se encuentra toda la universidad en el ámbito eléctrico y de ahí partir a realizar mediciones reales en cada circuito. Con el analizador de redes trifásico se realizó la medición de la carga real instalada en la universidad, para identificar los parámetros que se salgan del estándar.

Así como en algunos equipos se requirió utilizar el amperímetro de gancho para tener una medición precisa de cada carga eléctrica, el cual tiene la facilidad de medir tanto en Corriente Alterna como corriente Directa.

Se realizó la propuesta de instalación de un sistema fotovoltaico interconectado a la red, pretendiendo cubrir al 100% el consumo de energía del edificio de usos múltiples durante el día, por lo que se pretende lograr este objetivo inicial por etapas, siendo la primera etapa la instalación de 6 MÓDULOS FOTOVOLTAICOS POLICRISTALINO. Esta primera etapa está cubierta al 100% y concluida, por lo que las siguientes etapas de este proyecto es cubrir las necesidades totales de energía durante el día del edificio de usos múltiples de la universidad. Esto permitirá que un edificio sea abastecido para después tratar de cubrir las necesidades de energía en todas las instalaciones de la universidad y lograr la sostenibilidad energética institucional, siendo un ejemplo a nivel local, estatal y nacional. Para esto es necesario continuar trabajando con el cuerpo académico tratando de consolidarlo y continuar con investigaciones para la mitigación de efectos al medio ambiente por las actividades diarias de la universidad.

19.8 Referencias

Aristov YuI, T. M., Cacciola G, Restuccia G. (1996). Selective water sorbents for multiple applications. CaCl₂ confined in mesopores of silica gel: sorption properties. . *Reaction Kinetics and Catalysis Letters*, 59(2), 325-333.

ASHRAE. (1989). American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers fundamentals. Atlanta, Georgia.

CONABIO (Cartographer). (2010). Tipos de climas en México. Retrieved from <http://mapserver.inegi.gob.mx/geografia/espanol/datosgeogra/climas/climas.cfm>

GCEP. (2011). Global climate and energy project Retrieved 12 de Junio, 2012, from <http://gcep.stanford.edu>

Ge TS, L. Y., Wang RZ, Dai YJ. (2008). A review of the mathematical models for predicting rotary desiccant wheel. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 12(6), 1485–1528.

IEA. (2004, 2006 y 2008). World energy outlook. Paris, France: International Energy Agency.

IPCC. Special report on safeguarding the ozone layer and the global climate system: Intergovernmental Panel on Climate Change.

TRNSYS. (2005). TRNSYS Simulation Studio (Version 16.00.0037).