

BASES DE TRABAJO, ACCIONES Y MEDICIÓN DE RESULTADOS EN LO SUSCRITO AL DESARROLLO SUSTENTABLE

J. L. Arizpe Islas
Profesor de la Facultad de Ingeniería
Mecánica y Eléctrica de la UANL,
jorge.arizpei@uanl.mx

MC. Adolfo López Escamilla
Coordinador del Departamento de Máquinas
Eléctricas de la Facultad de Ingeniería
Mecánica y Eléctrica de la UANL,
adolfo.lescammilla@hotmail.com

MC. Santiago Neira Rosales
Coordinador de la División de Ciencias
Básicas de la Facultad de Ingeniería
Mecánica y Eléctrica de la UANL,
sneira2003@yahoo.com.mx

RESUMEN

Con el propósito de conocer cuáles han sido los resultados de las acciones para la Sustentabilidad que se han realizado en las Universidades de la UANL y contar con los elementos necesarios para el rediseño de los programas de mejora, se llevaron a cabo los diagnósticos energéticos para promover una nueva era de responsabilidad social en el área de Desarrollo Sustentable. Mediante los Diagnósticos Energéticos en las Escuelas Preparatorias y en las Facultades de una Institución o Empresa, se pretende socializar un sistema de contabilidad, reporte y evaluación de desempeño ambiental en el marco de responsabilidad social.

Una vez establecida la línea base e identificado, clasificado y tipificado el estado actual de la Institución se llevaron a cabo reportes de diagnóstico energético que permitieron sugerir acciones para disminuir el impacto sobre el medio ambiente por el uso de energía eléctrica, agua y gas.

Finalmente, lo que se busca es tener una evaluación no solo cualitativa sino que también sea cuantitativa del desempeño “ambiental” en el marco de responsabilidad social.

Palabras clave: *Desarrollo Sustentable, Diagnósticos Energéticos Tipo I.*

INTRODUCCIÓN

UNIVERSIDAD SUSTENTABLE

Es evidente, que el consumo promedio del ser humano y de acuerdo a su poder adquisitivo muestra tendencias crecientes en todos los órdenes, sobre todo en los países desarrollados e incluso en aquellos en vías de desarrollo. Por lo que, fluye más energía y materiales hoy que algunas décadas atrás, por lo que no es factible un buen auguro para un futuro próximo, cuando la tendencia de este consumo sigue en incremento.

Considerando el inminente incremento en la matrícula en las universidades, y su respectivo aumento en infraestructura; áreas ocupadas por inmuebles, vialidad, recreación, etc., así como, mayores requerimientos energéticos, tales como: electricidad, combustibles para el transporte y mayor volumen de agua necesaria para riego y para consumo humano, las Universidades y Preparatorias de México en general, deben contribuir a que la huella ecológica de su ciudad disminuya y se amplíen o mejoren la capacidad de renovación en los ecosistemas. Cabe mencionar que el concepto de “huella ecológica”, indica el impacto ambiental generado por la demanda humana sobre los ecosistemas¹.

Para ejemplificar el concepto de “huella ecológica”, observe la Figura 1, considere una ciudad cubierta con un domo, cuya composición permita la refracción de la luz e impida que determinados gases, inherentes de la atmósfera planetaria, retengan parte de la energía que la superficie planetaria emite por haber sido calentada por la radiación estelar. La superficie del domo deberá ser tal que asegure a la ciudad su aprovisionamiento de energía, agua, alimentos, etc.

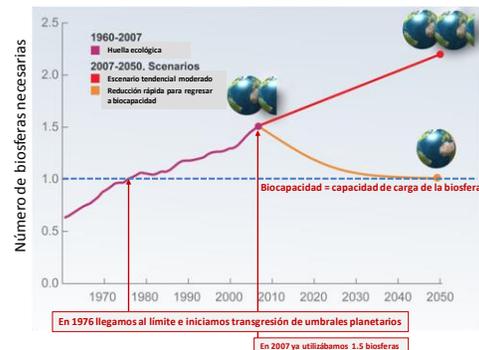


Figura 1. Huella Ecológica Mundial.²

De la misma manera, todos los gases de efecto invernadero (GEI)³, tales como;

- ✓ agua (H₂O),
- ✓ dióxido de carbono (CO₂),

RVP-AI/2014 - GIN-02 PONENCIA RECOMENDADA
POR EL **COMITÉ DE GERENCIA DE INGENIERIA DEL
CAPITULO DE POTENCIA DEL IEEE SECCION
MEXICO** Y PRESENTADA EN LA REUNION
INTERNACIONAL DE VERANO, RVP-AI/2014,
ACAPULCO GRO., DEL 20 AL 26 DE JULIO DEL 2014.

¹<http://www.footprintnetwork.org>

²http://www.footprintnetwork.org/es/index.php/GFN/page/world_footprint/

³<http://www.maweb.org/es/index.aspx>

- ✓ metano (CH₄),
- ✓ óxido de nitrógeno (N₂O),
- ✓ ozono (O₃) y
- ✓ compuestos clorofluorocarbonados (CFC)

deberán ser contenidos dentro del domo y regulados mediante la acción de la vegetación, para evitar la concentración de estos gases.

Por lo que, la “huella ecológica” se debe entender como la superficie que se requiere, que dicho sea de paso será decenas o cientos de veces superior a la de la propia ciudad⁴, para asegurar su mantenimiento.

Al aplicar éste concepto a las principales ciudades en el mundo, los domos se sobre-pondrán los unos con otros, por lo que, la superficie necesaria para su supervivencia sería la misma para dos o más ciudades. Esto se explica en la Declaración del Consejo de la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (EMA)⁵. Es decir, solo se debería “gastar” lo que se “tiene”. Sin embargo, la huella ecológica, sin importar que tan grande sea la metrópoli, rebasa la capacidad de renovación de los recursos naturales, o dicho de otra forma, se ha excedido la biocapacidad de la biosfera, ver Figura 1.

Es de todos conocido que la totalidad de la energía y materiales que utiliza el ser humano para obtener algún tipo de bienestar, provienen de los ecosistemas, es decir, de los recursos naturales finitos y de las capacidades de los ecosistemas de la Tierra, y que dicho sea de paso, también digieren los desechos. Algunos de los servicios ambientales de los ecosistemas⁶ son:

- ✓ Producción de alimentos y disponibilidad de agua,
- ✓ Construcción de infraestructura habitacional,
- ✓ Producción de bienes y servicios,
- ✓ Transporte, etc.

De ésta forma, la mejora en el desempeño ambiental de las Universidades de México se vuelve imprescindible si realmente se desea reducir la huella ecológica en todas las ciudades y que no se vuelva un inconveniente o amenaza para el bien estar de las generaciones futuras. Por lo que, es de

⁴ Carl Folke, Asa Jansson, Jonas Larsson & Robert Costanza. 1997. Ecosystem Appropriation by Cities. *Ambio* Vol. 26, N° 3, May 1997. Royal Swedish Academy of Sciences, pp: 169-172.

⁵ MEA. 2005. *Estamos gastando más de lo que poseemos: capital natural y bienestar humano*. Declaración del Consejo de la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (*Millennium Ecosystem Assessment*).

⁶ Alfaro/Limon/Martinez/ Tijerina; Ambiente y sustentabilidad, 1ª edición, Gripo Editorial Patria, México 2011.

vital importancia el inculcar y socializar la cultura del Desarrollo Sustentable de las ciudades a través de las acciones realizadas en las Universidades y escuelas Preparatorias del País y el Mundo.

Universidades en el Marco de Responsabilidad Social

Los criterios de calidad, acreditaciones y certificaciones internacionales consideran la responsabilidad social y el Desarrollo Sustentable como piedras angulares en el buen desempeño de sus labores⁷. Así mismo, la norma AA1000⁸, de la guía G3/GRI⁹, de los principios del Pacto mundial de las Naciones Unidas¹⁰.

En la ISO 26000 2010 se consideran siete rubros indispensables en el cumplimiento de la responsabilidad social:

- ✓ gobernabilidad
- ✓ derechos humanos
- ✓ prácticas laborales
- ✓ medio ambiente
- ✓ prácticas de operación
- ✓ derechos del consumidor o destinatario del servicio
- ✓ y derechos de la comunidad.
- ✓

BASES DE TRABAJO Y REQUERIMIENTOS ENERGÉTICOS

Como se mencionó anteriormente, prácticamente en todo el mundo, el consumo promedio por persona se incrementa en todos los sentidos, y evidentemente éste incremento se ha logrado a costa de la sobre explotación de los recursos naturales, esto es, a base de un uso no sostenible de los mismos y por lo que se tiene clara degradación en los ecosistemas.

⁷ UI GreenMetric World University Ranking, <http://greenmetric.ui.ac.id/>

⁸ ONG «AccountAbility»: <http://www.accountability21.net/>

⁹ Elaboración de reportes «Global Reporting Initiative»: <http://www.globalreporting.org/>

¹⁰ <http://www.unglobalcompact.org/Languages/spanish.html>



Figura 2. Relaciones entre la demanda Humana y Ecosistemas¹¹

Es fácil vaticinar que éste flujo seguirá incrementándose en el futuro próximo, por lo que debemos esperar un subsecuente impacto ambiental. De ésta forma, el incremento en el flujo de energía, agua y materiales per cápita acrecientan la huella ecológica de las poblaciones en el mundo, y las Universidades no son la excepción a la regla.

Básicamente, las necesidades de la sociedad implican un futuro incremento en la matrícula de las Universidades y Escuelas Preparatorias, y esto a su vez involucra un cambio en el uso de suelo, para el incremento de áreas construidas, inmuebles, vialidad, estacionamientos, áreas deportivas, etc., asociado a un mayor requerimiento energético, y de agua, así como de insumos; tal como los materiales escolares, ver Figura 2. Teniendo en cuenta que las Universidades deben predicar con el ejemplo, se espera una mejora en el desempeño ambiental además de apoyar el desarrollo de la cultura de la sustentabilidad ambiental.

Finalmente, es indispensable e impostergable medir los resultados de todas aquellas acciones de las Universidades en pro del abatimiento de la huella ecológica, ya que de continuar con esta marcada tendencia se pone en peligro inminente a las futuras generaciones por escasez de agua, alimentos y servicios ambientales de los ecosistemas.

ACCIONES: Medición de Energéticos

Los requerimientos energéticos (energía eléctrica, gas y agua) se pueden contabilizar en términos de consumo y gasto, mediante la recopilación de datos históricos revelados por los recibos correspondientes a las cuentas de electricidad, gas y agua en Escuelas Preparatorias y campus universitarios.

Además, se puede disponer de la matrícula de cada dependencia con la finalidad de poder determinar la correlación entre tasa de crecimiento poblacional de la institución y el incremento de estos insumos, así como del crecimiento de la infraestructura.

Un indicador general, que contribuya a la estimación de la huella de carbono, necesario para indicar estos incrementos, es un reporte que indique las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) por uso directo de energía eléctrica, y uso indirecto de la misma como el bombeo de agua, fabricación de inmuebles, etc. El cual se realiza a través de los datos proporcionados por los recibos correspondientes a las cuentas de electricidad

Para esto es necesario, la participación de todo el personal administrativo, docente y no docente, para que ayuden a determinar cuales son sus requerimientos energéticos (electricidad, gas, agua) y también la generación de residuos y que comprendan la importancia de traducir estos resultados en términos de GEI.

Partiendo del supuesto de que todas las Escuelas Preparatorias de la Universidad cuentan con medidores de electricidad, agua y gas, es posible determinar cuales son las “entradas” de energía y las “salidas”.

De forma complementaria se lleva a cabo un registro de las lecturas en los medidores, la cuales se realizan mediante recorridos quincenales organizados, de tal forma que se revisen las cuentas de energía eléctrica, agua y gas en las diferentes áreas.

Áreas con medición completa

Son aquellas que tienen medidores de carácter normativo y muy probablemente se puedan centralizar las lecturas en una computadora o servidor maestro, para consulta general. Éstas deberán ser plenamente identificadas teniendo libre acceso a ellas, ver Tabla 1.

Tabla 1. Resumen de Mediciones Completas

¹¹ Tomado de: Evaluación de los Ecosistemas del Milenio(MEA), 2005. Estamos gastando más de lo que poseemos. Capital natural y bienestar humano.Declaración del Consejo.
<http://www.maweb.org/es/index.aspx>

	Locales	Foráneas
Preparatorias	24	15
Facultades	13	14

Áreas con medición parcial.

Estas son áreas que tienen medidores de distintos tipos y de los cuales algunos de ellos se pueden adaptar a una medición centralizada. En la Tabla 2, se presenta un ejemplo de cómo identificar los medidores de una instalación en general para después llevar una bitácora de consumos.

Tabla 2. Medición parcial en una Escuela Preparatoria Típica

DEPENDENCIA	MEDIDORES				
	ENERGÍA ELÉCTRICA	AGUA		GAS	
	Nº de serie	Nº de serie	UBICACIÓN	UBICACIÓN	Nº de serie
Preparatoria	681-1011 (800A)	1528	Instituto	Cafetería	4880241
	665-1011 (1600A)	1558	Taller		
	665-1014 (1600A)	221	Cafetería		
	665-1015 (1600A)	271	Biología (Esquina Sur)		
	681-1018 (800 A)		Canchas de juego		

Análisis de recibos de energía eléctrica para la corrección del bajo factor de potencia

En esta sección, presenta una breve descripción del proyecto de corrección del factor de potencia (FP) en las dependencias de la UANL.

La corrección del factor de potencia es de suma importancia, debido a los altos costos de operación asociados. Esto es una motivación importante, por lo que en este proyecto se presenta la implementación de una metodología apropiada para la solución de éste problema.

En base a los recibos de energía eléctrica de las dependencias de la UANL que cuentan con medidor de la CFE se desarrollaron una serie de análisis y cálculos para cuantificar el equipo necesario para la corrección del factor de potencia en las dependencias que fuera necesario, ver Tabla 3.

A continuación se describe la metodología que se siguió, para la corrección del bajo FP:

- ✓ Detección de las unidades con problema,
- ✓ análisis,
- ✓ cálculo,
- ✓ estimación de costos,
- ✓ compra de materiales,
- ✓ armado de bancos de capacitores,
- ✓ instalación de sistema automático de detección de falla,
- ✓ estudio de factibilidad,

- ✓ instalación de equipo, con el sistema energizado,
- ✓ supervisión, y
- ✓ seguimiento.

El material requerido fue suministrado a través del Ing. Félix González Estrada, quien además es el responsable de este proyecto desde hace más de diez años. Este proyecto contempla la corrección del factor de potencia en treinta y ocho unidades de la UANL, que significa un ahorro de \$743,319.19 M.N. por año, en la Figura 3, se muestran algunas de estas dependencias.

Al reducir o eliminar el problema del bajo factor de potencia no solo se reducen los costos de operación sino que también se evitan los efectos indeseables en los sistemas eléctricos, ya que la potencia reactiva ocasiona una reducción de la vida útil de los equipos eléctricos.

Tabla 3. Dependencias ordenadas de acuerdo su prioridad.

No.	Numero de Servicio	Dependencia
1	999 98 10 04	Fac de Me
2	4 15 03 10 11	Prepa 1.Á
3	999 94 10 23	Biblioteca
4	999 06 07 68	Circuito B
5	999 07 10 65	Campus A
6	4 15 00 00 08	Prepa. Álv
7	999 85 00 25	CIR CUITO
8	4 17 02 09 01	Prepa. 9 T
9	4 15 04 09 85	Prepa 15 F
10	4 15 03 00 96	Centro De
11	999 02 10 69	Fac. de Me
12	4 15 05 08 01	Prepa. 22.
13	999 99 08 19	Fac. de Psi
14	999 85 00 62	UANL SEC
15	999 00 09 26	Ciudad Un
16	372 85 00 26	Prepa. 18
17	4 17 01 10 56	Prepa. 24.
18	999 11 10 68	Prepa 2 01
19	396 05 08 25	Prepa. Álv
20	4 14 85 07 30	Agro, Villa
21	4 15 02 10 91	Prepa 15 A
22	999 03 10 43	Prepa. 16
23	4 14 85 07 30	Fac. Agro.
24	999 02 10 47	Prepa 3 M
25	395 00 00 48	Fac. de Ge

Así mismo, es importante implementar un sistema de detección automática de fallas, no descrito en este documento, que cuenta con una eficiencia del sesenta y seis por ciento, lo cual representa una detección casi inmediata de la falla, permitiendo en la gran mayoría de los casos el restablecimiento del banco de capacitores un setenta y cinco por ciento más rápido.

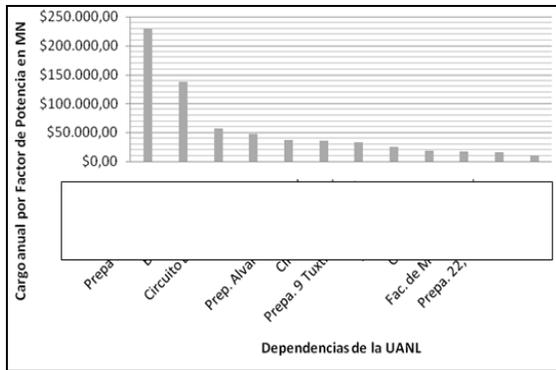


Fig. 3. Carga anual en doce Dependencias de la UANL de un total treinta y ocho.

Finalmente, cabe mencionar que el costo aproximado por KVAR es de \$300.00 M. N., y en el caso de estas cinco dependencias esto equivale a menos del veintitrés por ciento del cago por bajo factor de potencia, ver Figura 4.

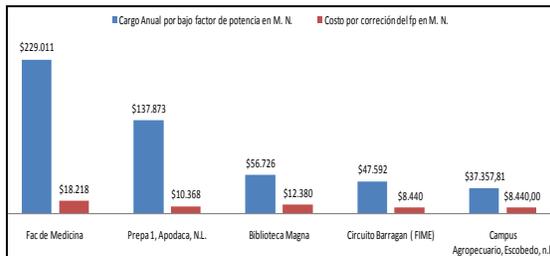


Fig 4. Comparativa de Costo de operación e inversión

Diagnósticos Energéticos

Además de lo descrito previamente y para conocer cuáles han sido las acciones para la sustentabilidad que se están realizando en las Escuelas Preparatorias de la UANL y contar con los elementos necesarios para diseñar programas de mejora, se llevaron a cabo los diagnósticos energético e hidráulico.

A continuación, se presenta una breve descripción de éstos diagnósticos. En el diagnostico energético se pretende establecer una línea base del inmueble resaltando la estructura y materiales de construcción, operación y características particulares del equipo instalado, hábitos de uso y mantenimiento del equipo.

En éste sentido, se buscan áreas de oportunidad en el uso eficiente de energía eléctrica documentando las no conformidades, tales como:

- ✓ administración de la demanda eléctrica,
- ✓ estrategias de operación del equipo de aire acondicionado,
- ✓ tipo de tecnología instalada,
- ✓ ubicación y estado físico del equipo,

- ✓ rendimiento energético del equipo de iluminación y equipo de aire acondicionado,
- ✓ densidad de carga en iluminación,
- ✓ niveles de iluminación con un alto rendimiento visual;
- ✓ posibilidad de sustitución de equipos de baja eficiencia por otros de alta eficiencia,
- ✓ uso de detectores de presencia, temporizadores y automatización de equipos en general,
- ✓ rendimiento energético del equipo en general, mediante la corrección del factor de potencia, descrito anteriormente,
- ✓ tiempo de uso y tipo de mantenimiento que tenga el equipo,
- ✓ balanceo de cargas eléctricas, etc.

Esto con la finalidad de evaluar la vialidad de acciones correctivas a realizar.

En el diagnostico hidráulico, se establecerán las características de la red hidráulica, materiales utilizados, características y operación del equipo instalado, hábitos de uso y mantenimiento del equipo en general.

Además de tomar en cuenta otros aspectos, para documentar las no conformidades, tales como:

- ✓ horario para el riego de áreas verdes,
- ✓ equipo utilizado para el riego de áreas verdes,
- ✓ aplicación de un buen programa de mantenimiento,
- ✓ utilización de sanitarios y mingitorios con mejor rendimiento hidráulico,
- ✓ utilización de dispositivos adicionales que mejoren el rendimiento del equipo,
- ✓ sustitución de equipos hidroneumáticos por equipos de mayor rendimiento,
- ✓ tiempo de uso y tipo de mantenimiento que tenga el equipo,
- ✓ canalización de agua condensada por equipos de aire acondicionado, etc.

Lo anteriormente mencionado es con la finalidad de evaluar la vialidad de acciones correctivas a realizar.

De esta forma es como se han realizado más de 70 diagnósticos energéticos para determinar el estado de los sistemas de iluminación y climatización utilizados, así como los diagnósticos hidráulicos en los siguientes inmuebles:

- ✓ 29 Escuelas Preparatorias,
- ✓ 26 Facultades (32 unidades en total),

- ✓ 8 Escuelas Ind. y Preparatorias Técnicas,
- ✓ Etc.

Sin embargo, todo parece indicar que estamos predispuestos a incrementar la matrícula en un futuro próximo lo que vuelve a la tendencia del consumo de energía eléctrica a la alza.

Empero, al modificar los patrones de conducta y hábitos de consumo en los estudiantes, así como poner más atención en la adquisición de equipo de alta eficiencia energética, el uso de aislamiento en inmuebles, esta tendencia podrá mejorarse. De ésta forma no solo se tendrá una disminución en los gastos asociados a la energía eléctrica sino que también se reducirá su huella de carbono.

Tipos de Diagnósticos Energéticos¹²

Los diagnósticos energéticos se pueden dividir en dos grandes grupos, en el primero de ellos es posible obtener un ahorro significativo en muy poco tiempo y prácticamente sin inversión. Éste diagnóstico deberá estar orientado a determinar cuales son las áreas de oportunidad de mayor impacto y donde se obtendrán ahorros potenciales con un bajo costo en la implementación de la solución y menor tiempo de respuesta para la obtención de esos ahorros.

Algunos de los parámetros a evaluar en este nivel son; la utilización de energía eléctrica en iluminación, climatización y aislamiento térmico, por mencionar algunos de los más sobresalientes.

Características del Diagnóstico Tipo I son:

- ✓ Inspección visual de la dependencia y/o utilizando herramienta general,
- ✓ Bajo costo o prácticamente sin inversión,
- ✓ Estimación aproximados de “ahorros”,
- ✓ Detección de áreas de oportunidad,
- ✓ Establecimiento de metas y objetivos generales y holísticos,
- ✓ Etc.

En el Diagnóstico Tipo II, se deberán alcanzar ahorros significativos aunque estos no serán a corto plazo, y algunas de las características de este son:

- ✓ Requerimiento detallado por dependencia de energéticos,
- ✓ Establecer metas y objetivos específicos,
- ✓ Inversión media y/o alta, así como determinación de pérdidas energéticas a detalle,
- ✓ Utilización de instrumentos y equipo especializado,
- ✓ Recursos Humanos y materiales,
- ✓ Justificación analítica de los proyectos.

Para realizar este segundo diagnóstico deberá contarse con información más específica, como la siguiente:

- ✓ Recibos de energía eléctrica de por lo menos los dos últimos años,
- ✓ Inventario a detalle del equipo instalado,
- ✓ Patrón de hábitos de estudio (registro en bitácora semanal, quincenal, mensual, etc.),
- ✓ Localización geográfica de la dependencia,
- ✓ Infraestructura y distribución de áreas,
- ✓ Horario de trabajo,
- ✓ Etc.

Luminarios y lámparas

Con el propósito de hacer un buen uso de la electricidad, en cuanto a iluminación se refiere, equipar con dispositivos de iluminación de alta eficiencia energética en el cien por ciento de las dependencias de la UANL es un factor muy importante. En éste rubro se pretende determinar mediante un diagnóstico energético del Tipo I el estado de los luminarios y las lámparas instaladas, esto es, las condiciones generales del equipo de iluminación.

También, se debe tomar nota de la potencia de las lámparas, el tipo y la distribución de las luminarias, los niveles de iluminación, el tiempo de operación y encendido, tomando nota de las posibles fuentes de aportación de luz natural, ver Tabla 4.

Así es como se determina que una Universidad, en su conjunto, puede estar equipada con decenas de miles de luminarias, incluidas todas las áreas administrativas y deportivas.

¹² Desarrollo Sustentable e Indicadores de Sustentabilidad en las Universidades Reunión Internacional de Verano de Potencia y Aplicaciones Industriales (RVP-AI/2013-EDU-06); ISBN 978-607-956-304-2, Arizpe Islas, González Estrada, Neira Rosales.

Tabla 4. Características típicas de la iluminación en una dependencia¹³.

Ubicación	Unidades	Watts	Tipo	Iluminación
Oficina Consejo Académico	1	4x32	T8	Satisfactoria
Oficina Mantenimiento	1	4x32	T8	Excesiva
Oficina Recursos Humanos	1	4x32	T8	Excesiva
Tutorías y Psicología	1	4x32	T8	Excesiva
Sala de maestros	4	3x32	T8	Excesiva
Comedor de maestros	1	3x32	T8	Satisfactoria
Of. Sala de maestros	1	3x32	T8	Satisfactoria
Prefectura	2	3x32	T8	Excesiva
Sala de investigación	6	2x39	T12	Excesiva
Baños Hombres	2	4x32	T8	Excesiva
Baños Mujeres	2	4x32	T8	Excesiva
Bodega	1	100	Incandescente	Insuficiente

Esta estimación está fundamentada en los diagnósticos eléctricos ya realizados de Tipo I, que totalizan las luminarias; de las cuales el un porcentaje serán ahorradoras y otro por ciento no, lo cual constituye otro dato de línea base para contabilizar y reportar mejoras en el futuro, ver Tabla 5.

Tabla 5. Total de lámparas de baja eficiencia.

Dependencia	T12	Dicroicas	Incandescentes	HID
Preparatoria	8854	140	150	286
Facultades	6437	743	267	1406
Total	15291	883	417	1692

MEDICIÓN DE RESULTADOS

Al implementar las recomendaciones que se sugieren después de elaborar y analizar el Diagnóstico Energético Tipo I es factible el desarrollo económico de la dependencia, de tal forma que se justifique la asignación de aquellos recursos que permitan fortalecer las capacidades de la dependencia e incrementar el apoyo para la adquisición de equipo de mayor eficiencia.

Algunas de estas recomendaciones son:

- ✓ Organizar horarios de trabajo para evitar mantener encendidos todo el día los equipos de aire acondicionado, computación e iluminación,
- ✓ Apagar equipo de aire acondicionado y luminarias al abandonar aulas de clase, cubículos u oficinas,
- ✓ Prescindir de la iluminación artificial y aprovechar la natural en las instalaciones

cuya ubicación y amplios ventanales así lo permitan,

- ✓ Seleccionar temperaturas en los sistemas de climatización artificial de tal forma que en verano sea 24 grados y en invierno 18 grados,
- ✓ No conectar más de un aparato a cada toma eléctrica de pared, a fin de evitar sobrecarga en la instalación,
- ✓ Corrección del factor de potencia,
- ✓ Automatización de iluminación y sistemas de climatización en aulas,
- ✓ Revisión de equipos de aire acondicionado,
- ✓ Diseño de estrategias de operación para la reducción de requerimientos de energía eléctrica,
- ✓ Instalación de medidores de energía eléctrica en cafeterías, para determinar sus requerimientos energéticos, etc.

Así mismo, están las recomendaciones en base a la sustitución o ajuste de equipos para mejorar la eficiencia energética, tales como:

- ✓ Sustituir equipos de baja eficiencia por otros de alta eficiencia;
- ✓ Utilizar detectores de presencia, temporizadores y automatización de equipos en general;
- ✓ Instalar detectores de presencia tipo infrarrojo (IR) en salas de juntas y baños;
- ✓ Sustituir las lámparas fluorescentes tipo T12 cuando concluyan su vida útil por lámparas tipo T8 de 4100°K y con un IRC de 85.
- ✓ Etc.

Con estas y otras acciones es posible reducir al menos un 15% en el consumo eléctrico mensual, comparado con el consumo del mismo mes del año anterior, tal y como se muestra en la Figura 5.

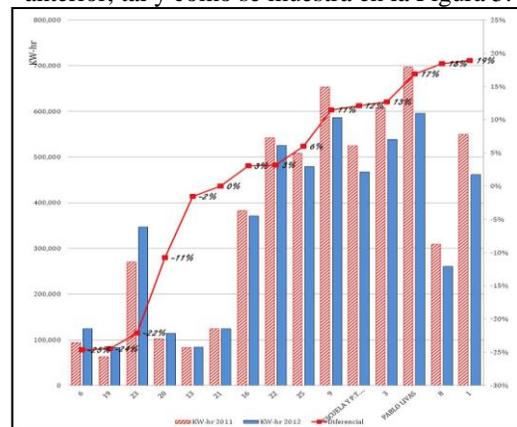


Fig. 5. Historial Energético de una Preparatoria. En la Figura 5, se puede observar un “ahorro energético” real de por lo menos un tres por ciento

¹³ NOM 025- STPS-2008

hasta un 19%, lo cual representa un costo menor de operación.

En la Figura 6, se muestra el seguimiento de las lecturas tomadas del medidor de electricidad así como el costo de operación durante un periodo de dos años de Dependencia.

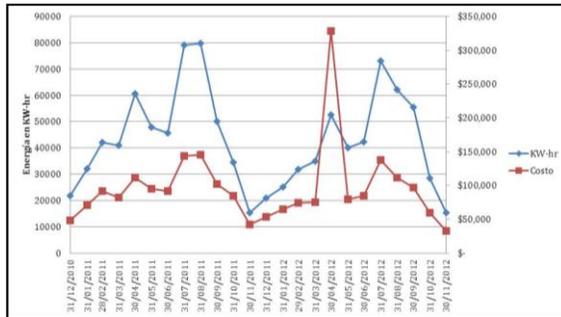


Fig. 6. Historial Energético y Costo de Operación de una Preparatoria.

Sin embargo, esto es necesario pero no suficiente, ya que se deberá contar con un plan de seguimiento y reevaluación, es decir, una vez entregado el reporte semestral de desempeño, un organismo externo deberá evaluar los avances anuales en el cumplimiento de las recomendaciones y revisará si existen nuevas ventanas de oportunidad.

CONCLUSIONES

Es indispensable realizar reportes de los diagnósticos de carga eléctrica e hidráulica de las escuelas preparatorias y facultades, ya que al finalizar estos diagnósticos se podrá disponer de una línea base, respecto de la cual es posible contabilizar y reportar avances en la aplicación de las recomendaciones y lineamientos técnicos en materia de uso eficiente de la energía eléctrica, gas y agua.

En base a levantamiento energético es posible identificar aquellas cargas eléctricas que demandan mas energía, la cual típicamente es el equipo de refrigeración, y así es posible implementar alguna acción correctiva.

También, el nivel de iluminación puede ser evaluado y clasificado como satisfactorio o no, en este ultimo se encuentran dos niveles más que son el excesivo y el insuficiente, para esto se deberá contar con los datos de la Tabla 4 y compararlos con la Norma Oficial Mexicana NOM 025...¹⁴ que recomienda un mínimo de 300lux para aulas de

¹⁴ NOM 025- STPS-2008

clase y así poder recomendar un cambio de distribución, luminaria, lámpara o aprovechar mejor la aportaciones de luz natural. En este mismo rublo, pero desde la perspectiva energética se encuentra el DPEA¹⁵ que recomienda contar con un índice menor a los 16W/m² en las áreas iluminadas por luz artificial.

Finalmente, otro indicador que se puede evaluar es el consumo promedio por estudiante que en general se mantiene en un valor cercano a 1.65 kilowatt horas diarios.

Algunas de estas recomendaciones estarán ambientadas al fomento de la cultura ambiental¹⁶, tales como:

- ✓ Organizar horarios de trabajo para evitar mantener encendidos todo el día los equipos de aire acondicionado, computación e iluminación,
- ✓ Apagar equipos de aire acondicionados y luminarias al abandonar aulas de clase, cubículos u oficinas,
- ✓ Prescindir de la iluminación artificial y aprovechar la natural en las instalaciones cuya ubicación y amplios ventanales así lo permitan,
- ✓ Seleccionar temperaturas en los sistemas de climatización artificial de tal forma que en verano sea 24 grados y en invierno 18 grados,
- ✓ No conectar más de un aparato a cada toma eléctrica de pared, a fin de evitar sobrecarga en la instalación, etc.

Mientras que otras recomendaciones tendrán base en sustitución o ajuste de equipos para mejorar la eficiencia energética, tales como:

- ✓ Sustituir equipos de baja eficiencia por otros de alta eficiencia;
- ✓ Utilizar detectores de presencia, temporizadores y automatización de equipos en general;
- ✓ Instalar detectores de presencia tipo infrarrojo (IR) en salas de juntas y baños;
- ✓ Sustituir las lámparas fluorescentes tipo T12 cuando concluyan su vida útil por lámparas tipo T8 de 4100°K y con un IRC de 85, etc.

¹⁵ NOM 007- ENER-2004

¹⁶ Desarrollo Sustentable e Indicadores de Sustentabilidad en las Universidades; Arizpe Islas, González Estrada , Neira Rosales.

Con estas y otras acciones es posible reducir al menos un 15% en el consumo eléctrico mensual, comparado con el consumo del mismo mes del año anterior. Sin embargo, esto es necesario pero no suficiente, ya que se deberá contar con un plan de seguimiento y reevaluación, es decir, una vez entregado el reporte semestral de desempeño, un organismo externo deberá evaluar los avances en el cumplimiento de las recomendaciones y revisará si existen nuevas ventanas de oportunidad.

BIBLIOGRAFÍAS Y REFERENCIAS

- Millennium Ecosystem Assessment. (MEA), 2005. Estamos gastando más de lo que poseemos. Capital natural y bienestar humano. Declaración del Consejo.
- <http://www.maweb.org/es/index.aspx>
- Carl Folke, Asa Jansson, Jonas Larsson & Robert Costanza. 1997. Ecosystem Appropriation by Cities. *Ambio* Vol. 26, N° 3, May 1997. Royal Swedish Academy of Sciences, pp: 169-172.
- MEA. 2005. Estamos gastando más de lo que poseemos: capital natural y bienestar humano. Declaración del Consejo de la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio
- <http://www.footprintnetwork.org>
- UI GreenMetric World University Ranking, <http://greenmetric.ui.ac.id/>
- ONG «AccountAbility»: <http://www.accountability21.net/>
- Guía para la elaboración de reportes de la «Global Reporting Initiative»: <http://www.globalreporting.org/>
- <http://www.unglobalcompact.org/Languages/spanish.html>
- http://www.iso.org/iso/iso_catalogue/management_and_leadership_standards/social_responsibility/sr_iso26000_overview.htm
- Entidad Mexicana de Acreditación (EMA): <http://www.ema.org.mx/>
- Desarrollo Sustentable e Indicadores de Sustentabilidad en las Universidades (RVP-AI/2013-EDU-06); ISBN 978-607-956-304-2, Arizpe Islas, González Estrada, Neira Rosales.
- Alfaro/Limon/Martinez/ Tijerina; Ambiente y sustentabilidad, 1ª edición, Gripo Editorial Patria, México 2011.
- NORMA Oficial Mexicana NOM 007-ENER-2004, Eficiencia Energética en sistemas de alumbrado en edificios no residenciales.

- NORMA Oficial Mexicana NOM 025-STPS-2008, Condiciones de iluminación en centros de trabajo.

BIOGRAFÍAS

Jorge Luis Arizpe Islas,

Ingeniero Mecánico y Eléctricista de la UANL; Maestría en Sistemas Eléctricos de Potencia de la Autónoma de Nuevo León; Maestría en Educación Universitaria de la UN, jorge.arizpei@uanl.mx

MC. Adolfo López Escamilla,

Profesor de tiempo completo de la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica
 Coordinador del Departamento de Maquinas Eléctricas de la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica de la UANL. Ingeniero en Electrónica y Comunicaciones de la FIME, Maestro en Ciencias de la UANL.
adolfo.lescamilla@hotmail.com

MC. Santiago Neira Rosales,

Profesor de tiempo completo de la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica
 Coordinador de la División de Ciencias Básicas de la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica de la UANL. Lic. en Matemáticas (UANL), Maestría en Administración con especialidad en Investigación de Operaciones (UANL).
sneira2003@yahoo.com.mx