



USAID
DEL PUEBLO DE LOS ESTADOS
UNIDOS DE AMÉRICA

Guía general para la aplicación de medidas de eficiencia energética eléctrica y energía renovable en inmuebles del sector salud.

MEXICO LOW EMISSIONS DEVELOPMENT PROGRAM (MLED).
CONTRACT: AID-523-C-11-00001



FECHA

Este informe fue elaborado por Tetra Tech ES Inc. para la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional, USAID.

AVISO LEGAL

Las opiniones expresadas en esta publicación no reflejan necesariamente la opinión de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional ni la del Gobierno de los Estados Unidos.

www.mledprogram.org

Guía general para la aplicación de medidas de eficiencia energética eléctrica y energía renovable en inmuebles del sector salud.

La presente guía fue elaborada por el Ing. Moisés Angel Lino Linares, bajo la supervisión del Ing. Rogelio Avendaño de Tetra Tech ES Inc, en el marco del Programa para el Desarrollo Bajo en Emisiones de México (MLED), patrocinado por la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID), bajo el contrato “AID-523-C-11-00001” implementado por Tetra Tech ES Inc.

Para mayor información, por favor contacte a: info@mledprogram.org

www.mledprogram.org

Guía general para la aplicación de medidas de eficiencia energética eléctrica y energía renovable en inmuebles del sector salud.

Tabla de contenido

I. Introducción	5
II. Antecedentes.....	7
III. Objetivo y Alcance.....	7
IV.- Descripción de las condiciones generales de operación en los hospitales.....	8
V. Resumen de las mejores prácticas en ahorro de energía en los hospitales	10
VI. Instalación y Calidad de la Energía Eléctrica	14
VI.1 Preservación de la instalación eléctrica.....	14
VI.2 Calidad de la energía	16
VII. Sistema de Iluminación Interior y Alumbrado Exterior.....	20
VII.1 Selección y seccionamiento de circuitos por tipo de área (pasillos, sala de espera, consultorios, laboratorios, etc).....	22
VII.2 Monitoreo, control y automatización del sistema de iluminación	24
VII. 3 Sustitución a nuevas tecnologías	27
VIII. Sistema de Aire Comprimido.....	31
VIII.1 Programa para la reparación de fugas de aire comprimido	32
VIII.2 Instalación de tanque pulmón	34
VIII.3 Sustitución de compresor de aire ineficiente por un compresor de mayor eficiencia y con recuperación de calor	36
IX. Sistema de Fuerza y equipos impulsados.....	38
IX.1 Cambio de motor estándar por motor Premium o de alta eficiencia	38
IX.2 Instalación de variadores de frecuencia	39
IX.3 Sustitución de bombas centrífugas que tengan una operación de baja eficiencia, por bombas que operen a una mayor eficiencia.	41
IX.4 Otras medidas complementarias	42
X. Sistema de Acondicionamiento de Aire y Refrigeración	42
X.1 Reparación del aislamiento de la tubería del agua helada.....	43

X.2 Reducción de la ganancia térmica mediante la instalación de ventanas eficientes y puertas de acceso de cristal.	47
X.3 Mantenimiento, correcta operación y reducción de la carga térmica de la unidad condensadora para un mejor desempeño	49
X.4 Otras medidas complementarias	56
XI. Sistemas de Energía Limpia	58
XI.1 Sistema fotovoltaico.....	58
XI.2 Cogeneración	60
VIII. Bibliografía.....	63
Anexo I. Normatividades a Cumplir por los Hospitales en México.....	65
Anexo II. Lista de empresas con sello FIDE.....	79

I. Introducción

En los hospitales se brindan una amplia gama de servicios de salud¹ los cuales, de acuerdo a la naturaleza de los mismos, requieren para su funcionamiento de un sinnúmero de instalaciones, tales como las eléctricas, sanitarias, de aire acondicionado, suministro de gases medicinales, sistema de vapor, entre otros usos. Esta variedad de instalaciones hace que se consuma una importante cantidad de energía (eléctrica y combustible). Dicho consumo dependerá de la energía demandada por la intensidad² de las actividades del hospital, las condiciones del entorno, así como del rendimiento³ de la instalación.

A la par, por las propias necesidades inherentes de la actividad hospitalaria, las instalaciones tienen que proyectarse con mayor cuidado que otras, ya que éste tipo de inmuebles debe de cumplir con ciertas normas sanitarias que son muy rigurosas. Por ello, éstas tienen un tratamiento especial desde la etapa del diseño, la fase de construcción, la operación y su mantenimiento, toda vez que el objetivo fundamental de una instalación en éste tipo de inmuebles debe ser altamente confiable en su operación cotidiana. Por tal motivo, es fundamental el reducir al mínimo los fallos en la prestación del servicio, ya que un desperfecto o intermitencia de un servicio vital como puede ser el suministro de oxígeno o la interrupción de la energía eléctrica durante una operación, puede costar la vida de las personas que ahí se atienden. Por lo que se hace imprescindible que se esté en la posibilidad de que estas instalaciones y los servicios que prestan operen día y noche sin interrupción⁴. En términos generales, los servicios que prestan las instalaciones hospitalarias deben de ser condiciones de eficiencia, calidad, confiabilidad, continuidad, seguridad y sustentabilidad.

Otro factor relevante que se debe de tomar en consideración en lo relacionado a la confiabilidad de la operación en las instalaciones hospitalarias mexicanas, es que en el país así como muchos otros, presenta una alta vulnerabilidad en sufrir desastres naturales, esto debido a que por la ubicación geográfica que México tiene, se encuentra en una zona tanto de riesgos geológicos (sismos, tsunamis, erupciones volcánicas), hidrometeorológicos (tormentas, heladas, inundaciones, sequías, etc.) y químicos (incendios forestales, procedencia antropogénica). Por tal motivo, en enero de 2005, 158 países, entre ellos México, se comprometieron ante la Organización de las Naciones Unidas a adoptar la iniciativa “Hospital Seguro” frente a desastres, durante la Conferencia Mundial sobre Reducción de Desastres, celebrada en Kobe, Japón.

¹ Consultas (externas e internas), sala de urgencias, quirófanos, laboratorios, cocina, lavandería, esterilización, investigación y enseñanza, entre otros.

² La intensidad de los servicios que prestan un hospital está en función de dos elementos: 1) De la demanda de pacientes y usuarios del hospital (pacientes ambulatorios e internos y todo el personal del hospital) y, 2) Del tipo y atención del hospital, ya que de acuerdo a su función pueden ser hospital general o de especialidades, o por su ámbito de actuación local o regional, o bien, si es público o privado.

³ Son varios los factores que afectan el rendimiento de una instalación hospitalaria, desde la ubicación geográfica del mismo, ya que de acuerdo a su ubicación son las condiciones climatológicas del lugar, la orientación, colindancias con otros inmuebles, los materiales con los cuales fueron construido el inmueble, la intensidad de la demanda energética, la preservación del inmueble e instalaciones que depende de la adecuada operación de los equipos así como de las prácticas, programación y presupuesto destinado al mantenimiento.

⁴ Dirección de Prestaciones Médicas del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS).

En México, el objetivo del Programa “Hospital Seguro” es que éstos cuenten con los elementos estructurales, no estructurales y funcionales para permanecer accesibles y funcionando a su máxima capacidad y en la misma infraestructura, durante una amenaza natural o antropogénica e inmediatamente después de la misma. Este programa lo dirige la Secretaría de Gobernación a través de la Coordinación Nacional de Protección Civil mediante el Comité Nacional de Evaluación, Diagnóstico y Certificación del Programa Hospital Seguro (CNEDCPHS⁵).

En virtud de lo anterior, se entiende que los costos que representa la facturación de la energía (tanto eléctrica como en el consumo de los combustibles) en este tipo de inmuebles son altos, por lo que implementar medidas de eficiencia energética o del aprovechamiento de energías limpias que permitan reducir el consumo energético es sumamente relevante para la administración del hospital. Ya que una vez implementadas dichas medidas y con base en los ahorros alcanzados, se podrá destinar más recursos económicos que garanticen la preservación y el mantenimiento de las instalaciones, así como apoyar otras tareas del propio hospital.

Un punto importante que debe tenerse mucho cuidado al momento de planificar la implementación de las medidas de eficiencia energética y del aprovechamiento de energías limpias, es que se deben de cuidar los factores de operación, tales como son el control de temperatura para mantener los niveles de confort, control del medio ambiente y de las infecciones, entre otras, recordando siempre se debe mantener la disponibilidad de los servicios (agua, vapor, iluminación, gases medicinales, etc.), los cuales se requieren contar con ellos todo el tiempo, así como de verificar que las condiciones de las propias instalaciones sean seguras y de condiciones óptimas de funcionamiento para que los equipos que se sustituyan tengan las condiciones para el desempeño energético que se planeó en la medida de eficiencia energética, en caso contrario, se corre el riesgo que existan problemas con el desempeño del mismo proyecto.

Un ejemplo palpable es la calidad de la energía, que afecta directamente a la operación y a la vida útil de los equipos sustituidos en una medida de eficiencia energética, o bien, el cableado que suministra la energía al equipo eficiente presenta fugas derivado de que su aislamiento llegó a su vida útil, lo que ocasionaría que los ahorros energéticos no se vean reflejados. Por tal motivo, las medidas de eficiencia energética y energías limpias deben ser estudiadas con mucho detalle.

Con base en lo antes expuesto, se diseñó la presente guía rápida en sistemas térmicos, que menciona algunas medidas de eficiencia energética y de aprovechamiento de las energías renovables que, en su conjunto, buscan mejorar tanto las prácticas operativas, de mantenimiento y recomendaciones para la instalación de nuevas tecnologías. Lo que permitirá optimizar el uso de la energía, reducir la facturación de la misma y mitigar la emisión de gases efecto invernadero.

⁵ La Secretaría de Salud ocupa el Secretariado Ejecutivo en el CNEDCPHS, coordina su operación en la institución y, como instancia rectora del Sistema Nacional de Salud impulsa la incorporación de las unidades hospitalarias a fin de que ante una emergencia o desastre otorguen servicios con la oportunidad y calidad que la población requiere.

II. Antecedentes

En el marco del Programa para el Desarrollo Bajo en Emisiones de México (MLED por sus siglas en inglés) patrocinado por la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID), brinda asistencia técnica al Gobierno de México en 4 diferentes esfuerzos:

- 1. Diseño e implementación de una estrategia de desarrollo bajo en emisiones a nivel nacional, y planes de acción contra el cambio climático en el ámbito estatal.*
- 2. Fortalecimiento de los sistemas para la medición, reporte y verificación de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en México.*
- 3. Implementación de proyectos demostrativos para el aprovechamiento de energías limpias.*
- 4. Coordinación del Programa Global de Cambio Climático (GCC) USAID / México.*

Dentro de las actividades de la Tarea 3, la USAID a través de su Programa MLED, ha brindado asistencia técnica al Gobierno del Distrito Federal (GDF) hasta el otorgamiento de una donación para la instalación de un sistema de calentamiento de agua mediante el aprovechamiento de la energía solar en el Hospital Pediátrico “La Villa”, el cual forma parte de la red hospitalaria del GDF.

Complementario a lo anterior, se realizaron dos guías que describen e ilustran las buenas prácticas en la implementación de las energías limpias, tanto en el ámbito del ahorro y uso eficiente de la energía, en donde una guía abarca el área eléctrica y la segunda cubre los temas relacionados a los sistemas térmicos (vapor y aprovechamiento de las energías limpias en los hospitales). Esto con la mira de volver más eficientes estos sistemas mediante la implementación de mejoras indicadas, que son expuestas de una manera clara y sencilla a través de los documentos citados.

III. Objetivo y Alcance

El objetivo de la presente guía es exponer una serie de medidas de eficiencia energética en el área eléctrica y en el aprovechamiento de energía limpia, ya sea en el ámbito operativo, del mantenimiento o en la instalación de nuevas tecnologías. Dichas medidas que se presentan permitirán tanto a hospitales públicos como a privados obtener los siguientes beneficios:

1. Mejorar el uso y aprovechamiento de la energía, para que con esto reduzcan la demanda y el consumo de energía eléctrica y por resultado disminuir los costos en la facturación de la misma.
2. Mitigar los contaminantes atmosféricos (locales y de gases efecto invernadero).
3. Reducir los costos del mantenimiento.
4. Mejorar las condiciones de seguridad.
5. Prolongar la vida útil de los equipos e instalaciones, entre otros beneficios.

Una característica importante de la presente guía es que es aplicable y accesible a los hospitales que utilicen estos sistemas, desde pequeños hasta grandes complejos hospitalarios. Complementario a

Lo anterior, la guía está elaborada con un lenguaje sencillo (esto no implica que deje de tener la rigurosidad técnica que amerita un documento de este tipo), por tal motivo, la guía podrá ser aplicada por el personal de operación y mantenimiento o el personal involucrado en la administración hospitalaria, los cuales podrán interpretar e implementar las recomendaciones que en este documento se vierten.

Es importante señalar que si bien, las recomendaciones son de carácter general, se recuerda que siempre se deberá tomar en cuenta las sugerencias y las observaciones que indiquen tanto los especialistas en cada materia, así como los fabricantes de los equipos en cuestión, ya que éstos conocen en mayor detalle las particularidades de los equipos y sistemas. Por tal motivo, se recomienda que nunca se deje de consultarlos.

IV.- Descripción de las condiciones generales de operación en los hospitales⁶

Tal y como se comentó anteriormente, en el país se tiene implementado tanto en hospitales públicos como en privados el programa “Hospital Seguro⁷”, que los define como “*aquellos establecimientos de salud⁸, cuyos servicios permanecen accesibles y funcionando a su máxima capacidad instalada⁹ y en su misma infraestructura¹⁰, inmediatamente después de un fenómeno destructivo de origen natural¹¹*”. De acuerdo a lo anterior, entre las normatividades que se aplican en las instalaciones hospitalarias son:

⁶ Fuentes: 1) *NOM-016-SSA3-2012, que establece las características mínimas de infraestructura y equipamiento de hospitales y consultorios de atención médica especializada*; 2) *norma NFPA 99 “Código para Instalaciones de Cuidado de la Salud” edición 2012*; 3) Guía Práctica de Hospital Seguro. SSA, México, http://www.disaster-info.net/safehospitals_refdocs/documents/spanish/DocsReferenciaPorPais/Mexico/GuiaPracticaHospSeguroMexico.pdf;

⁷ Los tres criterios que debe reunir un Hospital Seguro son: 1) Protección a la vida. La edificación del establecimiento de salud es capaz de mantenerse en pie y resistir con daño mínimo los fenómenos destructivos de gran intensidad que se presentan en la zona donde está ubicado. 2) Protección de la inversión. Las instalaciones y los equipos del establecimiento de salud son capaces de comportarse de tal forma que sufren daños mínimos y continúan operando frente a fenómenos destructivos de gran intensidad. 3) Protección de la función. El establecimiento de salud es capaz de mantener o mejorar su producción de servicios de salud como parte de la red a la que pertenece. Con base en estos criterios, se certifica a un hospital como seguro.

⁸ Esta definición dice: “Establecimiento de salud...”, porque cuando se hace referencia a hospitales seguros, se adopta ese término para que pueda ser fácilmente asimilado por el común de las instituciones; no se puede limitar a hospitales de niveles de alta complejidad, debe ampliarse a todo establecimiento de salud.

⁹ Esto es, no sólo basta que funcione parcialmente, tiene que funcionar en todo lo que está planificado que funcione.

¹⁰ Es decir, no vale que el hospital exponga, por ejemplo, tiendas de campaña en el estacionamiento o en un campo deportivo adyacente o en la calle, y que ahí preste los servicios, ése no es un Hospital Seguro, tiene que ser en su misma infraestructura.

¹¹ Definición de la Organización Panamericana de la Salud (OPS/OMS).

1. La “NOM-016-SSA3-2012, que establece las características mínimas de infraestructura y equipamiento de hospitales y consultorios de atención médica especializada”. Dicha norma es obligatoria para todos los establecimientos hospitalarios de los sectores público, social y privado, cualquiera que sea su denominación, los cuales tengan como finalidad la atención de pacientes que se internen ya sea para su diagnóstico, tratamiento médico, quirúrgico o rehabilitación; así como para los consultorios de atención médica especializada de los sectores mencionados.
2. De manera complementaria, otra normatividad que se toma en consideración en el país es la norma NFPA 99 “Código para Instalaciones de Cuidado de la Salud” edición 2012, la cual define las categorías de sistemas del edificio (nosocomio) desde el punto de vista de la disponibilidad y confiabilidad crítica de los sistemas. En éste sentido, existen cuatro tipos de categorías, cada una de ellas definen el grado de confiabilidad que debe mantenerse tanto en los sistemas como en el equipamiento, indicando el grado de falla permitido. Como ejemplo, una sala de operaciones debe funcionar y estar disponibles todo el tiempo, en caso de presentarse una falla en el sistema, su impacto puede provocar una lesión grave o la muerte a los pacientes o prestadores de cuidados.

Es por ello que se deben de tomar en consideración la categoría de la zona donde se pretende aplicar una medida de eficiencia energética, evaluando en todo momento la confiabilidad del sistema o equipo propuesto, así como la zona de riesgo donde se encuentre ubicado el nosocomio.

Tabla 1. Resumen de categorías de áreas de acuerdo a la NFPA 99

Categoría	Sistema / Confiabilidad del equipamiento	Falla del sistema y su impacto	Ejemplo
Categoría 1	Debe funcionar y estar disponibles todo el tiempo.	Provoca una lesión grave o la muerte a los pacientes o prestadores de cuidados.	Consultorio de un cirujano.
Categoría 2	Se permite un corto periodo de inactividad de los Sistemas.	Provoca una lesión leve a los pacientes o prestadores de cuidados.	Instalaciones para pacientes ambulatorios.

Categoría	Sistema / Confiabilidad del equipamiento	Falla del sistema y su impacto	Ejemplo
Categoría 3	Se permite la falla del equipamiento no crítico.	Es poco probable que se produzcan lesiones.	Consultorio odontológico.
Categoría 4	La falla no provoca impacto.	No hay impacto ni lesiones.	Consultorio médico.

Fuente: NFPA 99 “Código para Instalaciones de Cuidado de la Salud”

Recuerde siempre, la energía eléctrica es la fuente energética más importante en un hospital, ya que sin ella la mayor parte de las instalaciones eléctricas¹² y los equipos médicos no podrían funcionar. Por esta razón se debe asegurar que el suministro de la energía eléctrica sea estable, con calidad y sin interrupciones¹³. Por ello, al implementar proyectos de eficiencia energética o de energías renovables, debe, ante todo, considerar que todo lo antes descrito, ya que el costo de una instalación de salud o de un hospital seguro frente a un desastre es insignificante cuando se incluye en las consideraciones respectivas del diseño inicial. Para la gran mayoría de las nuevas instalaciones de salud, la incorporación de medidas integrales de protección contra sismos y fenómenos climáticos en el diseño desde el inicio solamente añadirá un 4 por ciento al costo total¹⁴. El costo de reacondicionar las instalaciones de salud ya existentes puede variar grandemente dependiendo del contexto, pero si se prioriza la protección de los cuidados críticos y la funcionalidad del hospital se reducen los posibles costos y se ofrecen excelentes ejemplos de rentabilidad, tal y como se verán en la presente guía.

V. Resumen de las mejores prácticas en ahorro de energía en los hospitales

A continuación, se enlistan las mejores prácticas de ahorro de energía en el área eléctrica y aprovechamiento de energías limpias en los hospitales y, en los siguientes capítulos se presentan con mayor detalle en el presente documento. A manera de resumen, en la Las medidas de mejores prácticas de mantenimiento, fundamentalmente son recomendaciones que no se enfocan a un mantenimiento correctivo, sino se orientan a que se defina una adecuada planeación y

¹² Iluminación, instalaciones de ventilación y aire acondicionado, suministro de agua, aire, etc.

¹³ Por lo que se debe de garantizar el suministro del fluido eléctrico en los casos de fallas con la compañía suministradora de electricidad, ya sea una mala calidad de la energía que pueda afectar la operación de los equipos médicos o las demás instalaciones que sean sensibles, o bien, en la falla total en el suministro. es importante contar con fuentes de energía alternativa de respaldo, ya sea con moto generadores de electricidad, sistemas fotovoltaicos y/o sistemas de almacenamiento de energía.

¹⁴ Fuente: Guía Práctica de Hospital Seguro. SSA, México

programación del mantenimiento, haciendo énfasis a los sistemas predictivos que se basan en la evaluación del desempeño de los equipos y sistemas. Estas medidas son de bajas a medianas inversiones, pues implican reprogramar las actividades y tiempos de mantenimiento a los equipos mientras que en otros casos es mejorar las prácticas tradicionales. Un punto relevante a considerar es que el concepto de la conservación y mantenimiento de los inmuebles está cambiando por el concepto de modernización y de actualización continua. Justamente es donde encaja perfectamente la eficiencia energética.

Por último, las medidas de sustitución tecnológica, se consideran aquellas medidas que realicen una sustitución parcial o adecuación tecnológica (retrofit) ya sea en un equipo o en un sistema, o bien, se amerite la sustitución tecnológica total. El nivel de inversión de este tipo de medidas es considerado de medio a alto. El retrofit es cambiar y adecuar una parte del equipo o sistema con el propósito de que este brinde un servicio con mayor eficiencia energética. En contraste, en la sustitución total, se cambia todo el equipo de una eficiencia estándar por otro equipo de una mayor eficiencia o alta eficiencia. En estas medidas se incluye el aprovechamiento de las energías renovables que es una nueva tecnología en las instalaciones, tal es el caso de la generación de energía eléctrica mediante el aprovechamiento de la energía solar.

Tabla 2 se presenta el área de impacto que cada medida de eficiencia energética tiene en las diferentes áreas del hospital, ya sea en la operación o en el mantenimiento, o bien, en el retrofit aplicado a parte del sistema, se sustituya un equipo o se instale una nueva tecnología en el inmueble.

Se entiende por medidas de mejores prácticas operativas de eficiencia energética a los cambios en la forma de maniobrar los equipos o en la modificación de la cultura laboral de las personas, donde por dichos cambios se logra una mejor utilización de los equipos o sistemas, logrando un mejor aprovechamiento de la energía. Este tipo de medidas son de muy bajas inversiones y sus resultados son casi inmediatos. Las inversiones principalmente son del tipo de capacitación y difusión.

Las medidas de mejores prácticas de mantenimiento¹⁵, fundamentalmente son recomendaciones que no se enfocan a un mantenimiento correctivo, sino se orientan a que se defina una adecuada planeación y programación del mantenimiento, haciendo énfasis a los sistemas predictivos que se basan en la evaluación del desempeño de los equipos y sistemas. Estas medidas son de bajas a medianas inversiones, pues implican reprogramar las actividades y tiempos de mantenimiento a los equipos mientras que en otros casos es mejorar las prácticas tradicionales. Un punto relevante a considerar es que el concepto de la conservación y mantenimiento de los inmuebles está cambiando por el concepto de modernización y de actualización continua. Justamente es donde encaja perfectamente la eficiencia energética.

¹⁵ Dentro de las actividades de las áreas de conservación y de mantenimiento de la unidad médica en operación, están las consistentes en proporcionar a las instalaciones y equipos de manera operacional, periódica o eventualmente, los elementos y actividades necesarias para su funcionamiento óptimo, hasta el fin de su vida útil.

Por último, las medidas de sustitución tecnológica, se consideran aquellas medidas que realicen una sustitución parcial o adecuación tecnológica (retrofit) ya sea en un equipo o en un sistema, o bien, se amerite la sustitución tecnológica total. El nivel de inversión de este tipo de medidas es considerado de medio a alto. El retrofit es cambiar y adecuar una parte del equipo o sistema con el propósito de que este brinde un servicio con mayor eficiencia energética. En contraste, en la sustitución total, se cambia todo el equipo de una eficiencia estándar por otro equipo de una mayor eficiencia o alta eficiencia. En estas medidas se incluye el aprovechamiento de las energías renovables que es una nueva tecnología en las instalaciones, tal es el caso de la generación de energía eléctrica mediante el aprovechamiento de la energía solar.

Tabla 2. Área de impacto de las medidas de eficiencia energética

Nombre de la medida	Área de impacto de la medida de eficiencia energética				
	Operación	Mantenimiento	Retrofit	Sustitución	Nueva tecnología
Selección y seccionamiento de circuitos por tipo de área		✓			✓
Control y automatización del sistema de iluminación					✓
Sustitución de a nuevas tecnologías				✓	✓
Programa para la reparación de fugas de aire comprimido		✓			
Instalación de tanque pulmón		✓			✓
Sustitución de compresor de aire ineficiente por un compresor de mayor eficiencia y con recuperación de calor					✓
Cambio de motor estándar por motor Premium o de alta eficiencia					✓
Instalación de variadores de frecuencia					✓
Sustitución de bombas centrífugas					✓

Nombre de la medida	Área de impacto de la medida de eficiencia energética				
	Operación	Mantenimiento	Retrofit	Sustitución	Nueva tecnología
que tengan una operación de baja eficiencia, por bombas que operen a una mayor eficiencia					
Reparación del aislamiento de la tubería del agua helada		✓			
Reducción de la ganancia térmica mediante la instalación de ventanas eficientes y puertas de acceso de cristal	✓	✓			✓
Mantenimiento, correcta operación y reducción de la carga térmica de la unidad condensadora para un mejor desempeño	✓	✓			
Sistema fotovoltaico					✓
Cogeneración					✓

Fuente: "Elaboración Propia"

Las medidas de Gestión de la Energía, son aquellas acciones tendientes a la gestión y administración de la energía, tales como control de la demanda, monitoreo y control de las operaciones para el uso eficiente y racional (automatización), entre otras actividades. Esto se complementa con el concepto de "Hospital Inteligente" donde la automatización, monitoreo y control se basa en sistemas automatizados para mejorar la eficiencia y productividad, en donde se facilite el control de abastos, seguridad, clima, iluminación y riesgos ambientales.

La eficiencia energética no solo es cuestión de cambio de hábitos de operación, mejores prácticas operativas, sustitución tecnológica o energías limpias, sino también el diseño arquitectónico hospitalario está tendiendo a ser bajo el concepto de diseño bioclimático, que es fundamental en el desempeño energético del hospital y, que desde un inicio conceptualizan al inmueble como un ente eficiente.

VI. Instalación y Calidad de la Energía Eléctrica

Una adecuada calidad tanto en las instalaciones eléctricas, así como en el suministro de la energía, son indicadores de que existirá un óptimo aprovechamiento de la energía eléctrica por parte de los usuarios. Caso contrario, cuando existe una mala calidad en alguno o en ambos factores, puede provocar un inadecuado funcionamiento de los equipos consumidores (equipos médicos, luminarias, bombas, etc.), que inclusive podría afectar de manera directa la vida útil de los equipos.

El contar con energía eléctrica que sea de calidad, un suministro confiable, es fundamental en las instalaciones hospitalarias para implementar medidas de eficiencia energética, ya que si el cableado que suministra la energía al equipo eficiente presenta fugas derivado de que su aislamiento llega a su vida útil, ocasionaría que los ahorros energéticos no se vean reflejados en la factura. Por tal motivo, se debe asegurar que las instalaciones cuenten con un correcto mantenimiento, así como la calidad de la energía sea la adecuada y dentro de los parámetros requeridos.

VI.1 Preservación de la instalación eléctrica.

Objetivo de la medida

Recomendar los elementos técnicos que se deben cumplir en las instalaciones hospitalarias para mantener una calidad en las instalaciones eléctricas que permita garantizar la eficiencia, confiabilidad, continuidad, calidad y sustentabilidad en el suministro eléctrico.

Problemática encontrada

Es obligación de hospitales y consultorios de atención médica especializada que:

- Las características de los conductores, métodos de alambrado, receptáculos y sistemas eléctricos para el suministro de energía eléctrica esencial y no esencial desde las fuentes normales y alternas de emergencia, con sus correspondientes circuitos, dispositivos, equipos eléctricos, protecciones y canalizaciones, deberán apegarse a lo establecido en la Norma Oficial NOM-001-SEDE-2012, Instalaciones eléctricas (utilización), específicamente a las secciones del Artículo 517.
- No se deben utilizar receptáculos múltiples o extensiones convencionales para suministrar energía eléctrica a los equipos electro médico en el hospital.
- Tener identificadas las tuberías externas o visibles para agua, aire, gases y electricidad, con los colores que establece la Norma Oficial Mexicana NOM-026-STPS-2008, Colores y señales de seguridad e higiene, e identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías y a la NOM-003-SEGOB-2011, Señales y avisos para protección civil. - Colores, formas y símbolos a utilizar.

Sin embargo y a pesar de tener bien definido las obligaciones del cumplimiento de la normatividad para mantener la instalación eléctrica en perfecto estado, ya sea por falta de presupuesto o por que otras actividades que absorben a los encargados del mantenimiento de las instalaciones, estos realizan únicamente actividades de reparación en lugar de llevar a cabo tareas de prevención. Lo que trae como consecuencia que se deterioren las instalaciones eléctricas, perdiendo eficiencia, confiabilidad y seguridad.

Mejores prácticas

Uno de los elementos que se debe de revisar durante el mantenimiento a la instalación eléctrica son: tableros, interruptores, transformadores, bancos de capacitares, dispositivos, sensores, dispositivos de control local o remoto, cables, conexiones, relees, contactos, canalizaciones, y soportes. Existen varios criterios de mantenimiento que son definidos generalmente a partir de las necesidades e importancia, esto con el propósito de:

1. Evitar fallas en el suministro.
2. Extender la vida de los cables¹⁶ y demás elementos que integran las instalaciones.
3. Evitar accidentes.
4. Evitar pérdidas en la distribución de la energía en la instalación eléctrica.

Dentro de la rutina del mantenimiento eléctrico, verifique que ningún de los elementos de las instalaciones eléctricas presenten oxidaciones, ni que estén “suelos” o exista falsos contactos, así como no existan puntos calientes. Examine los contactos principales especialmente después de haber ocurrido un corto circuito. Otras recomendaciones por cada tipo de elemento a verificar se recomiendan que:

Elemento a verificar	Actividad
Transformadores.	Revise al menos los siguientes puntos: <ol style="list-style-type: none"> 1) Verifique que no existan carbonizaciones, vibraciones, ni calentamiento excesivo, en caso de puntos calientes verifique armónicas y/o malas conexiones. 2) Verificar en los transformadores que aplique, que éstos no presenten escurrimientos de aceite, así como verifique las propiedades físicas y las condiciones dieléctricas del aceite.

¹⁶ Los tipos de fallas más comunes que se presentan en un cable son Daños mecánicos al cable o a la cubierta derivados de falta de cuidado en mantenimientos de obra civil. Ingreso de agua a los empalmes, esfuerzo mecánico excesivo causado por mantenimientos de obra civil y el envejecimiento térmico del aislamiento.

Elemento a verificar	Actividad
	<p>Las pruebas eléctricas¹⁷ del aceite, deberán efectuarse cada seis meses con el objeto de verificar sus condiciones de trabajo. Además, realice al menos en un año, otras pruebas que demuestren la integridad física, operacional y de seguridad al transformador. Tenga cuidado de incrementos en la temperatura del transformador, ya que de encontrar puntos calientes (visualmente con una cámara termográfica) es indicio de que existen problemas de armónicos, lo que puede causar una situación de alto riesgo.</p>
Planta de emergencia	<p>Verifique la transferencia de automático a manual y efectúe un chequeo visual en el resto del sistema (acumulador, radiador, termostato y tablero de transferencia). Cerciórese de que la estructura de éste esté conectada a tierra.</p>
Cables de línea, alambres y conexiones.	<p>Revise tanto los cables, alambres y conexiones, presenten falsos contactos, así como verifique que las condiciones del aislamiento sean las óptimas. Evite conexiones provisionales, mal hechas o que no estén aisladas correctamente para evitar puntos calientes, por lo que corrija esta clase de anomalías. También verifique que los cables vayan en charolas, ductos u otro tipo de conductor, evitando que éstos se encuentren sueltos.</p>

VI.2 Calidad de la energía

Objetivo de la medida

Recomendar los elementos técnicos que se deben cumplir en las instalaciones hospitalarias para mantener una calidad de energía que permita garantizar la eficiencia, confiabilidad, continuidad, calidad y sustentabilidad en el suministro eléctrico.

¹⁷ Se toma una muestra de un litro de aceite de la superficie del tanque, de dicha muestra se practica: Color, Rigidez, Dieléctrica, Tensión, Acidez, Gravedad Específica, Aspecto Visual, Sedimentos, Factor de Potencia @ 25 °C y 100°C, Contenido de Humedad.

Problemática encontrada

Tal y como se ha comentado anteriormente, una inadecuada calidad tanto en las instalaciones provoca que los equipos no operen correctamente y que su vida útil se reduzca. El concepto "Calidad de Energía"¹⁸ (Power Quality en inglés PQ) cada vez está adquiriendo mayor importancia debido a la proliferación de equipo electrónico usado en los hospitales cada día son más sofisticados, sobre todo en las actividades de diagnóstico, monitoreo y tratamiento del paciente.

En la actualidad los problemas de calidad del voltaje es la más preocupante, debido a que una gran cantidad de equipos que se encuentran en los hospitales son altamente sensibles a disturbios en el voltaje; disturbios como sags, transitorios y armónicas entre otros. Las malas operaciones de estos equipos sensibles pueden ocasionar serios problemas en la salud de los pacientes. Por ello es relevante, siempre cuidar la calidad de la energía en las unidades médicas.

Los disturbios que se presentan en la calidad de la energía son las siguientes:

- Interrupción de suministro eléctrico¹⁹.
- Variaciones de tensión²⁰
- Ruido²¹.
- Fluctuaciones de voltaje²²
- Armónicas.
- Factor de potencia.

Las perturbaciones no sólo afectan el funcionamiento de los equipos que se conectan a la instalación eléctrica; además disminuyen el tiempo de vida útil de los elementos que las componen. Algunas de las afectaciones son:

¹⁸ La Calidad de la Energía es el conjunto de parámetros y/o características de la tensión entregada al hospital, la cual está ausente de problemas de estabilidad, continuidad y deterioro de la forma de onda que permitan la mejor operación de los equipos eléctricos.

¹⁹ Puede ser la interrupción total o parcial del suministro eléctrico, estas pueden ser interrupciones momentáneas, desde 1 a 3 segundos o interrupciones temporales, desde 3 segundos a 1 minuto. También se presentan interrupciones largas, mayores que un minuto. Las causan ya sea accidentes, actos de la naturaleza, operación de equipos tales como fusibles, reconectores, sobrecargas, cortocircuitos y racionamiento.

²⁰

²¹ Puede ser ruido que son señales no deseadas de alta frecuencia que altera el normal patrón de la señal de voltaje (onda senoidal). La causa es las interferencias provenientes desde sistemas de transmisión de radio o TV, interferencia de sistemas de transmisión de datos, operación de equipos de conmutación electrónicos.

²² Interrupción total del suministro eléctrico. Interrupciones momentáneas, desde 1 a 3 segundos. Interrupciones temporales, desde 3 segundos a 1 minuto. Interrupciones largas, mayores que un minuto. Las causas Accidentes, actos de la naturaleza, operación de equipos tales como fusibles, sobrecargas, cortocircuitos y racionamiento.

- Sobrecalentamiento de cables, conductores y transformadores.
- Incremento de las pérdidas reactivas de los transformadores.
- Errores en la medición y monitoreo (disrupción).
- Operación incorrecta de sistemas de protección.
- Daño en elementos primarios de la red (degradación de cableado, etc.).
- Daño bancos de capacitores de corrección de FP.
- Variaciones de tensión.

Mejores prácticas

La energía eléctrica, al ser un servicio que se le presta al usuario final (en este caso un hospital), como todo servicio éste debe de brindarse con calidad dentro de ciertos parámetros, en este sentido, en el Reglamento de la Ley de la Industria Eléctrica²³ se expresa dichos parámetros de calidad.

Con base en lo anterior, se presenta a continuación lo correspondiente a la tensión eléctrica y a la distorsión de armónicas.

A. Tensiones eléctricas

La norma que hace referencia a la calidad en la tensión, es la NMX-J-098-ANCE-2014 que indica las tensiones eléctricas normalizadas. En la norma se describen los máximos y mínimos permisibles por cada tipo de tensión suministrada. Es importante señalar que las tensiones nominales del sistema contenidas en dicha norma, se aplican a todas las partes del sistema eléctrico, tanto para el suministrador como para el usuario. Cabe hacer notar que la tensión eléctrica de utilización existe en diferentes puntos de la instalación. Se entiende que la tensión eléctrica en los puntos de utilización es igual o menor que la tensión eléctrica de acometida entregada en los puntos del suministro.

B. Distorsión armónica por parte del suministrador.

La generación de armónicas se da debido a elementos no lineales como elementos saturados y elementos que utilizan componentes de switcheo, tales como rectificadores y cualquier otro que utilice dispositivos electrónicos. Estos se pueden cuantificar mediante analizadores de armónicos los cuales miden la contribución de armónicas de tensión y de corriente en cada frecuencia, y

²³ Publicado en el DOF del 10 de octubre de 2014, en su artículo 73 indica que: “si dentro de las condiciones normales de operación, por acto u omisión imputable al Transportista o Distribuidor, se originan cambios súbitos en las características del Servicio Público de Transmisión y Distribución de Energía Eléctrica, excediéndose las tolerancias permisibles en tensión o frecuencia, y con ese motivo se causan desperfectos en instalaciones, equipos o aparatos eléctricos del Usuario Final, el Suministrador estará obligado, a solicitud del Usuario Final, a reparar dichas instalaciones, equipos o aparatos, o a indemnizar al Usuario Final por el importe del daño ocasionado”. El mismo artículo sigue indicando que: “los importes por indemnizaciones que el CENACE o el Suministrador haya realizado a los Usuarios Finales en los supuestos del presente artículo, podrá requerirlos al Transportista o Distribuidor responsable, de conformidad con lo establecido en los respectivos convenios celebrados entre el CENACE, los Suministradores, los Transportistas y los Distribuidores”.

calculan el THD. Los analizadores de armónicos están disponibles en una amplia gama de sofisticación, y parámetros del circuito de medición como kW, kVA.

La distorsión armónica total puede variar de forma significativa con la carga. Por lo tanto, las lecturas deben ser tomadas bajo diferentes condiciones de carga. Las mediciones deben realizarse para determinar la ubicación y la extensión de los armónicos. Las lecturas deben ser tomadas en todas las fases y neutro de las 3 fases, en sistemas de 4 hilos, y sobre todo en los circuitos de 3 fases que sirven cargas monofásicas.

Las soluciones a los problemas de armónicos son únicas para cada caso y dependerán de los resultados de las pruebas de armónicos. Las soluciones pueden incluir cualquiera de los siguientes:

- El uso de transformadores con conexión delta-delta por transformadores delta-estrella ó, según proceda.
- El uso de equipo destinado específicamente y clasificado para los circuitos de armónicos.
- Una mejor selección y aplicación de los dispositivos de protección.
- El uso de dispositivos rms-sensing de protección.
- Equilibrio de cargas monofásicas en sistemas de 3 fases.
- El uso de rectificadores de 3 fases en lugar de los rectificadores monofásicos.
- La reubicación de los condensadores para mejora del factor de potencia.
- Blindaje de conductores y equipos electrónicos.
- El aislamiento de las cargas sensibles de armónica.
- El uso de filtros para bloquear o desviar los armónicos.
- la indicación de los nuevos equipos con el bajo contenido de armónicos.
- Las encuestas periódicas y el sistema de alimentación ajustes / modificaciones que pudiera señalarle por resultados de la encuesta.
- El aumento de tamaño del conductor neutro.
- El reemplazo o reparación de equipos de producción de armónicos.
- La utilización de un motor o generador con cojinetes aislados.

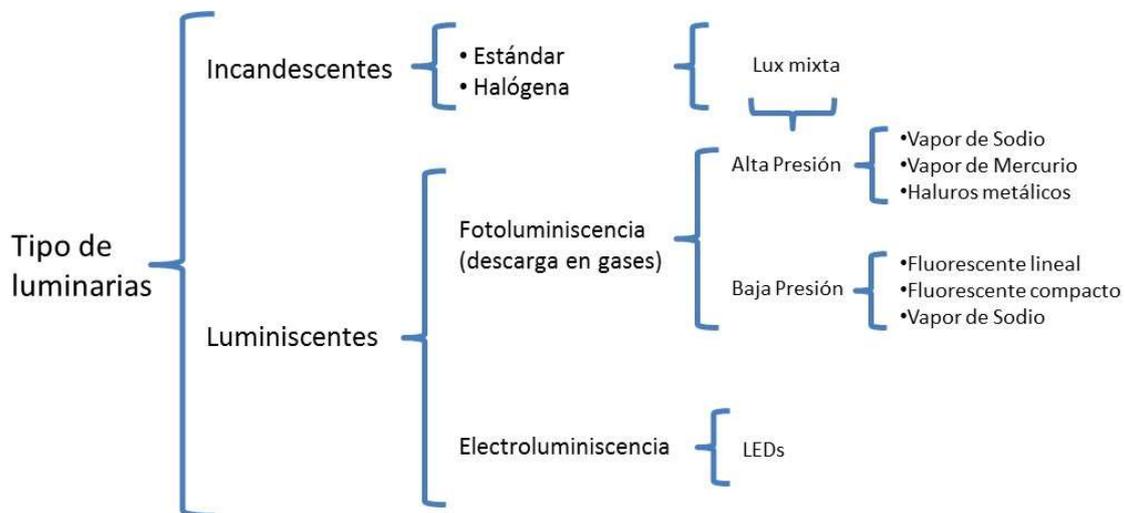
En algunos casos, las soluciones pueden ser diseñadas e implementadas con personal interno; en otros casos, podría ser necesario contratar personal con conocimientos especializados y equipos.

De los puntos más sensibles en un hospital es la protección de los equipos médicos sensibles a los sobre voltajes transitorios. Una de las formas de proteger los equipos médicos es mediante la instalación de supresores, que son dispositivos de impedancia variable, que se activan bajo ciertos niveles de tensión, en la cual disminuyen la impedancia y, que obedeciendo la ley de Homs, hacen que los eventos transitorios de alta frecuencia se dirijan al dispositivo, con el objetivo de descargar la energía sustraída del circuito durante el tiempo de duración del transitorio.

VII. Sistema de Iluminación Interior y Alumbrado Exterior

En los hospitales, por la variedad de las actividades ahí realizadas, utilizan diferentes tipos de tecnologías atendiendo a cada necesidad específica, por ellos, tienen que ser seleccionadas de acuerdo a dichas necesidades. Por lo que el consumo de la energía eléctrica en los sistemas de iluminación depende: 1) tipo de tecnología aplicada, 2) nivel de iluminación del área, 3) tiempo de operación de los mismos equipos y, 4) mantenimiento. A manera de resumen, se presenta mediante cuadro sinóptico (ver Ilustración 1) las tecnologías²⁴ clasificadas por su tipo de fuente de luminosidad.

Ilustración 1. Clasificación de fuentes luminosas



Fuente: "Elaboración Propia"

Al momento de analizar el sistema de iluminación interior en el hospital, se aprecia que existen distintas actividades que requieren de unas características específicas de iluminación. Esto hace que al momento de querer realizar eficiencia energética se tiene que tratar cada espacio de manera independiente y especial, tomando en consideración sus necesidades de iluminación. Siempre es conveniente recordar que el confort visual es fundamental en los inmuebles de salud, ya que tanto los que laboran ahí (médicos, enfermeras, oficinistas, etc.) y los usuarios (pacientes y demás personas) los ocupan de una forma cotidiana pero aleatoria durante el día, todos los días del año. Ya que un paciente puede estar en el mismo día en consulta o en laboratorio clínico o en otro lugar, así mismo, las enfermeras hacen recorridos constantes a las camas, etc.

²⁴ Cabe mencionar que algunas de estas tecnologías ya se dejaron de fabricarse esto debido a la NOM-028-ENER-2010, que regula la eficiencia energética de fuentes luminosas para uso general, sus límites y métodos de prueba. Eventualmente se comercializará en el país, dejando poco a poco se terminen el stock en las tiendas.

Eventualmente se puede clasificar dichos espacios según el nivel de iluminación y confort que se requiere para cada tarea o función específica, esto se resume en la siguiente tabla, en donde quirófanos, laboratorios necesitan un mayor nivel de iluminación que los pasillos y escaleras.

Tabla 3. Clasificación y niveles de iluminación por tipo de área hospitalaria²⁵.

Espacios con actividad visual elevada <u>SITIOS CLAVE</u>	Espacios con actividad visual normal. <u>ÁREAS MIXTAS</u>	Espacios con actividad visual baja. <u>ÁREAS GENERALES</u>
<ul style="list-style-type: none"> • Auxiliares de diagnóstico (laboratorios clínicos y otros laboratorios). • Imagenología (rayos X, ultrasonografía, tomografía y mamografía). • Tratamiento (central de enfermeras, Unidad quirúrgica). • Central de Esterilización y Equipos (CEyE). • Áreas de hospitalización y recuperación. • Servicios de urgencias. • Etc. 	<ul style="list-style-type: none"> • Consultorio médico. • Servicios generales (farmacia, dietología, almacén general, servicio de lavandería, vestidores y baños, etc.). • Oficinas de gobierno y áreas administrativas. 	<p>En interiores:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pasillos, escaleras y accesos. • Salas de espera y vestíbulos. • Zonas de esperas y paso. • Baños para público y pacientes. <p>En exteriores:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Área de tránsito. • Estacionamiento.
Niveles Mínimos de Iluminación (luxes)²⁶		
Entre 300 a 2,000	Entre 100 a 300	Entre 20 a 100

²⁵ Fuente: NORMA Oficial Mexicana NOM-016-SSA3-2012, Que establece las características mínimas de infraestructura y equipamiento de hospitales y consultorios de atención médica especializada.

²⁶ Fuente: NORMA Oficial Mexicana NOM-025-STPS-2008, Condiciones de iluminación en los centros de trabajo.

Todos los elementos anteriores se deben de considerar cuando se desee implementar proyectos de eficiencia energética en los sistemas de iluminación, ya sea en una remodelación, o bien cuando se está planificando un hospital nuevo. En ambos casos, el diseñador deberá considerar estos aspectos, en donde el proyecto de eficiencia energética en el área de iluminación tiene 3 objetivos a cumplir:

1. Que los espacios arquitectónicos, los recintos y áreas específicas de servicios sean confiables, agradables, confortables visualmente, ergonómicos y seguros, tanto a los pacientes, empleados de salud y visitantes.
2. Cumplir con las normas de instalaciones para la seguridad, salud y ambientales vigentes y aplicables.
3. Racionalizar el uso de la energía con instalaciones de la mayor eficiencia energética posible.

VII.1 Selección y seccionamiento de circuitos por tipo de área (pasillos, sala de espera, consultorios, laboratorios, etc).

Objetivo de la medida

Seccionar los circuitos de iluminación con el propósito de aprovechar la luz natural en aquellos espacios donde pueda iluminar cuando exista luz de día.

Problemática encontrada

Llega a encontrarse en algunas instalaciones que, por falta de control y seccionamiento de los circuitos, en el hospital siempre está operando su sistema de iluminación (luminarias encendidas las 24 horas del día), encontrando áreas en donde existe luz natural y que bien se podría prescindir del encendido de dichas luminarias. No “se apagan” éstas porque es costumbre dejarlas encendidas. Lo anterior se aprecia en la Ilustración 2, en donde a pesar de que la sala de espera cuenta con ventanas y que a través de ellas entra luz natural, se deja encendida el sistema de iluminación (vea círculo en color rojo), por lo que no hay un uso eficiente y racional de la energía en el sistema de iluminación.

Ilustración 2. Sala de espera con luz natural y con luminarias encendidas²⁷



Mejores prácticas

Para seccionar los circuitos, se tiene que analizar la actividad visual de los espacios, contemplando la similitud de las tareas (pasillos, escaleras, salas de espera, etc.). En éste sentido, el poder seccionar los circuitos de iluminación se debe considerar si las áreas requieren una determinada calidad de iluminación, así como el que se pueda aprovechar la luz natural en ese espacio, esto con el propósito de apoyar durante el día a la iluminación de los interiores y reducir de ésta manera el consumo energético. Si bien, en el ejemplo de la ilustración anterior, en la sala de espera se puede seccionar circuito para que las luminarias que se encuentren cercanas a las ventanas sean apagadas.

Las modificaciones que se tienen que realizar para dicho seccionamiento, tiene que estar apoyado en los planos eléctricos del inmueble, para identificar los circuitos y ver la factibilidad de su recableado. Así también se tiene que realizar un análisis de los elementos de protección que requerirá el nuevo circuito.

La medida puede ser realizada por el propio personal de mantenimiento del hospital, la inversión que se erogaría sería por la compra de cableado, elementos de protección y desconexión. Esta medida se ubica en un periodo de recuperación de la inversión de no más de un año. Cabe señalar que, al momento de hacer dicha modificación, se tienen que actualizar los planos eléctricos y los cálculos de corto circuito, por lo que su validación la hace una Unidad de Verificación en la norma NOM-SEDE-001-2012.

²⁷ <http://www.construmatica.com/deconstrumarca/wp-content/uploads/2011/01/HospSantJoandeDeu2.jpg>

VII.2 Monitoreo, control y automatización del sistema de iluminación

Objetivo de la medida

Automatizar el encendido/apagado mediante la instalación de un sistema de monitoreo, control y automatización de la iluminación en aquellos lugares que se pueda permitir esto, así como aprovechar la luz del día.

Problemática encontrada

Por lo general y por falta de control automático, en todas las áreas del hospital siempre está operando su sistema de iluminación (luminarias encendidas las 24 horas del día), aun en lugares donde no hay presencia de personas²⁸, o bien, donde existe luz natural y que se podría prescindir del encendido de dichas luminarias. Sin embargo, éstas no “se apagan” porque es costumbre dejarlas encendidas, ya que una persona tendría que estar encargada de encender y apagar el circuito, lo que ocasiona que no haya un uso eficiente y racional de la energía en el sistema de iluminación.

Por lo regular, el control en los sistemas de iluminación son del tipo on/off (encendido/apagado) ubicados algunos en el tablero de control (cuando son circuitos grandes) o apagadores comunes de pared (en sitios pequeños).

Mejores prácticas

La implementación de un sistema de control, reduce el tiempo de operación de las luminarias y, por lo tanto, el consumo de energía eléctrica de la instalación, así como incrementa la flexibilidad del sistema al aprovechar la luz natural. Este control permite realizar encendidos selectivos y regulación de las luminarias durante diferentes períodos de la actividad hospitalaria. Existen 4 tipos de control que se pueden aplicar:

1. *Regulación en los niveles del sistema de iluminación de acuerdo al aporte de la luz natural por ventanas (atenuación).* Mayormente aplicado a pasillos, salas de espera, entre otros.
2. *Control del encendido y apagado (on-off) según el registro de presencia en el área a controlar o de acuerdo a la programación de un tiempo de encendido y apagado específico.* Almacenes de poco tránsito, baños individuales, etc.
3. *Regulación y control bajo demanda del usuario por pulsador, potenciómetro o mando a distancia (atenuación).* Cuartos individuales de pacientes.
4. *Regulación y control por un sistema centralizado de gestión.* Este comprende iluminación interior, así como alumbrado exterior, dentro de la gestión del sistema de iluminación es el mayor grado de control y automatización, que va de la mano con los sistemas de monitoreo de seguridad.

Los sistemas de control de iluminación tienen como función el apagar, encender y regular la intensidad (atenuación), según sea el caso, esto mediante detectores de movimiento y presencia o

²⁸ En almacenes donde por razones de seguridad no es obligatorio que estén encendidos, baños individuales, entre otros espacios.

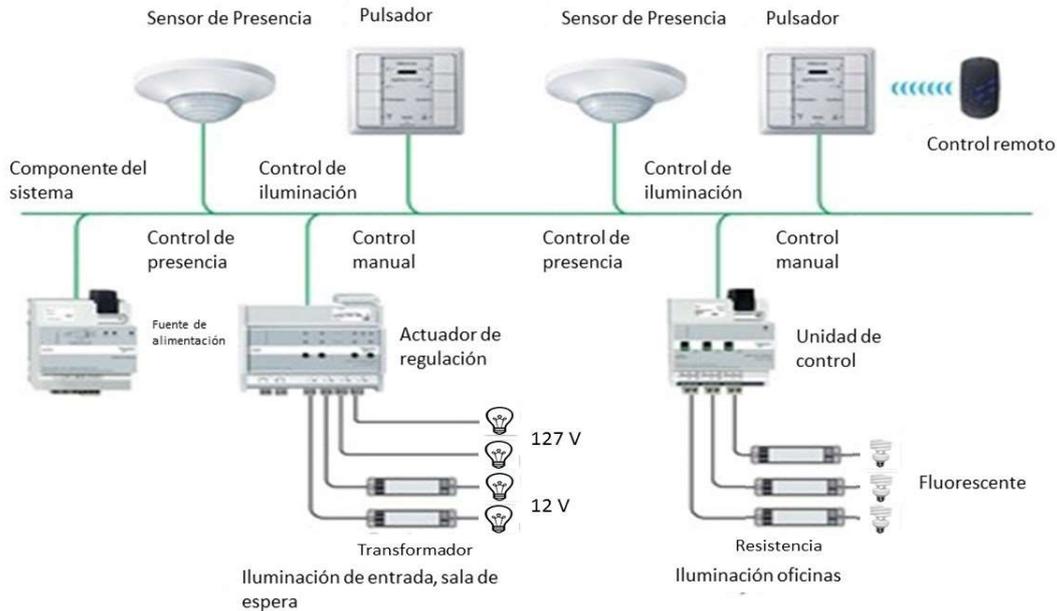
fotoceldas para la detección de los niveles luz natural o de temporizadores programados bajo horarios preestablecidos. La aplicación de estos controles es muy efectiva en las medidas de eficiencia energética en el área de la iluminación, se estima que los ahorros en energía pueden llegar a un 50% en relación al consumo de los equipos y dependiendo del tipo de instalación. En este sentido, un sistema de monitoreo, control y automatización bien diseñado, ahorra energía en dos vertientes:

- I. Aprovechando la luz natural, para reducir los niveles de la luz artificial cuando sea posible.
- II. Apagando el sistema de iluminación cuando el espacio no esté ocupado y que no se requiera por cuestión de seguridad que este encendido.

Los equipos y sistemas de monitoreo, control y automatización del encendido son principalmente:

- **Temporizador.** Es un control que desenergiza automáticamente las luminarias durante un tiempo predeterminado, esto mediante interruptores manuales y temporizados.
- **Atenuadores.** Es un control de la iluminación artificial que regula su intensidad en relación a la medición de la intensidad de la luz natural, esto mediante fotosensores.
- **Detectores de movimiento.** Es un control que regula el encendido y apagado de la iluminación artificial mediante detectores de presencia-movimiento. En interiores su operación es que cuando no registra movimiento o presencia de una persona en el sitio, automáticamente después de un cierto tiempo apaga las luminarias. En el caso de exteriores, este tipo de equipos también registra el movimiento, pero tiene integrado una fotocelda que hace que encienda las luminarias si hay registro de movimiento y si hay un nivel de iluminación inferior a un nivel programa de la luz natural.
- **Sistema centralizado de gestión.** Este tipo de sistemas, combinan el control del sistema de iluminación con la parte de seguridad y control de acceso. Este sistema tiene la capacidad de monitorear, regular, y controlar desde un punto remoto.

Ilustración 3. Sistema de control automático en sistemas de iluminación²⁹



En resumen, se puede evitar la iluminación innecesaria, sobre todo, cuando los espacios puedan apoyarse con luz natural o cuando no se requiere iluminación innecesaria, lo que también contribuye al ahorro de energía y además aumenta la vida útil de los medios de iluminación.

Los ahorros factibles que se pueden alcanzar es en el caso de los temporizadores oscila entre un 30% al 50%, con la detección de presencia se alcanza un 30% y con en la atenuación se podrá alcanzar un 50%, todos estos ahorros con respecto al consumo del sistema controlado.

²⁹ Fuente: <http://www.schneiderelectric.es/images/pictures/solutions/energy-efficiency/ee-soluciones/control-iluminacion-arquitectura-1-alta.jpg>

VII. 3 Sustitución a nuevas tecnologías³⁰

Objetivo de la medida

Sustituir los equipos de iluminación que sean de baja eficiencia con respecto a nuevas tecnologías de mayor eficiencia energética. Contemplando el cambio parcial de los equipos (retrofit) o un cambio total.

Problemática encontrada

Las unidades médicas son espacios de uso público, en donde el sistema de iluminación interior por lo regular se encuentre la mayor parte del tiempo encendido (dependiendo el tipo de área). En el caso de los sistemas de iluminación exterior, estos iluminan áreas de tránsito peatonal exterior o estacionamientos u otras áreas exteriores. El consumo de energía eléctrica por la utilización del sistema de iluminación (interior y exterior) tiene como variables el tipo de tecnología utilizada, las áreas a iluminar, el montaje de las luminarias y las horas de operación.

Mejores prácticas

Cada día existen nuevas tecnologías de iluminación, entre ellas la más novedosas se encuentra la tecnología led, la cual es de mayor eficiencia que sus predecesores. las recomendaciones de las tecnologías que sustituirán a las antiguas tecnologías deberán tomar en cuenta que, ante todo, la iluminación debe ser confortable al paciente, seguro y acorde a las actividades que ahí se realizan.

Por ello, el objetivo de la Iluminación de interiores en los hospitales, dependerán de la aplicación, ya que no es lo mismo iluminar un consultorio, a un quirófano o un pasillo. A continuación, se enlistan los principales criterios de diseño de una iluminación interior en un hospital:

- 1 **Clasificación por tipos de actividades.** Este tiene como objetivo el proporcionar a los pacientes y personal de salud los niveles de iluminación adecuados que les permitan realizar sus actividades (laborales, recuperación, sala de operaciones (quirófanos), terapias, el desplazamiento sin riesgo y, cuidando que no se pierdan cualidades visuales tales como colores y textura de los equipos, muebles y paredes dentro del recinto, etc.) con el menor esfuerzo visual.
- 2 **Diseño basado en la calidad y confort.** Crear una atmosfera de desempeño, confort y seguridad de las personas, las cuales les permitan realizar, con la mayor eficiencia su actividad, para ello se definirán los niveles de iluminación requerida, la uniformidad, la ergonomía, etc.
- 3 **Instalación, operatividad y sustentabilidad.** De acuerdo con la definición de los equipos a instalar (luminarias, tipo de control, arreglo en la instalación eléctrica), se definirá que cumplan con la normatividad vigente y aplicable. En el caso de los niveles de eficiencia

³⁰ Fuentes: Metodología de Diagnósticos Energéticos. CONAE 1998; Guía de Alumbrado Público, CONUEE, Secretaria de Energía, México; NOM-025-STPS-2008, Condiciones de iluminación en los centros de trabajo; NOM-013-ENER-2013 Eficiencia Energética para sistemas de alumbrado en vialidades; Illuminatig Engineering Society of North America. IES Lighting Handbook Application; Diagnósticos Energéticos en Sistemas de Iluminación, IDEA, España.

energética en los términos de la DPEA (Densidad de Potencia Eléctrica para Alumbrado) por área, esta está establecida en la “**NOM-007-ENER-2014**”³¹ Eficiencia energética en sistemas de alumbrado en edificios no residenciales”. En ésta se establece que el DPEA en los hospitales, sanatorios y clínicas debe ser de 17 W/m².

Ilustración 4. Criterios de diseño y planificación de la implementación de la iluminación eficiente en un hospital

	Criterios	Parámetros a evaluar	Áreas específicas
A	<u>Clasificación por tipos de actividades.</u>	<ul style="list-style-type: none"> Actividad visual y espacios. Actividades especiales. Niveles de iluminación. Niveles y tiempo de ocupación. 	<ul style="list-style-type: none"> Consulta interna y externa. Hospitalización y cuidados intensivos. Quirófanos. Urgencias. Laboratorios clínicos, rayos X, etc. Sala de espera, Pasillos, escaleras, accesos Rehabilitación. Cocina, lavandería, Otras áreas.
B	<u>Diseño, basados en la calidad y confort.</u>	<ul style="list-style-type: none"> Nivel de iluminación. Uniformidad. Control del deslumbramiento. Ergonomía.. Temperatura de color. 	<ul style="list-style-type: none"> Eficacia de luminario. Índice de rendimiento de color (CRI). Coefficiente de utilización. Consumo propio de equipos recomendado. Factores de reflexión recomendados. Curva de utilización..
C	<u>Instalación, operatividad y sustentabilidad.</u>	<ul style="list-style-type: none"> Tipos de luminarias. Tipos de sistemas de regulación y control. Instalación eléctrica. 	<ul style="list-style-type: none"> Maniobras de la instalación. Mantenimiento. Monitoreo del consumo de energía eléctrica.

Fuente: Programa MLED

Dentro de las recomendaciones de la sustitución tecnológica, en la siguiente tabla, se presentan dichas recomendaciones, que sustituirán los equipos actuales por otros de mayor eficiencia energética. En color azul se presentan las tecnologías instaladas que serán lámparas T-8 y que serían reemplazadas por lámparas T-5 o de tecnología led. En el caso de las halógenas (dicróicas) la sustitución por tecnología led podía ser: halógena de 20W se sustituye por led de 3W, la halógena de 35W por led de 5W y una dicróica de 50W por un led de 7W. Un punto relevante a considerar es que no es posible realizar un retrofit en estas tecnologías, toda vez que por su diferencia en dimensiones los gabinetes se tendrían que cambiar.

³¹ No se consideran dentro del campo de aplicación de esta Norma Oficial Mexicana a los sistemas de alumbrado que se instalen en las áreas de atención especializada en hospitales y clínicas.

Tabla 4. Algunas tecnologías que de mayor eficiencia energética en interiores

Tecnología actual	Tecnologías de mayor eficiencia energética	
Lámpara T8 ³²	Lámpara T5	LEDs
Fluorescente 1x17 W	Fluorescente 1x14 W	LED Tubo T5 1x12 W
Fluorescente 1x17 W	Fluorescente 1x14 W	LED Tubo T5 1x12 W
Fluorescente 2x32 W U	Fluorescente 2x14 W	LED Tubo T5 2x12 W
Fluorescente 1x32 W	Fluorescente 1x28 W	LED Tubo T5 1x16 W
Fluorescente 1x32 W	Fluorescente 1x28 W	LED Tubo T5 1x16 W
Fluorescente 2x32 W	Fluorescente 1x28 W	LED Tubo T5 2x16 W
Fluorescente 2x32 W	Fluorescente 1x28 W	LED Tubo T5 2x16 W
Fluorescente 2x32 W-U	Fluorescente 2x14 W	LED Tubo T5 2x12 W
Fluorescente 1x59 W	Fluorescente 1x35 W	LED Tubo T5 2x16 W
Fluorescente 2x32 W	Fluorescente 2x28 W	LED Tubo T5 2x16 W
Fluorescente 2x32 W	Fluorescente 2x28 W	LED Tubo T5 2x16 W
Fluorescente 1x32 W	Fluorescente 1x28 W	LED Tubo T5 1x16 W
Fluorescente 2x32 W	Fluorescente 2x28 W	LED Tubo T5 2x16 W
Fluorescente 2x32 W	Fluorescente 2x28 W	LED Tubo T5 2x16 W
Fluorescente 2x59 W	Fluorescente 2x28 W	LED Tubo T5 2x16 W

En alumbrado exterior, la NOM-007-ENER-2004, en sus numerales 6.1, 6.2 y 6.3 indica:

- En el caso de fachadas de edificios la eficacia de la fuente de iluminación que se utilice para su iluminación no debe ser menor a 22 lm/W.
- La DPEA para las áreas exteriores restantes, que formen parte de los edificios contemplados dentro del campo de aplicación de la presente Norma no debe ser mayor de 1,8 W/m².
- Los estacionamientos cubiertos, cerrados o techados, que formen parte de los edificios contemplados dentro del campo de aplicación de esta Norma, la DPEA a cumplir no debe ser mayor de 3 W/m² y, para los estacionamientos abiertos no debe exceder lo establecido en la siguiente tabla.

Tabla 5. Valores máximos de Densidad de Potencia Eléctrica para Alumbrado (DPEA) para estacionamientos abiertos

Área a iluminar m ²	Densidad de potencia W/m ²
< 300	1,80

³² NOTA: A pesar de que la tecnología T12 está fuera de uso según lo establece la NOM-028-ENER-2010, aún existe un gran número de sistemas de este tipo en operación y todavía es asequible en el mercado equipos para reposición, por lo que todavía se presentan como alternativas pasar de sistemas T12 a sistemas T8, T5 o LED's. La elección del usuario dependerá principalmente del valor de la inversión, mayor para T5 y aún más para LED's, que para T8, a pesar de la mayor eficacia de las dos primeras.

Área a iluminar m ²	Densidad de potencia W/m ²
de 300 a < 500	0,90
de 500 a < 1 000	0,70
de 1 000 a < 1 500	0,58
de 1 500 a < 2 000	0,54
> 2 000	0,52

Fuente: NOM-007-ENER-2004

La reducción en el consumo de energía eléctrica depende de la tecnología a sustituir (anterior) por la nueva tecnología, en términos generales se espera un ahorro que oscila en un rango del 20% hasta el 50%. La rentabilidad de un cambio total o parcial está en función de las características de la nueva tecnología que se instale, pero, sobre todo, de las condiciones y del tiempo de operación.

Por ello, se debe considerar que lo más frecuente es que a mayor porcentaje de reducción en el consumo de energía, se tendrá un mayor costo de la tecnología eficiente, por lo que se deberá en todos los casos considerar la relación inversión-ahorro para efectos de determinar el periodo de recuperación de cada alternativa. También cuenta en la evaluación de rentabilidad la tarifa eléctrica respectiva, las variables de operación y mantenimiento correspondientes.

Tabla 6. Algunas tecnologías que de mayor eficiencia energética en exteriores

Lámpara	Flujo Luminoso (lm)	Sustitución	Flujo Luminoso (lm)
Vapor de mercurio de 100 W	4,500	Vapor de sodio de alta presión de 70 W	6,300
Vapor de mercurio de 125 W	6,300	Vapor de sodio de alta presión de 70 W	6,300
Vapor de mercurio de 175 W	8,500	Vapor de sodio de alta presión de 100 W	9,500
Vapor de mercurio de 250 W	13,000	Vapor de sodio de alta presión de 150 W	16,000
Vapor de mercurio de 400 W	23,000	Vapor de sodio de alta presión de 250 W	28,000
Halógena (yodo-cuarzo) 300 W	6,000	Vapor de sodio de alta presión de 70 W	6,300
Halógena (yodo-cuarzo) 500 W	10,950	Vapor de sodio de alta presión de 100 W	9,500
Halógena (yodo-cuarzo) 1,000 W	21,000	Vapor de sodio de alta presión de 250 W	28,000
Halógena (yodo-cuarzo) 1,500 W	33,000	Vapor de sodio de alta presión de 400 W	50,000
Luz mixta de 160 W	2,900	Vapor de sodio de alta presión de 70 W	6,300
Luz mixta de 250 W	5,500	Vapor de sodio de alta presión de 70 W	6,300
Luz mixta de 500 W	14,750	Vapor de sodio de alta presión de 150 W	16,000
Fluorescente de 215 W	14,800	Vapor de sodio de alta presión de 150 W	16,000

VIII. Sistema de Aire Comprimido

El “aire comprimido grado médico” que es utilizado en los hospitales se utiliza en dos aplicaciones, ya sea en aplicaciones médicas o para equipos neumáticos médicos. Se define “aire comprimido grado médico” o “aire grado médico” como aquel aire casi puro, sin partículas y totalmente libre de aceite, ya que se requiere que el aire para uso médico debe ser seco por lo que el equipo que genera el aire comprimido debe contar con un sistema especial de secado. Esto es importante para evitar la formación de gotas de agua dentro de los ductos, pero debe cuidarse de no secarlo a un nivel inferior a ese punto sería un desperdicio de recursos ya que habría que humidificarlo para ser inhalado sin perjuicio de la salud de los pacientes.

En la norma ISO 8573-1:2000 indica la cantidad de contaminación admisible por cada metro cúbico de aire comprimido. En aplicaciones críticas, como es el aire respirable de uso clínico, normalmente solo requiere una calidad de Clase 2.2.1 o Clase 2.1.1. En la siguiente tabla se presentan los valores de la calidad del aire comprimido de acuerdo a la norma en comento.

Tabla 7. Clasificación de la calidad del aire comprimido de acuerdo a la norma ISO 8573-1:2000

ISO8573-1:2010 CLASE	Partículas			Concentración de masa mg/	Agua		Aceite
	Número máximo de partículas por m ³				Punto de rocío de presión	Líquido	Aceite total (líquido, aerosol)
	0.1 – 0.5 µm	0.5 – 1 µm	1 – 5 µm				mg/ m ³
0	Según especifica el usuario o el proveedor del equipo y más estricto que la Clase 1						
1	≤ 20,000	≤	≤	-	≤ - 70°C	-	0.
2	≤ 400,000	≤ 6,000	≤ 100	-	≤ - 40°C	-	0
3	-	≤ 90,000	≤ 1,000	-	≤ - 20°C	-	1
4	-	-	≤ 10,000	-	≤ +3°C	-	5
5	-	-	≤ 100,000	-	≤ +7°C	-	-
6	-	-	-	≤	≤ +10°C	-	-
7	-	-	-	5-	-	≤ 0.5	-
8	-	-	-	-	-	0.5 - 5	-
9	-	-	-	-	-	5 - 10	-
X	-	-	-	>	-	> 10	>

Fuente: norma ISO 8573-1:2000

De acuerdo a la norma NOM-016-SSA3-2012, las áreas que deben contar con aire comprimido son:

- El área de recuperación pos anestésica debe tener como mínimo una cama-camilla por sala de operaciones, equipo para aspiración controlada con sistemas fijos o portátiles, así como tomas de oxígeno y de aire comprimido;
- En cada cubículo o módulo deberán existir dos tomas fijas para el suministro de oxígeno medicinal, una toma fija de aire comprimido, así como dos tomas fijas de aspiración controlada. Canastilla con frasco empotrada en cada cama.

- Debe contar con una toma fija por cama para el suministro de oxígeno, una toma fija de aire comprimido por cada dos camas, así como de una toma fija de aspiración controlada, pudiendo ser esta última por medio de equipos portátiles.

Cabe señalar que en algunas ocasiones se llega a presentar que al existir mayor demanda de usuarios (crecimiento de los servicios del hospital), se requiera mayor volumen de aire comprimido, por lo que se decide adquirir otro equipo. Antes de tomar la decisión de la compra de un nuevo compresor, es recomendable estimar el nuevo volumen de consumo del aire comprimido, para con ello verificar si es necesario la nueva compra o no. En ese caso, la identificación de fugas de aire comprimido y la instalación de tanques pulmón maximizarían la producción de los equipos instalados y se evitaría la erogación de un nuevo compresor.

VIII.1 Programa para la reparación de fugas de aire comprimido

Objetivo de la medida

Realizar verificaciones periódicas al sistema de distribución de aire comprimido y equipos consumidores para identificar posibles fugas el sistema y realizar las reparaciones en las líneas o en los equipos usuarios.

Problemática encontrada

Un problema común en los sistemas de aire comprimido es que las fugas son casi imperceptibles, ya que como el aire es inodoro e incoloro, su detección se hace complicada. Esto provoca que, si no se cuentan con tanques pulmón, el compresor opere de manera continua, con muy pocas paradas por día, o en caso de que se cuente con el tanque o tanques pulmón, se llegue a un punto en que exista caída de presión y, por ende, reducción en el suministro del aire comprimido. Dando como consecuencia la falta del fluido en los casos de tratamiento médico o, en la falta de operación de los equipos que lo utilizan.

Derivado de que la calidad del aire grado médico, su costo de producción es alto, esto porque requiere de mayor filtración que un aire comprimido de menor grado de pureza. Los costos tanto de operación, como de mantenimiento (sobre todo repuestos de filtros), incrementan la inversión del capital inicial. Aproximadamente las fugas llegan a representar entre un 20 a un 30% de pérdidas de la capacidad del compresor³³. Las fugas principalmente se localizan en las uniones de las tuberías o en las válvulas.

Mejores prácticas

Para eliminar las fugas de aire comprimido, se puede implementar un programa preventivo de fugas, el cual será parte de las inspecciones de mantenimiento. De acuerdo al tamaño del nosocomio y de

³³ Guías prácticas para ahorrar energía en los sistemas de aire comprimido”, CONAE, México. Best practice, Compressed Air <http://www.airbestpractices.com>; Compressed Air and Gas Institute (CAGI) <http://www.cagi.org/>.

la instalación del aire comprimido, el personal deberá establecer un calendario de inspección. El Programa se compondrá de los siguientes pasos:

- Paso 1. Identificación de fugas.
- Paso 2. Estimación del nivel de fugas.
- Paso 3. Reparación de fugas.

Paso 1. Identificación de fugas

1. Como las fugas del aire comprimido son inodoras e incoloras, pasan desapercibidas, aunque se puede detectar por sonido, siempre y cuando el tamaño de la fuga sea audible y estuviera el área a inspeccionar en silencio. Existen diferentes métodos para su localización; siendo la mejor forma mediante un detector acústico ultrasónico (ver Ilustración 5). Éste aparato puede reconocer la alta frecuencia de los ruidos y sonidos asociados con las fugas de aire. La desventaja es que el costo es alto. Otro método simple y tradicional es el utilizar espuma de jabón, la cual se aplica con una brocha en las áreas a inspeccionar.
2. Los puntos comunes donde se presentan las fugas son: acoplamientos, mangueras, tubos, reguladores de presión, tomas fijas de aspiración controlada, trampas abiertas de condensados, válvulas, sellos de las tuberías, desconexiones y juntas en mal estado, por mencionar algunas.
3. Revise las líneas de distribución, tanto las ubicadas en el exterior como las del interior.

Ilustración 5. Detector de fugas por ultrasonido con visualizador LCD ³⁴



³⁴ http://img.directindustry.es/images_di/photo-g/81977-9976727.jpg

Paso 2. Determinación del nivel de fugas

Este paso es un tanto complicado, ya que lo tiene que hacer cuando el sistema no presente fugas, ósea, acabado de hacer un mantenimiento mayor al sistema. Ahora bien, también en los registros de operación, puede verificar si cada día su compresor trabaja más tiempo de lo normal, ya que esto será signo de que comienza a presentarse fugas en el sistema. Las actividades que debe de realizar en este paso son:

1. Registre los períodos de ‘carga’ y ‘no carga’, tomando el tiempo en cada uno de ellos, además verifique que, si se presenta un incremento en el período de carga para el mismo nivel del servicio hospitalario, nos indica que los niveles de fugas han aumentado. Si su compresor cuenta con un medidor de tiempo, puede registrar este tiempo y analizar el comportamiento.
2. La forma de determinar el nivel de fugas (esto de manera global) es conociendo el caudal (VC) del compresor y el porcentaje de fugas, este porcentaje tómelolo como un porcentaje del tiempo que opera de más su compresor. Con estos dos valores puede obtener el flujo de las fugas (VL) con la siguiente ecuación:

$$VL = (VC \times \%Fugas)$$

Las unidades dependerán de las unidades de gasto en las que este el caudal, por ejemplo, m³/min., ft³/min., etc. Este cálculo es una aproximación. Si tiene contabilizado el costo del aire comprimido, con este valor puede estimar el costo por fugas.

Paso 3. Reparación de fugas

1. Una vez determinados los sitios donde se presenta la fuga, el siguiente paso es iniciar la planeación de las actividades de reparación. Esta planeación deberá tomar en cuenta los servicios del hospital y la ubicación de las fugas, ya que los servicios hospitalarios no pueden dejar de contar con ninguno de los servicios vitales.
2. Una vez que se reparan las fugas, nuevamente evalúe el sistema, por lo que debe repetir el paso 2.

VIII.2 Instalación de tanque pulmón

Objetivo de la medida

Instalar un tanque pulmón en el sistema de suministro de aire comprimido, con el objetivo de reducir el tiempo de operación del compresor de aire y bajar el consumo de energía eléctrica.

Problemática encontrada

Se llega a encontrar que, en el sistema de aire comprimido solo este instalado el compresor, el sistema de acondicionamiento del aire comprimido (filtros, secado y enfriamiento) y la red de distribución y, en el mejor de los casos, se cuenta con un tanque pulmón de baja capacidad instalado

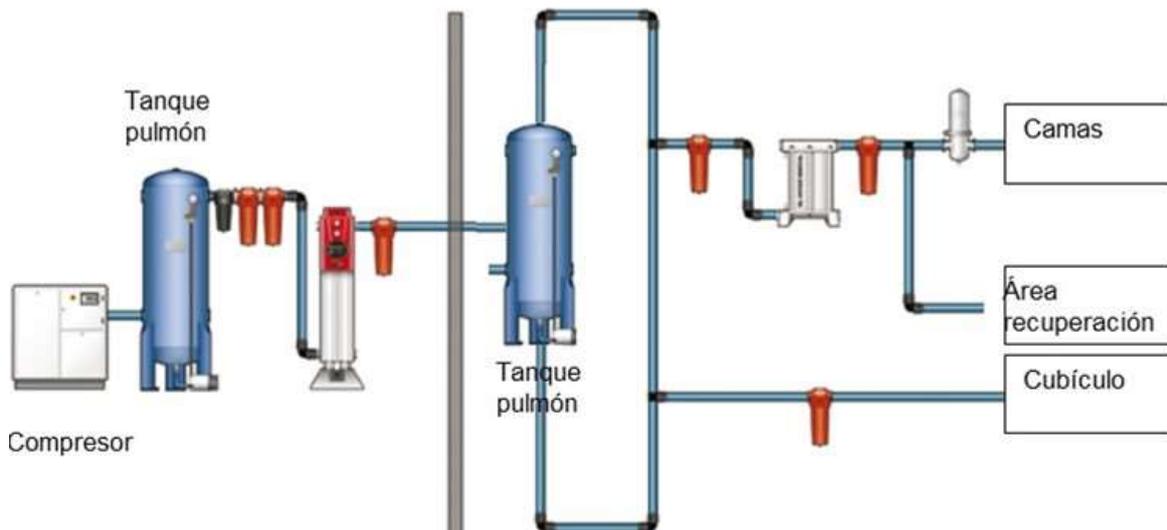
posteriormente del compresor, pero no existe un tanque pulmón cerca de los usuarios que permita brindar el servicio de manera directa, en caso de que falle el compresor y se preserve el servicio del aire. En el primer caso (sin tanque pulmón) el compresor opera más tiempo de lo necesario. Mientras que al existir el tanque pulmón, la demanda del aire se toma de éste reservorio, por lo que el compresor no opera hasta que el tanque pulmón baje su reserva a un cierto nivel. El contar con un tanque pulmón hace que se garantice durante un tiempo determinado, el suministro del servicio, en caso de una falla del compresor, además de que se reduce considerablemente el tiempo de operación del compresor.

Mejores prácticas

Se conoce como "tanque pulmón" al recipiente que se utiliza para almacenar el aire comprimido. El "tanque pulmón" es un reservorio de aire comprimido que luego será utilizado en el punto requerido. Este se utiliza debido a que, en momentos en donde el hospital tenga un mayor número de pacientes o que se utilice el aire comprimido de manera simultánea (máxima demanda), sería imposible abastecerlos mediante el caudal aportado por un compresor de manera directa.

El tanque es utilizado para controlar la demanda pico del aire comprimido, además que con éste se reducen las caídas de presión en el sistema, cuando la demanda pico se presenta. Con ello, se mantiene el servicio del aire comprimido, además se asegura mantener en operación aquellos servicios críticos. Se instala un tanque pulmón principal inmediatamente después del compresor, y otro tanque pulmón cerca de los usuarios.

Ilustración 6. Sistema de aire comprimido con tanques pulmón.



El beneficio energético que se puede alcanzar está entre el 10 al 20% del consumo de energía del compresor, presentando un retorno simple de la inversión entre los 3 a los 5 años. Un punto que

tiene que considerar es conocer la demanda de aire comprimido del hospital, ya que, si es una alta demanda y existe el espacio para colocar un tanque pulmón cerca de los usuarios, entonces es conveniente colocarlo, en caso contrario, de no contar con una alta demanda, con un tanque pulmón podría ser más que suficiente. También considere que antes de aplicar la medida de instalación de un tanque pulmón de aire, se debe de asegurar que el sistema no presenta fugas considerables, así como definir el perfil de consumo de los usuarios, identificando flujo y presión de suministro en el horario pico.

VIII.3 Sustitución de compresor de aire ineficiente por un compresor de mayor eficiencia y con recuperación de calor³⁵

Objetivo de la medida

Sustituir el compresor de aire de baja eficiencia³⁶ por un compresor de mayor eficiencia energética.

Problemática encontrada

Es común encontrar por el tema de redundancia del servicio, los compresores de aire estén sobredimensionados, lo que provoca que su operación no sea eficiente, ya que, al operar el sistema a carga parcial, consumen más energía por unidad de volumen de aire producido. En otros casos, se puede presentar que, por la antigüedad de las instalaciones o por falta de recursos, el compresor sea recíprocante y no muy eficiente e impulsado por un motor eléctrico estándar. También puede presentarse que por el propio tiempo del uso del compresor y de su desgaste natural, éste presente mayor tiempo en su operación y por ende, un mayor consumo eléctrico para producir la misma cantidad de aire requerido.

Por otra parte, como se genera calor del mismo proceso de compresión del aire, éste bien se podría aprovechar para calentar agua; sin embargo, los compresor antiguos no venían equipados con un recuperador de calor. Por lo que un beneficio adicional es que al momento de sustituir un compresor viejo por uno nuevo, este último podría venir equipado con recuperador de calor, con lo cual se podría aprovechar la energía de rechazo para calentar agua.

En promedio la vida útil de un sistema de aire comprimido oscila entre los 10 a 15 años y los costos del sistema durante su vida útil son en promedio del 80% por consumo de la electricidad, 15% en inversión de capital y un 5% en el mantenimiento del sistema.

³⁵ Fuente: Guías Prácticas para Ahorrar Aire Comprimido, CONAE, México; Guía de Aire Comprimido, CONUE, México. Consejos para ahorrar energía en sistemas de aire comprimido, CONAE, México. Best practice, Compressed Air <http://www.airbestpractices.com>; Compressed Air and Gas Institute (CAGI) <http://www.cagi.org/>.

³⁶ Los compresores actuales presentan una alta relación de eficiencia CAGI, entre los 20.8 a los 16 kW/100 CFM.

Mejores prácticas

Se pueden sustituir los compresores viejos por compresores de tipo tornillo, preferentemente, o también existen compresores reciprocantes de mayor eficiencia³⁷. Ahora bien, si el compresor o los compresores están sobre dimensionados, su eficiencia es muy baja. La recomendación para que con ello se obtenga una operación más eficiente (esto cuando la demanda es menor que la demanda pico) es adquirir varios compresores pequeños con un control secuenciador de arranque, permitiendo así una operación más eficiente, ya que cuando la demanda es menor que la demanda pico, operará un solo compresor, mientras que cuando la demanda va subiendo, se encienden secuencialmente los otros compresores. Aunque si se tienen tanques pulmón, esto alivia el trabajo del compresor.

Para poder realizar la sustitución, se debe de haber estimado la demanda del aire comprimido, (perfil de carga son todos los consumidores), en donde se tomen en cuenta las variaciones de la demanda durante el tiempo de uso del aire comprimido, sobre todo, identificando las horas pico de la demanda.

Para tomar la decisión de sustituir el compresor viejo por uno nuevo considere los siguientes puntos:

1. ¿Se cubre con la demanda total de aire comprimido?
2. ¿Tienen más de 15 años de antigüedad los compresores?
3. ¿Lleva varios paros por fallo de los compresores?
4. ¿Los compresores han perdido presión?
5. ¿Los costos de mantenimiento se han incrementado?

En caso de que la cuatro primeras preguntas sus respuestas fueran negativas y la quinta es positiva, quiere decir que se requiere una sustitución del compresor de aire. Un punto que se tiene que cuidar y antes de cambiar el compresor es que verifique que el compresor este en cumplimiento de las normas internacionales NFPA-99, e ISO8573.1: 2001 - Grado Médico. En la adquisición de un equipo compresor, asegúrese de que el fabricante le proporcione la garantía por escrito correspondiente al cumplimiento de cualquiera de las normas comentadas, indicando la calidad del aire suministrado.

³⁷ El Instituto de Gas y Aire Comprimido (CAGI por sus siglas en inglés, Compressed Air and Gas Institute), tiene regulado la presentación de los datos técnicos de los compresores,

IX. Sistema de Fuerza y equipos impulsados

Se considera al Sistema de Fuerza como aquel Sistemas Electromecánicos que está compuesto de un motor eléctrico que impulsa o mueve un sistema mecánico, siendo bombas, equipos de aire acondicionado, ventiladores, refrigeración, elevadores, etc. Existen diferentes tipos de motores eléctricos, sin embargo los de mayor aplicación son los motores eléctricos de inducción.

IX.1 Cambio de motor estándar por motor Premium o de alta eficiencia

Objetivo de la medida

Sustitución de motores eléctricos de inducción estándar, por motores eléctricos de inducción de alta eficiencia o eficiencia premium.

Problemática encontrada

Desde la entrada en vigor de la norma NOM-014-ENERen 1997 (posteriormente su actualización en 2004) y, en conjunto con la norma NOM-016-2010, en el país sólo se fabrica y comercializan motores eléctricos de alta eficiencia, por lo que se dejaron de fabricar y paulatinamente se dejaron de comercializar los motores con eficiencia estándar. Actualmente se venden no solo motores de alta eficiencia sino del tipo Premium, ambos motores tienen una eficiencia que oscila entre 90 al 96% mientras que los motores estándar presentan una eficiencia que varía entre el 80 y 90%. Justamente esta diferencia de eficiencia radica en que los componentes tanto de alta eficiencia como premium son de mayor calidad que los motores estándar.

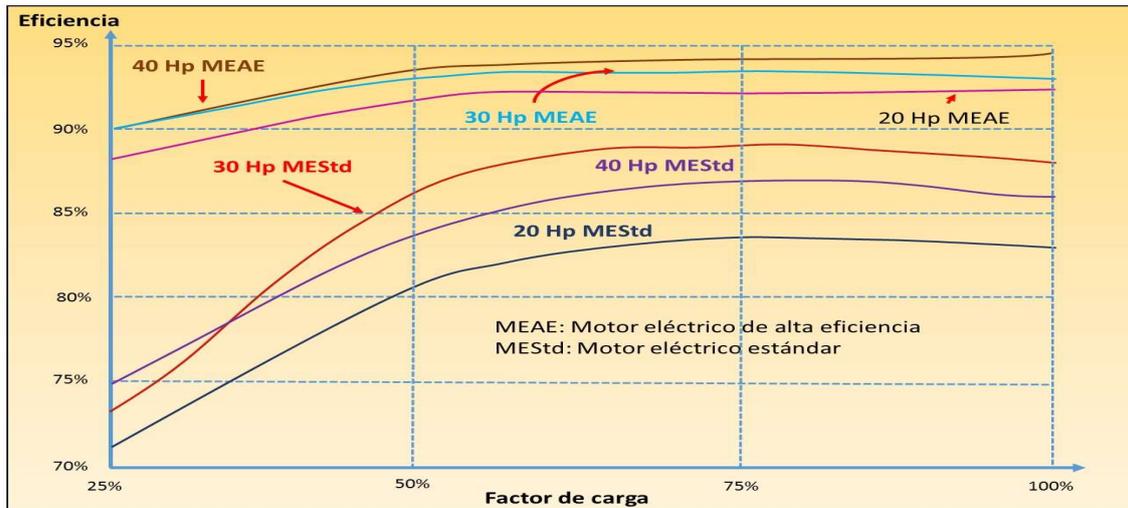
Las normas aplicables para la sustitución son: 1) NOM-014-ENER-2004, Eficiencia energética de motores eléctricos de corriente alterna, monofásicos, de inducción, tipo jaula de ardilla, enfriados con aire, en potencia nominal de 0,180 kW a 1,500 kW. Límites, método de prueba y marcado y; 2) NOM-016-ENER-2010, Eficiencia energética de motores de corriente alterna, trifásicos, de inducción, tipo jaula de ardilla, en potencia nominal de 0,746 a 373 kW. Límites, método de prueba y marcado.

En la siguiente gráfica se presenta la comparativa de la eficiencia de motores estándar vs motores de alta eficiencia, en donde se aprecia las curvas a diferentes cargas y, que claramente se denota que los motores de alta eficiencia tienen un mayor performance.

Gráfica. 1. Comparativa de curvas de eficiencia de motores estándar vs alta eficiencia en función del factor de carga³⁸

38

[http://www.cnee.gob.gt/EficienciaEnergetica/FIDE/004%20M%C3%B3dulo%20IV%20\(AEE%20Motores%20de%20Inducci%C3%B3n\).pdf](http://www.cnee.gob.gt/EficienciaEnergetica/FIDE/004%20M%C3%B3dulo%20IV%20(AEE%20Motores%20de%20Inducci%C3%B3n).pdf)



Mejores prácticas

Se recomienda ampliamente tener estos tipos de motores (alta eficiencia y Premium) sobre todo cuando se proyectan instalaciones nuevas, o equipos nuevos, esto es, cuando se adquieren equipos de aire acondicionado o refrigeración, así como compresores, bombas, etc. En el caso de la sustitución de motores estándar por motores de alta eficiencia o Premium debe realizarse preferentemente en aquellos motores que estén cercanos al término de su vida útil o que hayan sido varias veces rebobinados, así como aquellos que tengan un bajo factor de carga (menor al 40%), y cuyas potencias sean mayores a los 30 hp y su operación sea de al menos 6,000 horas por año.

Referente a la rentabilidad, la sustitución es viable cuando los motores eléctricos operan arriba de las 4,000 horas por año, recuperándose la inversión de dos años y medio a tres años. Los motores que se adquieren debe verificar que cuenten con certificado NOM o incluso, hay motores de sello FIDE³⁹. Existen herramientas de computo que sirven para el cálculo de ingeniería en el cambio de los motores estándar por los de alta eficiencia, este software es el Motor Master+ International⁴⁰. Puede evaluar el remplazo o reparación de un rango más amplio de motores, incluyendo los de 60 hz probados por el IEEE.

IX.2 Instalación de variadores de frecuencia

Objetivo de la medida

Instalar un variador de frecuencia que permita operar los motores eléctricos de una manera adecuada a la capacidad de potencia requerida, manteniendo las condiciones óptimas de operación.

³⁹ Los productos con Sello FIDE A y Sello FIDE B, deben cumplir con las Normas, Leyes, Reglamentos, instructivos del fabricante, etc. vigentes relacionadas con su instalación y aplicación.

⁴⁰ Fuente: http://www1.eere.energy.gov/manufacturing/tech_assistance/software_motormaster.html

Problemática encontrada

Bombas, compresores y ventiladores no siempre operan a gasto constante, sino es común encontrar que funcionan a gasto variable. Esto obliga a ajustar el caudal suministrado por estos equipos por medio de algún dispositivo de estrangulamiento, que suele ser una válvula de ajuste o control en las aplicaciones de bombeo o las rejillas de control de tiro en ventilación. Lo que provoca un mayor consumo de energía con respecto aquellos que operan a velocidad constante. En este sentido, se requiere que la operación de los equipos antes mencionados trabaje a diferentes velocidades, lo que permitiría una mejor eficiencia de operativa.

Es por ello que existen en el mercado “variadores de frecuencia” que son un equipo de control que permite la variación de velocidad en el motor sin ningún accesorio extra entre el motor y la carga. Además, este dispositivo es una excelente protección para el equipo, por lo que ha llegado a ser uno de los sistemas de control más usados en los últimos años. La principal ventaja que ofrece es la de disminuir los consumos de energía eléctrica en los equipos impulsados, dando como resultado considerables disminuciones en los costos de operación.

Mejores prácticas

El variador de frecuencia es un equipo electrónico de control que permite la variación de velocidad en el motor sin otro accesorio mecánico entre el motor y el equipo impulsado. Entre las ventajas que se obtiene al aplicar un variador de frecuencia es la de disminuir los consumos de energía eléctrica en las bombas centrífugas, ventiladores, compresores de aire y otras aplicaciones que controla, dando como resultado considerables disminuciones en los costos de operación. También se usa el variador de frecuencia cuando se requiere de un dominio del par y la velocidad, esto brinda una regulación sin golpes mecánicos.

Las ventajas del variador de frecuencia con la alimentación convencional son:

1. Elemento de protección eléctrica para el motor eléctrico⁴¹.
2. Elemento de protección mecánica para el motor eléctrico⁴².
3. Menor consumo de energía eléctrica⁴³.
4. Flexibilidad en la operación y eliminación de motoredutores⁴⁴.

Para que la aplicación del motor eléctrico sea candidato a que se le instale un variador de frecuencia, en el caso de bombas, antes se debe de asegurar que:

⁴¹ Protege contra límite de corriente, fallo de tierra, protección contra caída de tensión, etc.

⁴² Al realizar arranques y paradas suaves evita daños en elementos auxiliares, por lo que alarga la vida del motor.

⁴³ Al controlar par-velocidad en el motor, se regula la potencia entregada y por ende, hay un menor consumo de energía eléctrica.

⁴⁴ Con un variador la velocidad se ajusta a la velocidad necesaria, por lo que cubre la necesidad de regulación de flujo, o de movimiento mecánico, además que el variador al ser un elemento de control electrónico, es viable controlarlo a distancia mediante una computadora.

1. El sistema (bombeo de agua, compresores de aire, ventiladores de aire) trabaje con gasto variable.
2. El flujo se controla por medio de una válvula de estrangulación o recirculación con control de flujo.
3. Diámetro del impulsor constante en el caso de las bombas.

La mayoría de las bombas son impulsadas por un arranque simple del motor eléctrico, por ello el motor funciona a su máxima velocidad. En los casos de que se requiera bajos niveles de flujo, la solución normal es utilizar una regulación de estrangulamiento, que es un medio de control ineficientes, lo que provoca que el consumo energético de la bomba se mantenga en su máxima capacidad. La solución para la regulación del flujo es instalar a la bomba un variador de frecuencia que le permita al motor eléctrico variar su velocidad, y así variar la velocidad de la bomba para regular el flujo del agua. Esto trae excelentes beneficios comparados con las soluciones convencionales, ya que se puede alcanzar hasta un 30% de reducción en el consumo de energía eléctrica, con un retorno simple de la inversión del orden de los 2 años.

IX.3 Sustitución de bombas centrífugas que tengan una operación de baja eficiencia, por bombas que operen a una mayor eficiencia⁴⁵.

Una bomba transforma energía mecánica a carga hidráulica al agua (energía en forma de presión, altura y velocidad), dicha energía mecánica proviene del accionamiento de un motor eléctrico, que a su vez convierte la energía eléctrica en energía mecánica transmitida a la bomba.

Objetivo de la medida

Sustituir las bombas centrífugas que tengan una operación de baja eficiencia, por bombas que operen a una mayor eficiencia.

Problemática encontrada

Por el tiempo de operación de las bombas, estas sufren desgaste en su impulsor y comúnmente van perdiendo eficiencia y por consecuencia, comienzan a consumir mayor cantidad de energía eléctrica. Otro problema de la baja eficiencia en una bomba puede ser por haber hecho una mala selección de la bomba o por que las condiciones de operación cambiaron (carga, gasto).

En términos generales, en un sistema de bombeo se recomienda el cambio de los equipos motor y bomba, por otros más eficientes, verificando que el que se sustituya no este sobre dimensionado, por lo que se tiene que verificar su carga, en caso que este sobre dimensionado, se tendría que estimar el tamaño adecuado y que cumplan por lo menos con las mismas condiciones de operación

⁴⁵ NOM-001-ENER-2014, Eficiencia energética de bombas verticales tipo turbina con motor externo eléctrico vertical. Límites y método de prueba.

que el sistema original, así como dar un mantenimiento preventivo adecuado para evitar fallas en los mismos.

Mejores prácticas

Entre los beneficios que traen la implementación de sustituir la bomba que se encuentre operando en ese momento por una bomba de mayor eficiencia es el tener una mejor operación del sistema, menor consumo de energía y, por ende, un menor costo de la energía, así como reducción en el costo del mantenimiento (al ser equipo nuevo).

El potencial en la reducción del consumo de energía es mediante la comparación del consumo de la energía que se retiró con el consumo de la nueva bomba, este diferencial es el ahorro energético.

IX.4 Otras medidas complementarias

Las siguientes son algunas de las acciones de mayor impacto para mejorar las condiciones energéticas de sistemas de bombeo:

- Rehabilitar la bomba (en caso dado, haga el cambio de impulsores y filtros), para aumentar a la eficiencia original.
- Esmaltado de tazones en bombas tipo turbina.
- Realizar un mantenimiento periódico a los pozos, cuando sean éstos la fuente alimentación de agua.
- Aplicar controles automáticos en el equipo de bombeo.
- Dar mantenimiento a las líneas, válvulas y accesorios para evitar fugas.
- Rediseñar la red de distribución de fluidos para disminuir pérdidas;
- Instalación de variadores de frecuencia.
- Recorte de impulsor de la bomba para mejorar su punto de operación.
- Eliminar la operación de la bomba con cavitación.

X. Sistema de Acondicionamiento de Aire y Refrigeración

El acondicionamiento del aire se define como brindar a un cierto espacio cerrado las condiciones de temperatura, humedad relativa, pureza del aire y, en ocasiones, también de presión que se requieren para el desarrollo de las actividades hospitalarias, las cuales pueden ser en quirófanos, laboratorios, consultorios, site, entre otros espacios.

Hay varios factores que determinan el consumo de energía de los equipos de aire acondicionado, tales como son los materiales de construcción del inmueble, ubicación geográfica, orientación, vecindades con otros inmuebles, usos de la zona a acondicionar, infiltraciones y los equipos utilizados.

Al existir diferentes tecnologías para acondicionar el aire, a continuación, se presentan los casos más tipos aplicables a los hospitales.

X.1 Reparación del aislamiento de la tubería del agua helada

Objetivo de la medida

Reparar el aislamiento térmico en tuberías, válvulas y bridas del sistema de agua helada, en las secciones frías.

Problemática encontrada

Llega a ser frecuente y hasta cierto punto normal, el encontrar que las tuberías y accesorios de agua helada no cuenten con aislamiento térmico, o bien, por cuestiones de la operación cotidiana en los procesos, el aislamiento térmico se dañe y no sea repuesto. En estas tuberías es fácilmente identificable la necesidad de instalar aislamiento térmico para frío, ya que las tuberías y accesorios se cubren de escarcha o hielo.

La carencia de aislamiento térmico en las tuberías frías ocasiona, además de pérdidas de energía, el que se origine otro tipo de problemas, tanto operativos como de seguridad laboral. Algunos de ellos se anuncian a continuación:

- Como consecuencia de la formación de hielo en la superficie de la tubería y debido al calor del medio ambiente, parte del hielo se convierte en agua líquida cayendo al piso, lo que puede causar accidentes laborales, toda vez que esta agua lo hace resbaloso;
- El hielo en la superficie de las tuberías, incrementa la corrosión en las mismas;
- Al no estar aisladas las tuberías y accesorios, del lado frío, se provoca una mayor carga térmica, la cual, el sistema de refrigeración debe de abatir, operando un mayor tiempo para compensar esta carga térmica extra. Esto provoca que se incremente el consumo de energía eléctrica y, por ende, una mayor facturación, incrementando los costos operativos.

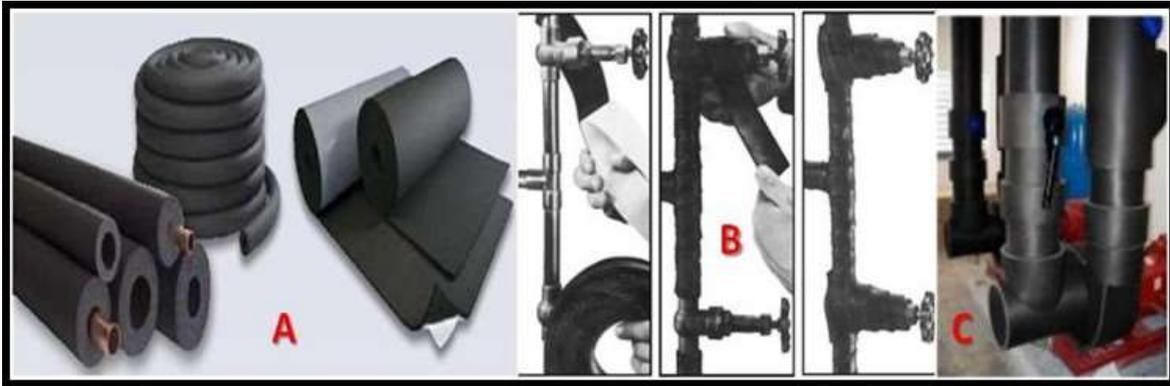
Mejores prácticas

El objetivo de instalar y mantener en buenas condiciones operativas el aislamiento térmico en las tuberías y accesorios, es el de retardar la ganancia de calor y controlar la condensación sobre ellas. La instalación del aislamiento térmico puede reducir el consumo de energía eléctrica del sistema de refrigeración entre un 1% y un 4%, así como disminuir el riesgo laboral, por lo que se recomienda llevar a cabo un programa de instalación de aislamiento en las tuberías frías que carecen de éste, así como en sus accesorios.

En la siguiente ilustración se muestra uno de los materiales aislantes que con mayor frecuencia es utilizado en los sistemas de refrigeración. Este es el aislamiento de elastómero que en la fotografía A, de dicha ilustración, se presenta en dos de sus formas comerciales, que son en forma de tubo y en rollo. En la fotografía B, se presenta cómo se puede aislar una tubería y sus válvulas utilizando

elastómero en forma de lámina. Por último, en la fotografía C, se presenta una tubería de mayor diámetro con aislamiento de elastómero.

Ilustración 7. Aislamiento elastomérico en presentación de tubo y láminas y su forma de instalarlo en válvulas y tuberías



Fuente: <http://www.recubrimientostermicos.com.mx/>; www.armacell.com

Cabe señalar que esta práctica debe estar enmarcada en el programa de mantenimiento programático y de mejoramiento de instalaciones. Existe una variedad de aislamientos térmicos que se utilizan para las tuberías frías, los cuales se enlistan en la siguiente tabla.

Tabla 8. Información general de algunos aislamientos térmicos para bajas temperaturas

Tipo	Información general	Rango de temperatura de uso [°C]
Elastómero	Es un termoaislante celular producido a partir de la mezcla de resinas espumadas y hules sintéticos. Tiene la propiedad de ser elástico y aun siendo deformado, puede retomar su forma original. Disponible en medias cañas, tubería y en rollo.	Tiene un rango de temperatura desde -57°C hasta 105°C que favorece para aislar superficies y tuberías de alta y baja temperatura.
	El elastómero generalmente es usado para tuberías, incluidos codos, tapas, válvulas, etc. Aplica en los condensadores o sistemas de refrigeración, tiene baja conductividad térmica además de atenuación acústica.	
	Una característica peculiar de este aislamiento es que también disminuye eficientemente el flujo de calor, tanto en tuberías de agua caliente, como en tuberías de servicio con temperatura dual.	
Foamglass	Es uno de los mejores aislantes térmicos. Tiene presentaciones en media caña para tuberías y placas. Sus características son:	El rango de operación en temperaturas va desde los -268°C hasta +482°C.
	• Impermeabilidad: Es totalmente hermético al agua. Gracias a sus células cerradas no absorbe la humedad. Por lo que su poder aislante se mantiene constante.	
	• Resistente a productos químicos: Resiste a los disolventes orgánicos y a la mayoría de los ácidos.	

Tipo	Información general	Rango de temperatura de uso [°C]
	<ul style="list-style-type: none"> • Incombustible: compuesto inorgánico de vidrio, es totalmente incombustible. No arde, impide la propagación de fuego y la formación de humos. • Ecológico: El vidrio celular es un producto ecológico desde la producción hasta su reciclaje. 	
Poliuretano	El poliuretano está formado por dos compuestos (Isocianatos y Polioliol) y está disponible en medias cañas, placas y espumado en sitio. Se utiliza para proteger térmicamente cámaras frigoríficas, como también para tanques, paredes y techos. Muy económico, fácil instalación, básico para cualquier construcción, industria y hogar, es una excelente solución en aislamiento térmico.	El rango de operación es desde los -30°C a los 110°C.
Poliestireno expandido	El poliestireno procedente del plástico, tiene excelentes propiedades térmicas actuando en bajas temperaturas, siendo así su baja conductividad y también acústica, ayudando a disminuir sonidos externos o internos. Su composición micro-celular cerrada evita el paso del calor y/o frío además de la humedad. El poliestireno expandido se encuentra en presentación de placa y media caña siendo un buen aislante	Tiene un rango de temperatura de -40° C hasta 80°C y, comúnmente, es aplicado en muros, losas y tuberías.

Para la instalación de los aislamientos térmicos se debe de consultar las siguientes normas:

- “Norma Oficial Mexicana NOM-009-ENER-2014 Eficiencia energética en aislamientos térmicos industriales”.
- “NRF-025-PEMEX-2009⁴⁶, Aislamientos Térmicos para Baja Temperatura, Petróleos Mexicanos”.

La primera norma establece la eficiencia energética de los sistemas de aislamientos térmicos, a través de la máxima densidad de flujo térmico permitida y el método de prueba para determinarla, en tuberías y equipos de los procesos nuevos y ampliaciones y modificaciones de los existentes, que operen a bajas⁴⁷ temperaturas dentro de los intervalos establecidos, que se instalen en la República Mexicana, independientemente del sistema termoaislante utilizado en la tubería o equipo.

⁴⁶ El objetivo de la norma es reducir las pérdidas de energía por la entrada de calor o energía del medio ambiente en las instalaciones industriales que operen equipos, recipientes y tuberías a baja temperatura y establecer los requisitos para la selección, diseño, especificación, montaje, inspección y mantenimiento de un sistema de aislamiento térmico.

⁴⁷ Se define como baja temperatura: menores de 298 K (25°C) y hasta 73 K (-200°C).

La segunda norma de referencia, establece los requisitos mínimos para la selección del espesor y aplicación de los materiales⁴⁸ e instalación⁴⁹ requeridos para conformar un sistema termoaislante de baja temperatura con rango de 298 K (25°C) y hasta 73 K (-200°C evitando riesgos en la salud de los trabajadores y minimizando el impacto ambiental para las instalaciones donde se apliquen estos materiales.

Los materiales termoaislantes deben cumplir con los siguientes requisitos⁵⁰:

- Deben ser resistentes al paso de calor dentro del rango de temperatura especificado.
- No deben ser corrosivos para la superficie del metal donde se instalará por lo que el usuario debe especificar el material por aislar.
- Su manejo no debe causar daños al personal por lo que no deben ser tóxicos y deben ser libres de asbestos y no deben ser clasificados como cancerígenos.
- No deben incrementar el riesgo en la instalación, por lo que no deben ser inflamables o combustibles y en caso de exponerse al fuego no deben desprender vapores tóxicos.
- Deben ser clasificados como residuos de manejo especial, tanto el material sobrante de la instalación inicial como el retirado cuando se terminó su tiempo de vida útil. No es permitido el uso de materiales que para su disposición final sean clasificados como residuo peligroso.
- Deben ser resistentes a bacterias y hongos
- Deben mantener sus propiedades, aún sometidos a temperaturas extremas. Después de 96 horas operando en ésta condición, no debe presentar grietas, roturas o disminución de espesor.
- La conductividad térmica debe ser constante a través de la vida útil de los mismos.
- Se requiere que los termoaislantes y materiales complementarios sean, en seco, y con pH alcalino 7.5 como mínimo. Se debe evitar el uso de materiales que al humedecerse adquieran condiciones de acidez para evitar corrosión.
- Debe evitarse el uso de materiales higroscópicos, ya que la presencia de agua genera soluciones de sustancias arrastradas por el vapor ambiental, como cloruros, nitratos y sulfatos, provocando corrosión sobre el acero al carbón y acero inoxidable.

⁴⁸ Estos materiales tienen como función básica mantener las condiciones de temperatura de operación de acuerdo a los requerimientos del proceso, en servicio de baja temperatura solo deben utilizarse materiales celulares.

⁴⁹ También la norma establece los requisitos técnicos y documentales, para la contratación del diseño, adquisición de materiales y la instalación de un sistema termoaislante.

⁵⁰ “Norma Oficial Mexicana NOM-009-ENER-2014 Eficiencia energética en aislamientos térmicos industriales”.

X.2 Reducción de la ganancia térmica mediante la instalación de ventanas eficientes y puertas de acceso de cristal.

Objetivo de la medida

En edificaciones que se van a remodelar, se recomienda efectuar la sustitución de las ventanas actuales por ventanas que disminuyan la carga térmica.

Problemática encontrada

Por lo general, tanto las ventanas como las puertas de cristal de un hospital cuentan con vidrio sencillo, sin película reflejante. La carga térmica que se obtiene a través de las ventanas y puertas de acceso en el hospital, son partes medulares en el diseño y operación del aire acondicionado, ya que entre más carga térmica exista las dimensiones del equipo serán mayores así como se incrementará el tiempo de operación de los mismos. Por ello y como una de las medidas de ahorro de energía en los edificios climatizados, se recomienda reducir la carga térmica mediante la implementación de aislamiento, que en el caso de las ventanas y puertas de acceso es colocar películas reflejantes en los vidrios o bien, que el diseño de las ventanas y puertas contemple el uso de doble o triple cristal, así como la aplicación de materiales con baja transmisión de calor en los marcos y en las puertas de acceso colocar cortinas de aire.

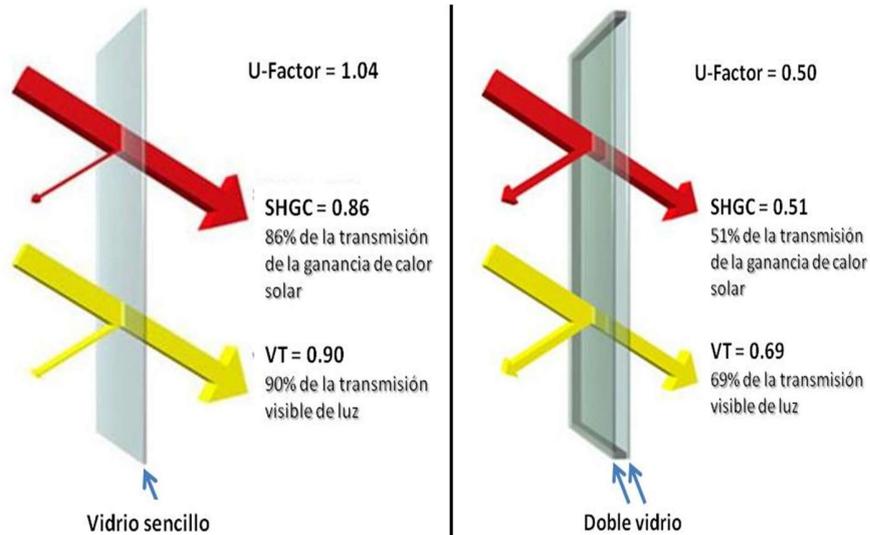
Mejores prácticas

Esta medida es correcta para no incrementar la carga térmica al aire acondicionado. Complementario a lo antes descrito, una buena práctica es que, al interior de los hospitales cuenten con cortinas en las ventanas, lo que permite ser un aislamiento térmico extra. Sin embargo, el utilizar las cortinas afecta la iluminación interior.

Bajo las condiciones actuales, el aire acondicionado representa un gasto considerable en la facturación de la energía eléctrica, por lo que implementar medidas que reduzcan el tiempo de operación de los equipos o minimicen las ganancias térmicas, es trascendental en la disminución de los costos en la facturación. Por ello, se sugiere que se sustituyan las ventanas actuales (que cuentan con un solo vidrio), a ventanas que tengan doble vidrio y de marco de aluminio con doble puente térmico, además de instalar en la puerta de acceso una puerta con entrada doble, con el objeto que evitar la pérdida de aire. Con ambas recomendaciones se reduce al mínimo la ganancia térmica por estos conceptos.

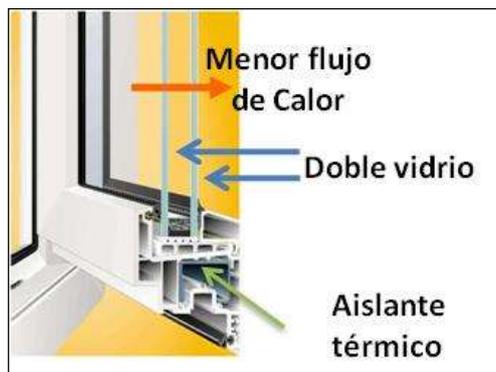
Ilustrando la comparativa del vidrio sencillo con el vidrio doble y, posteriormente, se muestra el marco de aluminio con puente térmico. La comparativa del rendimiento de una ventana con un solo vidrio claro (izquierda) y una ventana con doble vidrio y de alto rendimiento de color (derecha) se presenta en la siguiente ilustración. Tal y como se puede observar, el Factor U del primero es de 1.04, mientras que el de doble vidrio es de 0.5, por lo que la reducción es de un poco más de la mitad. Por ello, es ampliamente recomendable utilizar ventanas con doble vidrio. También existen en el mercado ventanas que llegan a tener hasta tres vidrios y entre ellos se inyecta gas noble (argón y kriptón), sin embargo, son demasiado costosos, por lo que se espera que conforme aumente la demanda los costos de éstos bajen.

Ilustración 8. Comparativa del tipo de acristalamiento



En la siguiente ilustración, se muestra en un corte transversal el vidrio doble en la ventana y el marco de aluminio con el doble puente térmico. Tal y como se puede apreciar, los vidrios se encuentran separados, donde el espacio libre permite crear una cámara de aire, el cual, sirve como resistencia térmica; por un lado, no permite que el calor externo pase al interior (vidrio externo) y por otro lado, mantiene el acondicionamiento del aire interno del edificio. Por otra parte, también se puede apreciar el puente térmico que existe en el marco de aluminio. Dicho puente tiene como objetivo el romper con la conducción del calor del exterior al interior, esto se logra al momento de fraccionar la estructura y utilizar otros materiales tengan un factor de conductividad bajo.

Ilustración 9. Marco de venta con vidrio doble y doble puente térmico



El ahorro de energía que se puede alcanzar en el sistema de ahora acondicionado se encuentra entre un 10 a 15 por ciento. También se estima que el periodo de recuperación de la inversión podría ser

de unos 5 a 10 años. Para mayor información pueden consultar la siguiente página www.efficientwindows.org.

X.3 Mantenimiento, correcta operación y reducción de la carga térmica de la unidad condensadora para un mejor desempeño

Objetivo de la medida

El mantener en una óptima operación la unidad condensadora es fundamental para un mejor desempeño tanto de la misma como del sistema de refrigeración.

Problemática encontrada

Llega suceder que, por la confiabilidad de este tipo de equipos, después de que los equipos han sido instalados, únicamente se les da mantenimiento cuando presentan fallas, o hasta el punto que sus fallas ya no les permiten funcionar, por lo que tienen que parar el sistema para hacer el mantenimiento correctivo. Este descuido se debe a que no hay una cultura de mantenimiento preventivo y mucho menos predictivo. Otro fenómeno que sucede es que, como la operación de los equipos se vuelve tan cotidiana, algunas recomendaciones de los fabricantes, con respecto a buenas prácticas operativas, pasan a tercer plano dentro de las labores diarias del hospital, quedando en el olvido. Esto se debe a que muchos de los manuales de operación y mantenimiento de los equipos se pierden durante el transcurso del tiempo.

Entre los problemas más comunes que presentan las unidades condensadoras, se tiene:

- Mala ubicación de la unidad condensadora, lo que impide que desaloje de manera correcta el calor residual, o bien que haya sido instalada en zonas con radiación directa del sol, lo que causa una carga térmica extra al sistema;
- Falta de limpieza en los radiadores, lo que disminuye su capacidad de enfriamiento;
- Daños en las aletas de los radiadores, lo que disminuye su capacidad de enfriamiento;

Mejores prácticas

Una de las mejores maneras de obtener un ahorro de energía y mantener un buen rendimiento tanto de la unidad condensadora como del sistema de refrigeración, es a través de un programa de mantenimiento preventivo y de buenas prácticas operativas. Dentro de las buenas prácticas que se pueden llevar a cabo en la unidad condensadora son las siguientes:

A. Ubicación

Es relevante la ubicación de las unidades condensadoras, ya que por lo regular éstas se encuentran a la intemperie, teniendo como carga térmica extra la energía solar. En este sentido, se recomienda que las unidades condensadoras estén provistas de un techo, que las cubra de la radiación solar directa, para reducir con esto la carga térmica. Además, las unidades condensadoras no deben, por

ninguna razón, ubicarse cerca a fuentes de calor, como sucede cuando se las instala a un costado del cuarto de calderas.

B. Limpieza y daños a las aletas;

Es muy importante revisar que la unidad condensadora no se encuentre bloqueada por basuras, grasa, pelusas o cualquier elemento que no permita una buena circulación de aire. Cada cierto tiempo debe limpiarse las aletas del condensador para permitir el libre flujo de aire. La frecuencia con la que se debe realizar esto es muy variable, dependiendo del lugar de instalación.

C. Instalación de variadores de frecuencia.

Utilizar variadores de velocidad en los ventiladores de los condensadores, para controlar su operación en función de la temperatura ambiente y de la temperatura del refrigerante.

D. Condensadores evaporativos

Los condensadores evaporativos utilizan un filtro húmedo para enfriar el aire exterior, aumentando su capacidad para desprender calor. Los ahorros varían entre un 3% y un 6%, con respecto a su propio consumo de energía eléctrica. Se busca este enfriamiento para que el compresor opere a presiones de descarga más bajas. Cabe señalar que esto varía del lugar geográfico de ubicación del sistema.

E. Tecnología Inverter

Esta tecnología adapta la velocidad del compresor⁵¹ de acuerdo a las necesidades del lugar, lo que permite proporcionar mayor o menor cantidad de gas refrigerante. Con éste tipo de tecnología el ahorro de energía oscila entre un 20 a un 40%.

F. Otras medidas

Se estima que es posible ahorrar entre un 2% y un 3% de energía eléctrica por cada grado que sea posible disminuir en la temperatura de condensación.

El dar oportunamente el mantenimiento y mantener una correcta operación, significa generar, entre ambas acciones, ahorros promedio de energía eléctrica, de alrededor del 2% al 6%, con respecto al consumo total de energía eléctrica del sistema de refrigeración. Se ha observado que para las inversiones que se requieren para llevar a cabo ambas acciones, el periodo simple de recuperación de la inversión es menor a un año.

⁵¹ La variación de velocidad se debe a que la corriente que utilizan este tipo de compresores es directa. Con esto se posibilita que el compresor trabaje hasta un 30 por ciento más y llegue con mayor rapidez a la temperatura deseada.

X.4 Nivel óptimo de carga del refrigerante

Objetivo de la medida

Comprobar que el nivel de la carga del refrigerante en los equipos de aire acondicionado y refrigeración sea el adecuado.

Problemática encontrada

Es importante mantener un nivel óptimo en la carga de refrigerante en los equipos de aire acondicionado y refrigeración, ya que con esto se logra una adecuada operación, aunque existen dos situaciones extremas que se pueden presentar, que son la falta de refrigerante y el exceso de éste.

Para el primer caso, cuando el refrigerante se encuentra en un nivel inferior al óptimo (falta de refrigerante), se observa que la temperatura de recalentamiento en la succión del compresor tiende a aumentar, por lo general es una señal de falta de refrigerante. Esta falta coincide generalmente con la congelación de la válvula de expansión, pues precisamente la expansión se realiza antes de llegar a ella, enfriando la zona fuera del límite operacional. Derivado de la falta de refrigerante, el rendimiento del sistema (COP) se reduce.

Por el contrario, en el segundo caso, cuando se reduce el recalentamiento en la succión del compresor, y en la válvula de expansión notamos también una temperatura superior a la nominal de operación, puede ser síntoma de exceso de refrigerante. Existe la creencia de que, con un poco más de refrigerante, la instalación rinde más, esto es totalmente erróneo. A causa del exceso de refrigerante hay un mayor consumo de energía eléctrica por parte del compresor. En la siguiente tabla, se presentan los síntomas que se manifiestan cuando falta o hay exceso de refrigerante, así como los problemas que acarrearán estas situaciones:

Tabla 9. Síntomas que se manifiestan cuando falta o hay exceso de refrigerante

Tipo de síntoma	Fenómeno que se presenta	Problemas asociados
Falta de refrigerante	<ul style="list-style-type: none"> • Presión de evaporación baja; • Presión de condensación baja; • Temperatura de aspiración alta; • Recalentamiento alto; • Sub enfriamiento bajo; • Temperatura de la descarga del compresor alta; • Consumo bajo de energía eléctrica en el compresor; 	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de capacidad de enfriamiento; • Recalentamiento del compresor; • Falta retorno de aceite.

Tipo de síntoma	Fenómeno que se presenta	Problemas asociados
	<ul style="list-style-type: none"> • Formación de hielo en la unidad interior; • Formación de hielo en la tubería del líquido expansionado. 	
Exceso de refrigerante	<ul style="list-style-type: none"> • Presión de evaporación alta; • Presión de condensación alta; • Sub-enfriamiento alto; • Recalentamiento bajo; • Compresor muy frío; • Consumo alto de energía eléctrica en el compresor; • Temperatura de descarga muy baja. 	<ul style="list-style-type: none"> • Exceso de consumo de energía eléctrica en el sistema; • Falta de rendimiento; • Líquido en el compresor.

El sub-enfriamiento en el condensador determina con precisión la carga correcta de refrigerante, esto es:

- Cero sub-enfriamiento en el condensador indica que al sistema le falta refrigerante y se formarán burbujas de vapor en la línea del líquido.
- Un sub-enfriamiento elevado en el condensador causa altas pérdidas económicas y costos de operación (elevación de la presión de descarga).

Recuérdese que por el Protocolo de Montreal, México ha eliminado gradualmente el uso de sustancias que agoten la capa de ozono para evitar daños a la salud y al ambiente. Dentro de estas sustancias se encuentran los refrigerantes que contienen Clorofluorocarbonos (CFCs) y los Hidroclorofluorocarbonos (HCFCs).

Al día de hoy⁵², México ha reducido el uso de ambos y se han sustituido por refrigerantes ecológicos (Hidrofluorocarbonos⁵³), al grado que los equipos de refrigeración y aire acondicionado que se comercializan en el país ya no contienen ninguno de estos compuestos. Los sustitutos de los CFCs y de los HCFCs se muestran en la siguiente tabla.

⁵² Ver pagina <http://www.semarnat.gob.mx/temas/agenda-internacional/protocolo-de-montreal>

⁵³ Si bien, estos gases no dañan la capa de ozono, por el contenido de flúor estos al ser emitidos a la atmósfera se comportan como un gas efecto invernadero con valores de potencial de calentamiento global elevados (GWP por sus siglas en inglés)

Tabla 10. Refrigerantes ecológicos

Refrigerante	Composición	Sustituye
R417A	46.6% R125 50% R134a 3.4% HC	R22
R422A	85.1% R125 11.5% R134a 3.4% HC	R22
R422D	65.1%R125 31.5%R134a 3.4% HC	R22
R427A	25% R125 50% R134a 10% R143a 15% R32	R22
R437A	19.5%R125 78.5%R134a 2% HC	R22
R404A	44% R125 4% R134a 52% R143a	R502 R22
R407A	40% R134a 40% R25 20% R32	R22 R502
R410A	50% R125 50% R32	R22
R410B	45% R32 55% R125	R22
R407C	23% R32 25% R125 52% R134a	R22
R407F	40% R134a 30% R125 30% R32	R22 R404A
R434A	18% R143a 63.2% R125 16% R134a 2.8% R600a	R22
R507	50% R125	R502

Refrigerante	Composición	Sustituye
	50% R134a	R22
R32	Compuesto Puro	R22

Mejores prácticas

Mantener un nivel de carga correcto del refrigerante tiene como efecto:

- Reducir el tiempo de funcionamiento y por lo tanto el consumo de energía.
- Asegurar el correcto enfriamiento del motor del compresor mediante el gas de retorno, manteniendo la confiabilidad del sistema.
- Mejorar la conservación de los productos reduciendo el descarte o desperdicio.

Dentro de las acciones preventivas que se tienen que realizar para determinar el nivel óptimo del refrigerante en el sistema se encuentran:

1. Verificar semanalmente el nivel de refrigerante (visor y retorno de gas al compresor);
2. Existen dos métodos por los cuales se puede identificar tanto el bajo nivel o el alto nivel de refrigerante.

Estos métodos se exponen a continuación:

A. Medidas para identificar el bajo o alto nivel del refrigerante por medio del sub enfriamiento

- Se toma del manómetro de alta presión su valor, con dicho valor se busca en las tablas de propiedades termodinámicas del refrigerante, la temperatura de saturación que le corresponde.
- Con un termómetro, se mide la temperatura a la entrada del sistema de expansión (puede ser válvula de expansión, etc.).
- Se lleva a cabo la diferencia entre ambas temperaturas, el resultado es el sub enfriamiento, el cual normalmente está entre los 4°C y los 10°C.

- Un sub enfriamiento bajo y una temperatura de descarga alta indican una falta de refrigerante o condensación.
- Un sub enfriamiento muy alto y una temperatura de descarga baja indican un posible exceso de refrigerante o condensación.

B. Medidas para identificar el bajo o alto nivel del refrigerante por medio del recalentamiento

- Se toma del manómetro del lado de la baja presión su valor, con dicho valor se busca en las tablas de propiedades termodinámicas del refrigerante, su temperatura de saturación.
- Con un termómetro se mide la temperatura a la entrada del compresor.
- Se lleva a cabo la diferencia entre ambas temperaturas, el resultado es el recalentamiento, el cual, normalmente está entre los 4°C y los 8°C.
- Un recalentamiento alto y una temperatura de descarga alta indican una falta de refrigerante.
- Un recalentamiento bajo o nulo y una temperatura de descarga baja indican un posible exceso de refrigerante.

Además de lo anterior, es recomendable mantener en almacén algo de refrigerante (el empleado en sus equipos), un repuesto de filtro, aceite para rellenos o recambio, etc. Esto es considerado como lo mínimo que puede ser necesario en una urgencia para reponer el refrigerante faltante.

X.5 Sustitución de equipos de aire acondicionado estándar por equipos de mayor eficiencia⁵⁴

Objetivo de la medida

Sustituir de equipos tipo ventana por equipos de mayor eficiencia energética (ventana o tipo minisplit).

Problemática encontrada

Los equipos individuales de aire acondicionado empleados para enfriar espacios puntuales o áreas específicas, presentan por lo regular las siguientes deficiencias: 1) que en su montaje exista infiltraciones, por lo que hay pérdida de aire acondicionado; 2) Los radiadores estén dañados y sucios; 3) Sean de bajo desempeño por su antigüedad; 4) deterioro de la instalación eléctrica lo que se traduce en pérdidas en los conductores por calentamiento; 5) Pérdida de refrigerante debido a

⁵⁴ Fuentes: Metodología de Diagnósticos Energéticos. CONAE 1998. ANSI/ASHRAE 37-1988R: unitary air conditioners and heat pumps.

fugas del fluido de trabajo (Costo importante para la recarga de refrigerante); 6) deterioro en válvulas de expansión.

Esta problemática se presenta por una falta de mantenimiento preventivo adecuado entre otras causas.

Mejores prácticas

La nueva tecnología (minisplit o unidades tipo ventana de alta eficiencia) que se propone debe de cumplir con los siguientes puntos:

- Adecuarse a las condiciones de instalación.
- Cumplir con el nivel de temperatura actual.
- Tipo de control o del sistema por área.

Dicha tecnología propuesta es aquella que sustituye a la tecnología de aire acondicionado que se encontró durante el transcurso de la visita de campo. Esta tecnología que se propone debe de cumplir con los siguientes puntos:

- Condiciones de instalación.
- Un mayor REE del equipo.
- Nivel de temperatura actual.
- Tipo de control o del sistema por área.
- Voltaje de alimentación a los equipos.

Con base en estas consideraciones se propone la nueva tecnología cumpliendo NOM-021-ENER/SCFI-2008. Eficiencia energética, requisitos de seguridad al usuario en acondicionadores de aire tipo cuarto. Límites, métodos de prueba y etiquetado.

X.4 Otras medidas complementarias

Una medida muy eficiente consiste en modificar las instalaciones de aire acondicionado más antiguas que aún funcionan con control análogo. Por ejemplo, se puede ajustar el número de cambio de aire al uso real del lugar y al tiempo de uso.

Convertir la regulación de potencia del principio de estrangulación a la regulación de frecuencia. Funciona con reguladores de presión y convertidores de frecuencia postconectados, pudiendo reducirse el consumo de electricidad de los ventiladores en hasta un 60%.

Otras medidas típicas de eficiencia energética que se aplican a éste tipo de sistemas son:

- Envoltente térmica en el edificio, esto es aislamiento térmico (techos y paredes) y árboles alrededor del inmueble.
- Desconexión del aire acondicionado cuando no se ocupa (si es individual).
- Ubicación correcta del termostato.

- Bajar la carga térmica de los equipos eléctricos desconectándolos cuando no estén en operación.
- Ajuste de la temperatura de confort (set point).
- Eliminar fugas de aire en ventanas y puertas.
- Limpiar filtros de aire.

XI. Sistemas de Energía Renovable

XI.1 Sistema fotovoltaico

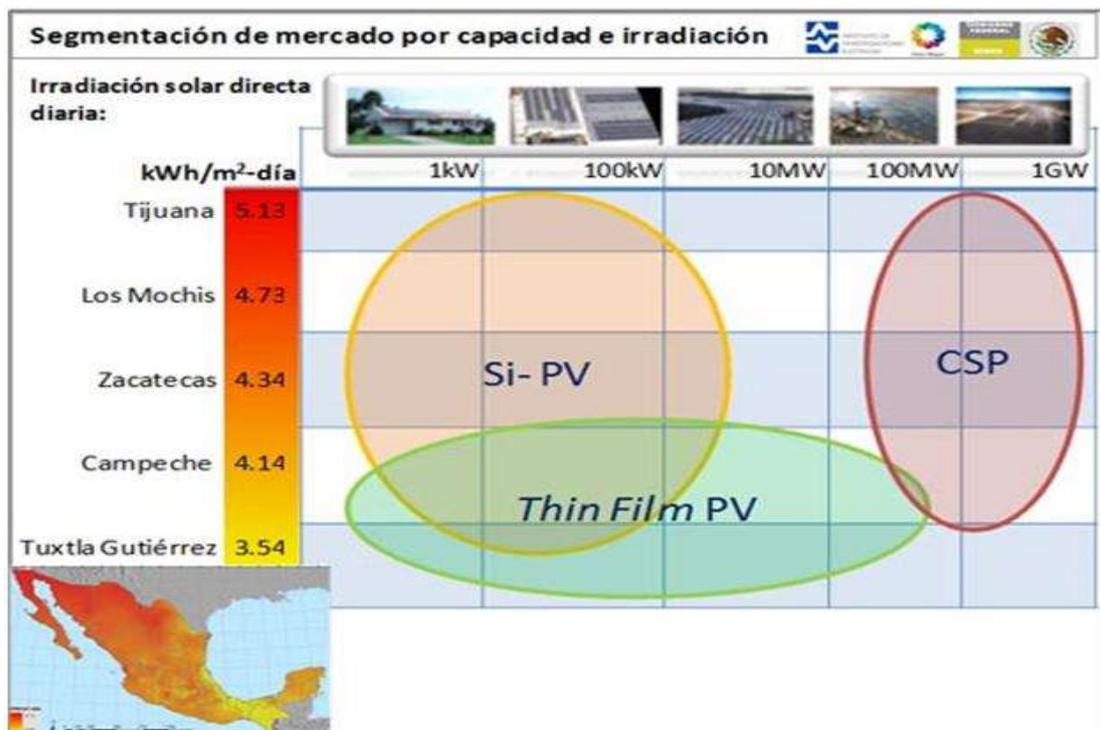
Objetivo de la medida

Instalar un sistema fotovoltaico en el hospital para suministrar parte de su consumo de energía eléctrica, cuando los costos y el análisis de rentabilidad lo vean viable.

Problemática encontrada

Fundamentalmente la industria solar FV en el mercado comercializan tres tecnologías para la generación de electricidad a partir del aprovechamiento del recurso solar: la fotovoltaica de silicio (Si-FV), la de concentración solar (CSP) y la de película delgada (ver Ilustración 10).

Ilustración 10. Segmentación de mercado por capacidad e irradiación



Fuente: <http://www.renovables.gob.mx>

Existen diferentes fuentes que proporcionan el recurso solar disponible en el país, una de estas es la que proporciona la CONUEE, misma que se presenta en la Tabla 11, donde se muestran los valores mínimos, máximos y promedio de la Irradiación solar global diaria promedio mensual en México.

Tabla 11. Irradiación solar global diaria promedio mensual en México

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Mínimo	3.1	3.3	3.1	3.8	4.1	4.4	4.5	4.5	4.1	3.5	3.1	2.8
Máximo	5.4	6.3	6.6	7.5	8.3	8.6	7	6.6	6.7	6	5.7	5.6
Promedio	4.1	4.7	5.3	5.7	5.9	5.6	5.6	5.5	5.1	4.7	4.3	3.8

Fuente: CONUEE. Irradiación Global Media en la República mexicana

Mejores prácticas

Una fuente de precios a nivel internacional de los paneles solares es la que presenta Pvinfosights. En esta se tiene que en promedio el panel policristalino tiene un valor de 0.439 centavos de dólar por cada Watt, eso da 439 dólares por cada kW.

Tabla 12. Precios del panel fotovoltaicos

Semanales de contado de precio de módulo fotovoltaico solar					
Elemento	Alta	Baja	Promedio	Promedio Cambio	Promedio Cambio %
El módulo fotovoltaico policristalino	0.58	0.38	0.439	↓-0.008	↓-1.79%
El módulo fotovoltaico de capa fina	0.60	0.38	0.459	↓-0.01	↓-2.13%
Unidad: USD por watio				Última actualización : 2016-08-24	

 Fuente: <http://pvinsights.com/ES/>

Relacionado con la normalización de los sistemas FV en México, destacan las actividades de la Asociación de Normalización y Certificación (ANCE) que tiene la atribución para la elaboración de Normas Mexicanas (NMX) y Normas Oficiales Mexicanas (NOM) para el sector eléctrico como la tecnología FV.

En el país, la Asociación Nacional de Normalización y Certificación del Sector Eléctrico, es la entidad que ha publicado las normas que regulan justamente a los sistemas FV, principalmente las normas fotovoltaicas se dividen en tres áreas: 1) los requisitos de construcción de los módulos fotovoltaicos, 2) los requisitos de mediciones de módulos fotovoltaicos y 3) el desempeño y eficiencia de módulos fotovoltaicos. En la sección de normas se presentan las normas aplicables en México.

XI.2 Cogeneración

Objetivo de la medida

Realizar un ciclo de cogeneración en los hospitales en donde se genere energía eléctrica y la energía excedente se aproveche como energía térmica.

Problemática encontrada

La cogeneración es el aprovechamiento de dos o más tipos de energía, donde por lo general las energías relacionadas son electricidad y calor, aunque puede ser también energía mecánica y calor (o frío). La cogeneración se define como la producción simultánea de calor útil y electricidad a partir de un mismo combustible o fuente de energía primaria. Estos combustibles pueden ser de origen fósil (por ejemplo gas natural, combustóleo, etc.).

Los sistemas de cogeneración son ampliamente usados en diversos sectores económicos, desde hoteles y hospitales hasta las aplicaciones industriales, donde el aprovechamiento del calor es utilizado en la generación de energía eléctrica y/o en la producción de fluidos térmicos.

Solo por el hecho de aprovechar el calor residual, proveniente de la planta generadora de electricidad, en otras aplicaciones térmicas, un proceso de cogeneración usualmente convierte del 75 al 80% del combustible en energía útil, mientras que las plantas más modernas alcanzan hasta 90% o más.

Mejores prácticas

El principio fundamental de la cogeneración es la recuperación del calor residual producto de la combustión en una planta generadora de electricidad, el cual, de otra forma, hubiera sido liberado en el medio ambiente, desperdiciando con ello una parte importante de la energía todavía disponible. Esta energía, en la mayoría de los casos, puede ser utilizada en diversos usos finales como calefacción de espacios y calentamiento de agua.

Cuando se desea realizar un proyecto de cogeneración, se requiere efectuar el siguiente análisis térmico y del consumo de la energía eléctrica, los cuales se presenta a continuación:

I. Analizar el consumo de combustible del hospital tomando en consideración:

- Establecer las características fisicoquímicas principales del o de los combustibles utilizados. Estos datos servirán como base de cálculo.
- Analizar el consumo de combustible por los diversos equipos consumidores, así como estimar del consumo total de combustible la energía total consumida por las calderas o demás equipos de fuego directo que operan en el hospital o por los equipos de generación de energía eléctrica de respaldo o de suministro continuo a la instalación del hospital.
- Definir la erogación económica que el hospital realiza anualmente.

II. Para determinar el balance de vapor es necesario realizar las tareas que a continuación se enlistan:

1. Llevar a cabo un análisis del lado de generación de vapor para calcular el volumen promedio de vapor producido por hora (tonvapor/h), por día y por año, para ello se debe de efectuar:

- Levantamiento de los datos de placa de todas las calderas.
- Lay out de la ubicación de la o las calderas así como los equipos auxiliares y de las líneas de suministro del combustible.
- Análisis de las bitácoras de operación de la(s) caldera(s).
- Determinar el perfil de operación de las calderas.
- Estimación del volumen de vapor generado y del agua de reposición a la caldera.

2. Llevar a cabo un análisis del lado consumidor de vapor mediante los siguientes elementos:

- Levantamiento de los datos de placa de todos los equipos consumidores de vapor.
- Diagrama de flujo del proceso.
- Lay out donde se ubiquen las líneas de distribución de vapor, usuarios y procesos, así como las líneas de retorno de condensados.
- Bitácoras de operación de los equipos consumidores de vapor.
- Determinar el perfil de operación de cada equipo o proceso consumidor de vapor, por hora, por día, por mes, por año.
- Estimar el perfil de consumo de vapor por cada uno de los equipos y procesos consumidores de vapor.

III. Para determinar el balance de energía se requiere realizar las siguientes actividades:

A) Del lado de los sistemas de vapor:

- Estimar el consumo de combustible de la caldera o calderas.
- Calcular la eficiencia de generación de cada caldera.
- Evaluar las pérdidas de energía en el sistema de generación de vapor, de las líneas de transmisión y en los equipos consumidores de energía.
- Evaluar las pérdidas de energía.
- Calcular la energía contenida por el vapor.
- Estimar el consumo de energía por cada equipo consumidor o sistema consumidor de vapor.
- Con esto se establece un diagrama de sankey y la línea base.

B) Del lado de otros sistemas térmicos.

- Estimar el consumo de combustible de los equipos que usen quemadores a fuego directo.
- Calcular la eficiencia del equipo.
- Evaluar las pérdidas de energía en el equipo y el sistema térmico.
- Calcular la energía contenida por producto.
- Estimar el consumo de energía por cada equipo consumidor o sistema.
- Con esto se establece un diagrama de sankey y la línea base.

C) Del lado de la generación de energía eléctrica.

- Estimar el consumo de combustible de los equipos que generen energía eléctrica en la instalación y que estén en uso continuo.
- Calcular la eficiencia global de la generación de energía eléctrica.
- Evaluar las pérdidas de energía en el equipo y el sistema térmico.
- Calcular la energía contenida por producto.
- Con esto se establece un diagrama de sankey y la línea base.

IV. Una vez definido los puntos dos anteriores, se podrá establecer la contabilidad energética, para esto se debe de efectuar:

a) Del lado del vapor

- Determinar los costos por los químicos utilizados y del agua de reposición, por hora (\$/h), por día, por mes, por año.
- Contabilizar los costos de la generación de vapor, por hora (\$/h), por día, por mes y por año.

B) Del lado del combustible

- Determinar los costos por los químicos utilizados en el tratamiento del combustible por hora (\$/h), por día, por mes, por año.
- Determinar los costos del combustible utilizado por hora (\$/h), por día, por mes, por año.

C) Otros costos

- Determinar los costos por mantenimiento (obra de mano y refacciones) y el salario de los operadores, por hora (\$/h), por día, por mes, por año.

D) Integración de los Costos

- Sumar todos los costos involucrados, esto con base en lo anterior, para definir el perfil de costos del sistema térmico.

VIII. Bibliografía

- AGUER, Mario, *“El Ahorro Energético”*, Editorial Díaz de Santos, Madrid, 2004.
- BALCELLS, Josep, *“Eficiencia en el uso de la energía eléctrica”*, Editorial Alfaomega, México, 2016.
- DÍAZ OLIVARES, José Carlos. *“La Ingeniería en Edificios de Alta Tecnología”*, Editorial Mc Graw Hill, España, 1999.
- ENRÍQUEZ HARPER, Gilberto, *“Cálculo de instalaciones hidráulicas y sanitarias, residenciales y comerciales”*, Editorial Limusa, México, 2009.
- ENRÍQUEZ HARPER, Gilberto, *“El ABC de la calidad de la energía eléctrica”*, Editorial Limusa, México, 2012.
- ENRÍQUEZ HARPER, Gilberto, *“El ABC de las instalaciones eléctricas en sistemas eólicos y fotovoltaicos”*, Editorial Limusa, México, 2011.
- ENRÍQUEZ HARPER, Gilberto, *“Manual del técnico en mantenimiento eléctrico”*, Editorial Limusa, México, 2009.
- ENRÍQUEZ HARPER, Gilberto, *“Protección de instalaciones eléctricas industriales y comerciales”*, Editorial Limusa, México, 2013.
- ENRÍQUEZ HARPER, Gilberto, *“Tecnologías de generación de energía eléctrica”*, Editorial Limusa, México, 2009.
- ESQUERRA PIZA, Pere, *“Dispositivos y sistemas para el ahorro de energía”*, Editorial Marcombo, España 1988.
- HERNÁNDEZ, Eduardo, *“Fundamentos de Aire Acondicionado y Refrigeración”*, Editorial Limusa, México, 1997.
- IBAÑEZ, Plana M, *“Tecnología Solar”*, Editorial Mundi-Prensa, España, 2005.
- LÓPEZ MONROY, Guillermo, *“Sistema de tierras en redes de distribución”*, Facultad de Ingeniería UNAM, México 2012.
- *“Manual de Procedimientos para el uso eficiente de energía en la industria y el comercio”*, Editorial Comisión de Energéticos, Secretaría de Patrimonio y Fomento Industrial. México, 1977.
- MORO VALLINA, Miguel, *“Instalaciones domóticas”*, Editorial Paraninfo, Madrid, 2011.
- MORO VALLINA, Miguel, *“Instalaciones solares fotovoltaicas”*, Editorial Paraninfo, España, 2013.
- PERALES BENITO, Tomás, *“Guía del Instalador de Energías Renovables”*, Editorial Limusa, México, 2006.
- ROLDÁN VILORIA, José, *“Necesidades energéticas y propuestas de instalaciones solares”*, Editorial Paraninfo, España, 2011.
- *“Seminario de Ahorro de Energía, Memoria Agosto 1995”*, Edit. CONAE, México, 1995.
- SERRA FLORENSA, Rafael, *“Arquitectura y energía natural”*, Editorial Alfaomega, México, 2005.
- SERRA, Jordi, *“Guía técnica de eficiencia energética eléctrica”*, Editorial Circutor, España, 2008.
- *“Tecnología Fotovoltaica aplicada al bombeo de agua”*, Edit. SAGARPA, México.
- VIGIL GALAN, Osvaldo, *“Fotovoltaicos: Fundamentos y aplicaciones”*, Editorial Instituto Politécnico Nacional, México, 2011.
- VILLALOBOS ORDAZ, Gustavo, *“Selección de Compresores para la industria”*, Editorial Instituto Politécnico Nacional, México, 2000.
- MORAN, Michel J., *“Fundamentos de Termodinámica Técnica”*, Editorial Reverte, España, 2005.

- HERNÁNDEZ, Eduardo, *“Fundamentos de Aire Acondicionado y Refrigeración”*, Editorial Limusa, México, 1997.
- LLORENS, Martín *“Ingeniería Térmica”*, Editorial CEAC, España, 1999.
- ASHRAE *“Handbook Refrigeration Systems and Applications”*, ASRHAE, Atlanta, 2000.
- LÓPEZ, Maldonado Agustín, *“Refrigeración, su enseñanza y aplicaciones”* Editorial Grupo Exodo, México, 2009.
- WARREN, Marsh, *“Principios de la Refrigeración”*, Editorial Diana, México, 1997.
- WHITMAN, William C. *“Tecnología de la Refrigeración y Aire Acondicionado Vol. I y II”*, Editorial Parinfo, España, 2000.
- Air Conditioning and Refrigeration Institute *“Manual de Refrigeración y Aire Acondicionado Tomo I y II”*, Editorial Pearson, México, 1999.
- Comisión Nacional para el Ahorro de Energía, *“Más de 100 Consejos para ahorrar energía en las PyMES”*, México, 2005.
- Comisión Nacional para el Ahorro de Energía, *“Beneficios del aislamiento térmico en la industria”*, México, 2009.
- Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), *“Buenas prácticas en Sistemas de Refrigeración y Aire Acondicionado”*, México, 2008.
- Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía, *“Diseño y Cálculo del Aislamiento Térmico de Conducciones, Aparatos y Equipos”*, España, 2007.

Anexo I. Normatividades a Cumplir por los Hospitales en México

Normas de Infraestructura e Instalaciones

1. Norma Oficial Mexicana NOM-016-SSA-2012, Que establece las características mínimas de infraestructura y equipamiento de hospitales y consultorios de atención médica especializada.
2. Norma Oficial Mexicana NOM-005-SSA3-2010, Que establece los requisitos mínimos de infraestructura y equipamiento de establecimientos para la atención médica de pacientes ambulatorios.
3. Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2005, Instalaciones eléctricas (utilización).

Normas Ambientales y de Seguridad e Higiene

1. Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-1996, Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.
2. Norma Oficial Mexicana NOM-026-STPS-2008, Colores y señales de seguridad e higiene, e identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías.
3. Norma Oficial Mexicana NOM-087-SEMARNAT-SSA1-2002, Protección ambiental-Salud ambiental-Residuos peligrosos biológico-infecciosos-Clasificación y especificaciones de manejo.
4. Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994, Salud ambiental, agua para uso y consumo humano-Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización.

Normas Operativas

5. Norma Oficial Mexicana NOM-002-SSA3-2007, Para la organización, funcionamiento e ingeniería sanitaria de los servicios de radioterapia.
6. Norma Oficial Mexicana NOM-003-SSA3-2010, Para la práctica de hemodiálisis.
7. Norma Oficial Mexicana NOM-006-SSA3-2011, Para la práctica de la anestesiología.
8. Norma Oficial Mexicana NOM-007-SSA3-2011, Para la organización y funcionamiento de los laboratorios clínicos.
9. Norma Oficial Mexicana NOM-168-SSA1-1998, Del expediente clínico.
10. Norma Oficial Mexicana NOM-172-SSA1-1998, Regulación de servicios de salud. Para la práctica de la acupuntura humana y métodos relacionados.
11. Norma Oficial Mexicana NOM-205-SSA1-2003, Para la práctica de la cirugía mayor ambulatoria.
12. Norma Oficial Mexicana NOM-206-SSA1-2002, Regulación de los servicios de salud. Que establece los criterios de funcionamiento y atención en los servicios de urgencias de los establecimientos de atención médica.

13. Norma Oficial Mexicana NOM-208-SSA1-2002, Regulación de los servicios de salud. Para la práctica de la ultrasonografía diagnóstica.
14. Norma Oficial Mexicana NOM-229-SSA1-2002, Salud ambiental. Requisitos técnicos para las instalaciones, responsabilidades sanitarias, especificaciones técnicas para los equipos y protección radiológica en establecimientos de diagnóstico médico con rayos X.
15. Norma Oficial Mexicana NOM-233-SSA1-2003, Que establece los requisitos arquitectónicos para facilitar el acceso, tránsito, uso y permanencia de las personas con discapacidad en establecimientos de atención médica ambulatoria y hospitalaria del Sistema Nacional de Salud.

Normas de Eficiencia Energética

1. NOM-001-ENER-2014. Eficiencia energética de bombas verticales tipo turbina con motor externo eléctrico vertical. Límites y método de prueba.
2. NOM-002-SEDE/ENER-2014. Requisitos de seguridad y eficiencia energética para transformadores de distribución.
3. NOM-004-ENER-2014. Eficiencia energética para el conjunto motor-bomba, para bombeo de agua limpia de uso doméstico, en potencias de 0,180 kW (¼ HP) hasta 0,750 kW (1 HP).- Límites, métodos de prueba y etiquetado.
4. NOM-006-ENER-2015. Eficiencia energética electromecánica en sistemas de bombeo para pozo profundo en operación.- Límites y método de prueba.
5. NOM-007-ENER-2014. Eficiencia energética para sistemas de alumbrado en edificios no residenciales.
6. NOM-008-ENER-2001. Eficiencia energética en edificaciones, envolvente de edificios no residenciales.
7. NOM-009-ENER-2014. Eficiencia energética en sistemas de aislamientos térmicos industriales.
8. NOM-010-ENER-2004. Eficiencia energética del conjunto motor bomba sumergible tipo pozo profundo. Límites y método de prueba.
9. NOM-011-ENER-2006. Eficiencia energética en acondicionadores de aire tipo central, paquete o dividido. Límites, métodos de prueba y etiquetado.
10. NOM-013-ENER-2013. Eficiencia energética para sistemas de alumbrado en vialidades.
11. NOM-014-ENER-2004. Eficiencia energética de motores de corriente alterna, monofásicos, de inducción, tipo jaula de ardilla, enfriados con aire, en potencia nominal de 0,180 a 1,500 kW. Límites, método de prueba y marcado.
12. NOM-015-ENER-2012. Eficiencia energética de refrigeradores y congeladores electrodomésticos. Límites, métodos de prueba y etiquetado.
13. NOM-016-ENER-2010. Eficiencia energética de motores de corriente alterna, trifásicos, de inducción, tipo jaula de ardilla, en potencia nominal de 0,746 a 373 kW. Límites, método de prueba y marcado.

14. NOM-017-ENER/SCFI-2012. Eficiencia energética y requisitos de seguridad de lámparas fluorescentes compactas autobalastadas. Límites y métodos de prueba.
15. NOM-018-ENER-2011. Aislantes térmicos para edificaciones. Características, límites y métodos de prueba.
16. NOM-020-ENER-2011. Eficiencia energética en edificaciones, Envoltorio de edificios para uso habitacional.
17. NOM-021-ENER/SCFI-2008. Eficiencia energética, requisitos de seguridad al usuario en acondicionadores de aire tipo cuarto. Límites, métodos de prueba y etiquetado.
18. NOM-022-ENER/SCFI-2014. Eficiencia energética y requisitos de seguridad al usuario para aparatos de refrigeración comercial autocontenidos. Límites, métodos de prueba y etiquetado.
19. NOM-023-ENER-2010. Eficiencia energética en acondicionadores de aire tipo dividido, descarga libre y sin conductos de aire. Límites, método de prueba y etiquetado.
20. NOM-024-ENER-2012. Características térmicas y ópticas del vidrio y sistemas vidriados para edificaciones. Etiquetado y métodos de prueba.
21. NOM-025-ENER-2013. Eficiencia térmica de aparatos domésticos para cocción de alimentos que usan gas L.P. o gas natural. Límites, métodos de prueba y etiquetado.
22. NOM-026-ENER-2015. Eficiencia energética en acondicionadores de aire tipo dividido (Inverter) con flujo de refrigerante variable, descarga libre y sin ductos de aire. Límites, métodos de prueba y etiquetado.
23. NOM-028-ENER-2010. Eficiencia energética de lámparas para uso general. Límites y métodos de prueba.
24. NOM-030-ENER-2012. Eficacia luminosa de lámparas de diodos emisores de luz (LED) integradas para iluminación general. Límites y métodos de prueba.
25. NOM-031-ENER-2012. Eficiencia energética para luminarios con diodos emisores de luz (leds) destinados a vialidades y áreas exteriores públicas. Especificaciones y métodos de prueba.
26. NOM-032-ENER-2013. Límites máximos de potencia eléctrica para equipos y aparatos que demandan energía en espera. Métodos de prueba y etiquetado.

Tabla 13. Normas Fotovoltaicas

No.	Nomenclatura	Nombre	Objetivo y campo de aplicación	Concordancia con normas internacionales	Bibliografía
1	NMX-J-618/3-ANCE-2011	EVALUACION DE LA SEGURIDAD EN MODULOS FOTOVOLTAICOS (PV) PARTE 3: REQUISITOS PARA MODULOS FOTOVOLTAICOS DE PELICULA DELGADA CALIFICACION DEL DISEÑO.	<p>Esta Norma Mexicana establece los requisitos para calificar el diseño y aprobar el tipo para los paneles fotovoltaicos terrestres de película delgada, que se utilizan en climas al aire libre en general, tal como se indica en la NMX-J-648/1-ANCE.</p> <p>La secuencia de prueba se deriva de la NMX-J-618/4-ANCE, para la calificación del diseño y aprobación de tipo para paneles fotovoltaicos (PV) terrestres de silicón cristalino. Sin embargo, la calificación y aprobación no dependen en que cumplan un criterio antes y después de cada prueba, sino más bien en que cumplan un porcentaje específico de la potencia mínima que se asigna, después de completar todas las pruebas y después de que los paneles fotovoltaicos se expongan a la luminosidad. Lo anterior elimina el pre-acondicionamiento tecnológico específico necesario para medir con exactitud los cambios que causa la prueba.</p> <p>El objetivo de esta secuencia de pruebas es determinar las características eléctricas y térmicas del módulo fotovoltaico y mostrar, en lo posible dentro de límites razonables de costo y tiempo, que el módulo fotovoltaico es capaz de resistir la exposición a los climas que se indican en la NMX-J-648/1-ANCE. La expectativa de vida real de los paneles fotovoltaicos depende de su diseño, su entorno y las condiciones bajo las cuales se operan. Esta norma no aplica para paneles fotovoltaicos que se utilizan con concentradores. Esta norma aplica para</p>	Esta Norma Mexicana coincide totalmente con la Norma Internacional IEC 61646 Thin-film terrestrial photovoltaic (PV) modules Design qualification and type approval, edición 2.0 (2008-05).	<p>I NMX-J-643/5-ANCE-2011, Dispositivos fotovoltaicos Parte 5: Determinación de la temperatura equivalente de la celda (ECT) de dispositivos fotovoltaicos (PV) por el método de tensión de circuito abierto.</p> <p>I IEC 61853 ed1.0 (2011-01), Photovoltaic (PV) module performance testing and energy rating Part 1: Irradiance and temperature performance measurements and power rating.</p>

No.	Nomenclatura	Nombre	Objetivo y campo de aplicación	Concordancia con normas internacionales	Bibliografía
			todos los materiales del módulo fotovoltaico de película delgada terrestres que no se consideran en la NMX-J-618/4-ANCE.		
2	NMX-J-618/4-ANCE-2011	EVALUACION DE LA SEGURIDAD EN MODULOS FOTOVOLTAICOS (PV) PARTE 4: REQUISITOS PARA MODULOS FOTOVOLTAICOS DE SILICIO CRISTALINO CALIFICACION DEL DISEÑO.	<p>Esta Norma Mexicana establece los requisitos para calificar el diseño y aprobar el tipo para los paneles fotovoltaicos terrestre que se utilizan en climas al aire libre en general, tal como se indica en la NMX-J-648/1-ANCE.</p> <p>Esta norma aplica únicamente para paneles fotovoltaicos de tipo silicio cristalino. La norma NMX-J-618/3-ANCE aplica para paneles fotovoltaicos de película delgada. Esta norma no se aplica a los paneles fotovoltaicos que se utilizan con concentradores de luz solar.</p> <p>El objetivo de esta secuencia de pruebas es determinar las características eléctricas y térmicas del módulo fotovoltaico y mostrar, que el módulo fotovoltaico es capaz de resistir una exposición prolongada en los climas que se indican en la NMX-J-648/1-ANCE. La esperanza de vida real de los paneles fotovoltaicos depende de su diseño, su entorno y las condiciones bajo las cuales se operan.</p>	Esta Norma Mexicana coincide totalmente con la Norma Internacional IEC 61215 Crystalline silicon terrestrial photovoltaic (PV) modules Design qualification and type approval, edición 2.0 (2005-04).	I NMX-J-618/3-ANCE-2011, Evaluación de la seguridad en paneles fotovoltaicos (PV) Parte 3: Requisitos para paneles fotovoltaicos de película delgada Calificación de diseño. I IEC 61853 ed1.0 (2011-01), Photovoltaic (PV) module performance testing and energy rating Part 1: Irradiance and temperature performance measurements and power rating.

No.	Nomenclatura	Nombre	Objetivo y campo de aplicación	Concordancia con normas internacionales	Bibliografía
3	NMX-J-618/1-ANCE-2010	EVALUACION DE LA SEGURIDAD EN MODULOS FOTOVOLTAICOS (PV)-PARTE 1: REQUISITOS GENERALES PARA CONSTRUCCION.	Esta parte uno de la serie de Normas Mexicanas NMX-J-618-ANCE establece los requisitos de construcción para paneles fotovoltaicos (PV), con la finalidad de proporcionar operación mecánica y eléctrica segura, durante su vida útil. Se mencionan recomendaciones específicas para la prevención de choque eléctrico, riesgo de incendio y lesiones personales, que se originan por esfuerzos mecánicos y ambientales.	La presente Norma Mexicana toma como base la Norma Internacional IEC 61730-1, "Photovoltaic (PV) module safety qualification-Part 1: Requirements for construction" edición 1.0, (2004-10), y ha sido adecuada a las necesidades del país para lograr el objetivo deseado de seguridad de las personas, al especificar los requisitos de construcción básicos para paneles fotovoltaicos (PV), con la finalidad de proporcionar operación mecánica y eléctrica segura, durante su vida útil, incorporando las desviaciones y notas nacionales que se indican en las hojas correspondientes al inicio de esta norma, como resultado de los aspectos siguientes: a) Se adicionan los Apéndices A y B (normativos), que se constituyen con información tomada de las Normas Internacionales ISO 261 e ISO 262. b) Se reemplazan las referencias a las Normas Internacionales por las Normas Mexicanas correspondientes, lo anterior con objeto de cumplir con la normativa nacional de acuerdo con lo que se indica en la fracción IV del artículo 28 del Reglamento de la Ley Federal Sobre Metrología y Normalización, haciendo referencia a Normas Mexicanas que se relacionan. Esta Norma Mexicana considera como informativas las referencias a Normas Internacionales que se agrupan en el Apéndice C (informativo), teniendo en cuenta que	

No.	Nomenclatura	Nombre	Objetivo y campo de aplicación	Concordancia con normas internacionales	Bibliografía
				<p>este hecho no afecta el cumplimiento con el objetivo de la misma.</p> <p>c) Se modifican los valores de tamaño nominal de conductores que se describen en la tabla 6 de la Norma Internacional. Los valores modificados, se establecen tomando en cuenta lo que se indica en la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE, con respecto al tamaño nominal o designación de conductores.</p> <p>Con base en lo anterior, esta Norma Mexicana es no equivalente (MOD) con la Norma Internacional IEC 61730-1, "Photovoltaic (PV) module safety qualification-Part 1: Requirements for construction" edición 1.0, (2004-10).</p>	
4	NMX-J-618/5-ANCE-2011	EVALUACION DE LA SEGURIDAD EN MODULOS FOTOVOLTAICOS (PV)-PARTE 5: METODO DE PRUEBA DE CORROSION POR NIEBLA SALINA EN MODULOS FOTOVOLTAICOS.	Esta Norma Mexicana establece los requisitos de prueba para determinar la resistencia de los paneles fotovoltaicos (PV) a la corrosión por niebla salina. Esta prueba se utiliza para evaluar la compatibilidad de los materiales, así como la calidad y uniformidad de las cubiertas protectoras.	Esta Norma Mexicana coincide totalmente con la Norma Internacional IEC 61701- Salt mist corrosion testing of photovoltaic (PV) modules, edición 1.0 (1995-03).	IEC 61701 ed1.0 (1995-03), Salt mist corrosion testing of photovoltaic (PV) modules.
5	NMX-J-618/6-ANCE-2011	EVALUACION DE LA SEGURIDAD EN MODULOS FOTOVOLTAICOS (PV)-PARTE 6: METODO DE PRUEBA UV (ULTRAVIOLETA) PARA MODULOS FOTOVOLTAICOS.	Esta Norma Mexicana especifica una prueba para determinar la resistencia del módulo fotovoltaico a la exposición de las radiaciones ultravioleta (UV). Esta prueba es útil para evaluar la resistencia a las radiaciones ultravioleta (UV) en materiales tales como polímeros y recubrimientos de protección. El objetivo de esta prueba es determinar la capacidad del módulo fotovoltaico para soportar la exposición a las radiaciones ultravioleta (UV) de 280 nm a 400 nm.	Esta Norma Mexicana coincide totalmente con la Norma Internacional IEC 61345-UV test for photovoltaic (PV) modules, edición 1.0 (1998-02).	IEC 61345 ed1.0 (1998-02), UV test for photovoltaic (PV) modules.

No.	Nomenclatura	Nombre	Objetivo y campo de aplicación	Concordancia con normas internacionales	Bibliografía
6	NMX-J-643/1-ANCE-2011	DISPOSITIVOS FOTOVOLTAICOS- PARTE 1: MEDICION DE LA CARACTERISTICA CORRIENTE-TENSION DE LOS DISPOSITIVOS FOTOVOLTAICOS.	Esta parte de la serie de normas mexicanas, establece los procedimientos para la medición de las características corriente-tensión de dispositivos fotovoltaicos, con luz solar natural o con un simulador solar. Estos procedimientos son aplicables a una celda solar fotovoltaica individual o un conjunto ensamblado de celdas solares fotovoltaicas que forman un módulo fotovoltaico. El propósito de esta Norma es definir los requisitos básicos para la medición de las características corriente-tensión de dispositivos fotovoltaicos, así como los procedimientos para las distintas técnicas de medición que se utilizan, y presentar metodologías para reducir la incertidumbre de dicha medición.	Esta Norma Mexicana es equivalente (IDT) con la Norma Internacional IEC 60904-1-Photovoltaic devices-Part 1: Measurement of photovoltaic current-voltage characteristics, Ed. 2.0 (2006-09).	IEC 60904-1 Photovoltaic devices-Part 1: Measurement of photovoltaic current-voltage characteristics. Second edition (2006-09)
7	NMX-J-643/2-ANCE-2011	DISPOSITIVOS FOTOVOLTAICOS- PARTE 2: REQUISITOS PARA DISPOSITIVOS SOLARES DE REFERENCIA.	Esta Norma Mexicana establece las especificaciones para la clasificación, selección, embalaje, marcado, calibración y cuidados de los dispositivos de referencia solares. Esta Norma aplica a los dispositivos de referencia solar que se utilizan para determinar el rendimiento eléctrico de las celdas solares, paneles y arreglos bajo luz solar natural y simulada. Esta Norma Mexicana no aplica a los dispositivos de referencia solares para uso bajo luz solar concentrada.	Esta Norma Mexicana es equivalente (IDT) con la Norma Internacional IEC 60904-2, "Photovoltaic devices-Part 2: Requirements for reference solar devices", edición 2 (2007-03).	IEC 61215, Paneles fotovoltaicos (PV) de silicio cristalino para uso terrestre-Cualificación del diseño y homologación. IEC 61646, Paneles fotovoltaicos (PV) de lámina delgada para uso terrestre-Cualificación del diseño y homologación.

No.	Nomenclatura	Nombre	Objetivo y campo de aplicación	Concordancia con normas internacionales	Bibliografía
8	NMX-J-643/3-ANCE-2011	DISPOSITIVOS FOTOVOLTAICOS- PARTE 3: PRINCIPIOS DE MEDICION PARA DISPOSITIVOS SOLARES FOTOVOLTAICOS TERRESTRES (PV) CON DATOS DE REFERENCIA PARA RADIACION ESPECTRAL.	Esta Norma Mexicana especifica las características de la distribución de irradiación solar espectral, también describe principios de medición básicos para determinar la salida eléctrica de dispositivos PV. Esta Norma Mexicana aplica a los siguientes dispositivos fotovoltaicos para aplicaciones terrestres: a) Celdas solares con o sin una cubierta protectora; b) Sub-ensambles de celdas solares; c) Paneles, y d) Sistemas. Esta Norma no aplica a celdas solares que se diseñan para operar con luz solar concentrada o en paneles que incorporan concentradores.	Esta Norma Mexicana es equivalente (IDT) con la Norma Internacional IEC 60904-3-Photovoltaic devices-Part 3: Measurement principles for terrestrial photovoltaic (PV) solar devices with reference spectral irradiance data. Edition 2.0 (2008-04).	IEC 60904-3 Dispositivos fotovoltaicos. Parte 3: Fundamentos de medida de dispositivos solares fotovoltaicos (PV) de uso terrestre con datos de irradiancia espectral de referencia.
9	NMX-J-643/5-ANCE-2011	DISPOSITIVOS FOTOVOLTAICOS- PARTE 5: DETERMINACION DE LA TEMPERATURA EQUIVALENTE DE LA CELDA (ECT) DE DISPOSITIVOS FOTOVOLTAICOS (PV) POR EL METODO DE TENSION DE CIRCUITO ABIERTO.	Esta Norma Mexicana especifica el procedimiento para determinar la temperatura de un equivalente de celda (ECT) de dispositivos PV (celdas, paneles y arreglos de un tipo de módulo) para fines de comparar sus características térmicas, determinar NOCT (temperatura nominal de operación de la celda) y trasladar las mediciones de las características I-V a otras temperaturas. Esta Norma Mexicana aplica solamente para dispositivos de silicio cristalino.	Esta Norma Mexicana es equivalente (IDT) con la Norma Internacional IEC 60904-5-Photovoltaic devices-Part 5: Determination of the equivalent cell temperature (ECT) of photovoltaic (PV) devices by the open-circuit voltage method. Edition 2.0 (2011-2).	IEC 60904-5, Dispositivos fotovoltaicos. Parte 5: Determinación de la temperatura equivalente de la celda (ECT) de dispositivos fotovoltaicos (PV) por el método de tensión de circuito abierto.
10	NMX-J-643/7-ANCE-2011	DISPOSITIVOS FOTOVOLTAICOS- PARTE 7: CALCULO DE LA CORRECCION DEL DESAJUSTE ESPECTRAL EN LAS MEDICIONES DE DISPOSITIVOS FOTOVOLTAICOS.	Esta Norma Mexicana establece una guía para corregir las mediciones en la tensión de polarización, debido a la falta de coincidencia entre el espectro de prueba y el espectro de referencia y por la falta de coincidencia entre las respuestas espectrales (SR) de la celda de referencia y del espécimen de prueba. Esta Norma Mexicana sólo aplica a los dispositivos fotovoltaicos lineales en SR, los cuales se definen en la	Esta Norma Mexicana es equivalente (IDT) con la Norma Internacional IEC 60904-7, "Photovoltaic devices-Part 7: Computation of the spectral mismatch correction for measurements of photovoltaic devices", edición 3 (2008-11).	· IEC 60904-8, Dispositivos fotovoltaicos. Parte 8: Medida de la respuesta espectral de un dispositivo fotovoltaico (PV). · IEC 61215, Paneles fotovoltaicos (PV) de silicio cristalino para uso terrestre-Cualificación del diseño y homologación. · IEC 61646, Paneles fotovoltaicos (PV) de lámina delgada para uso terrestre-Cualificación

No.	Nomenclatura	Nombre	Objetivo y campo de aplicación	Concordancia con normas internacionales	Bibliografía
			NMX-J-643/10-ANCE. Esta guía es válida para los dispositivos de unión simple, pero el principio puede extenderse a dispositivos multi-unión.		del diseño y homologación.
11	NMX-J-643/9-ANCE-2011	DISPOSITIVOS FOTOVOLTAICOS-PARTE 9: REQUISITOS PARA LA REALIZACION DEL SIMULADOR SOLAR.	Esta Norma Mexicana proporciona los medios para determinar las clasificaciones del simulador solar. Esta Norma Mexicana define las clasificaciones de los simuladores solares para usarse en mediciones en el interior de dispositivos terrestres fotovoltaicos. Los simuladores solares se clasifican como A, B o C, cada una de las categorías se basa en criterios de partido de distribución espectral, irradiancia, falta de uniformidad en el plano de prueba y la inestabilidad temporal. Esta norma proporciona los métodos necesarios para la calificación por un simulador solar en cada una de las categorías. Los simuladores solares de la presente Norma Mexicana cumplen con los requisitos de clase de CCC, donde la tercera letra se relaciona con la inestabilidad a largo plazo. En el caso de uso para las mediciones de rendimiento PV, la clasificación CBA se exige donde la tercera letra está relacionada con la inestabilidad a corto plazo.	Esta Norma Mexicana es equivalente (IDT) con la Norma Internacional IEC 60904-9, Photovoltaic devices-Part 9: Solar simulator performance requirements, ed. 2 (2007-10).	· IEC 60904/9, Dispositivos fotovoltaicos-Parte 9: Requisitos de funcionamiento para simuladores solares.
12	NMX-J-643/10-ANCE-2011	DISPOSITIVOS FOTOVOLTAICOS-PARTE 10: METODOS DE MEDICIONES LINEALES.	Esta Norma Mexicana describe los métodos para determinar el grado de linealidad de cualquier parámetro del dispositivo fotovoltaico con respecto a un parámetro de prueba. Los métodos de medición que se describen en esta Norma aplican a todos los dispositivos PV y se destinan para llevarse a cabo sobre una muestra o en un dispositivo similar que utilice la misma tecnología.	Esta Norma Mexicana es equivalente (IDT) con la Norma Internacional IEC 60904-10, "Photovoltaic devices-Part 10: Methods of linearity measurement", edición 2 (2009-12).	· IEC 60904-8, Dispositivos fotovoltaicos. Parte 8: Medida de la respuesta espectral de un dispositivo fotovoltaico (PV). · IEC 61215, Paneles fotovoltaicos (PV) de silicio cristalino para uso terrestre-Cualificación del diseño y homologación. · IEC 61646, Paneles fotovoltaicos (PV) de

No.	Nomenclatura	Nombre	Objetivo y campo de aplicación	Concordancia con normas internacionales	Bibliografía
13	NMX-J-643/12-ANCE-2011	DISPOSITIVOS FOTOVOLTAICOS- PARTE 12: TERMINOS, DEFINICIONES Y SIMBOLOGIA.	Esta Norma Mexicana establece la descripción de los términos y definiciones, la simbología y abreviaturas con relación a los paneles y paneles fotovoltaicos, los dispositivos fotovoltaicos asociados a dichos paneles y paneles, así como a los sistemas de energía solar fotovoltaica (PV).	Esta norma coincide básicamente con la serie de Normas Internacionales IEC 60904 "Photovoltaic devices".	lámina delgada para uso terrestre-Cualificación del diseño y homologación. · ISO/IEC 17025, Requisitos generales para la competitividad de las pruebas y calibración de los laboratorios. IEC 60891 ed2.0 (2009-12) Photovoltaic devices-Procedures for temperature and irradiance corrections to measured I-V characteristics. IEC 60904-1 ed2.0 (2006-09) Photovoltaic devices-Part 1: Measurement of photovoltaic current-voltage characteristics. IEC 60904-2 ed2.0 (2007-06) Photovoltaic devices-Part 2: Requirements for reference solar devices. IEC 60904-5 ed2.0 (2011-02) Photovoltaic devices-Part 5: Determination of the equivalent cell temperature (ECT) of photovoltaic (PV) devices by the open-circuit voltage method. IEC 60904-7 ed3.0 (2008-11) Photovoltaic devices-Part 7: Computation of spectral mismatch correction for measurements of photovoltaic devices. IEC 60904-8 ed2.0 (1998-02) Photovoltaic devices-Part 8: Measurement of spectral response of a photovoltaic (PV) device. IEC 60904-9 ed2.0 (2007-10) Photovoltaic devices-Part 9: Solar simulator performance requirements. IEC 60904-10 ed2.0 (2009-12) Photovoltaic devices-

No.	Nomenclatura	Nombre	Objetivo y campo de aplicación	Concordancia con normas internacionales	Bibliografía
					Part 10: Methods of linearity measurement. IEC 61730-1 ed1.0 (2004-10) Photovoltaic (PV) module safety qualification-Part 1: Requirements for construction. IEC 61730-2 ed1.0 (2004-10) Photovoltaic (PV) module safety qualification-Part 2: Requirements for testing. IEC/TS 62257-1 ed1.0 (2003-08) Recommendations for small renewable energy and hybrid systems for rural electrification-Part 1: General introduction to rural electrification
14	NMX-J-655/1-ANCE-2012	DESEMPEÑO Y EFICIENCIA EN SISTEMAS FOTOVOLTAICOS (PV)-PARTE 1: MEDICIONES DE DESEMPEÑO PARA IRRADIANCIA, TEMPERATURA Y ENERGIA EN MODULOS FOTOVOLTAICOS.	La presente Norma Mexicana especifica los requisitos para evaluar el desempeño de paneles fotovoltaicos en términos de la característica de potencia nominal (watts), en un cierto intervalo de irradiancias y temperaturas. La presente Norma Mexicana establece un sistema de caracterización y pruebas, que proporcionan la potencia del módulo fotovoltaico (en watts) a la potencia máxima de operación, para un conjunto de condiciones definidas. Un segundo objetivo es proporcionar un conjunto completo de parámetros de caracterización para el módulo fotovoltaico a distintos valores de irradiancia y temperatura. La presente Norma Mexicana aplica para todas las tecnologías fotovoltaicas, incluso dispositivos no lineales. Sin embargo, la metodología no toma en cuenta el comportamiento de transitorios, tales como los cambios inducidos por la luz y/o de recocido térmico.	Esta norma coincide totalmente con la Norma Internacional IEC 61853-1 Photovoltaic (PV) module performance testing and energy rating Part 1: Irradiance and temperatura performance measurements and power rating, edición 1.0 (2011-01).	<p>I IEC 61853-1 ed1.0 (2011-01), Photovoltaic (PV) module performance testing and energy rating Part 1: Irradiance and temperatura performance measurements and power rating.</p> <p>I IEC 60410 ed1.0 (1973-01) Sampling plans and procedures for inspection by attributes.</p>

No.	Nomenclatura	Nombre	Objetivo y campo de aplicación	Concordancia con normas internacionales	Bibliografía
15	NMX-J-655/2-ANCE-2012	DESEMPEÑO Y EFICIENCIA EN SISTEMAS FOTOVOLTAICOS (PV)-PARTE 2: ACONDICIONADORES DE ENERGIA-PROCEDIMIENTO PARA LA MEDICION DE LA EFICIENCIA.	Esta Norma Mexicana establece una guía para medir la eficiencia de los acondicionadores de energía que se utilizan en los sistemas fotovoltaicos aislados y sistemas fotovoltaicos que interactúan con la compañía suministradora, donde la salida del acondicionador de energía es una tensión de c.a. estable de frecuencia constante, o una tensión de c.d. estable. La eficiencia se calcula a partir de la medición directa de la energía de entrada y salida. Si aplica, se incluye un transformador de aislamiento.	Esta Norma Mexicana coincide totalmente con la Norma Internacional IEC 61683 Photovoltaic systems - Power conditioners - Procedure for measuring efficiency, edición 1.0 (1999-11).	<ul style="list-style-type: none"> IEC 61683 ed1.0 (1999-11), Photovoltaic systems - Power conditioners - Procedure for measuring efficiency. IEC 60146 (familia), Semiconductor converters. IEC 61277 ed1.0 (1995-03), Terrestrial photovoltaic (PV) power generating systems General and guide.
16	NMX-J-655/3-ANCE-2012	DESEMPEÑO Y EFICIENCIA EN SISTEMAS FOTOVOLTAICOS (PV)-PARTE 3: CONTROLADORES DE CARGA DE BATERIAS PARA SISTEMAS FOTOVOLTAICOS-DESEMPEÑO Y FUNCIONAMIENTO.	<p>Esta Norma Mexicana especifica los requisitos mínimos para el funcionamiento y el desempeño de los controladores de carga de batería (CCB), que se utilizan con baterías de plomo ácido en sistemas fotovoltaicos (PV) terrestres. Los propósitos principales son garantizar el funcionamiento del CCB y maximizar la vida útil de la batería.</p> <p>Esta Norma Mexicana especifica los requisitos funcionales y de desempeño para los controladores de carga de la batería y proporciona los métodos de prueba para determinar las características de funcionamiento y desempeño de los controladores de carga. Además de las funciones de control de carga de la batería, esta norma aplica a las características de control de carga de la batería siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Carga de una batería por un generador fotovoltaico; b) Control de carga; c) Funciones de protección; y 	Esta Norma Mexicana coincide totalmente con la Norma Internacional IEC 62509 Battery charge controllers for photovoltaic systems Performance and functioning, edición 1.0 (2010-12).	<ul style="list-style-type: none"> IEC 62509 ed1.0 (2010-12), Battery charge controllers for photovoltaic systems Performance and functioning. IEC 62093 ed1.0 (2005-03), Balance-of-system components for photovoltaic systems Design qualification natural environments.

No.	Nomenclatura	Nombre	Objetivo y campo de aplicación	Concordancia con normas internacionales	Bibliografía
			<p>d) Funciones de la interfaz.</p> <p>Esta norma no aplica para el desempeño del seguimiento del punto máximo de potencia (SPMP), pero se aplica para las unidades de control de carga de baterías (CCB) que tienen esta característica.</p> <p>Los requisitos de esta Norma Mexicana aplican a los controladores de carga de baterías que se utilizan en conjunto con baterías de plomo ácido. La Norma Mexicana no se limita en términos de capacidad del controlador de carga de la batería (CBB) y sus aplicaciones; sin embargo, puede ser difícil satisfacer dichos requisitos para el equipo de prueba, en caso de que se aplique al CCB con alta tensión o alta corriente, por ejemplo, a valores mayores que 120 V o 100 A. Estas aproximaciones pueden ser aplicables a otras fuentes de energía y otras tecnologías de baterías, tales como las baterías de Ni-Cd, con los valores de tensiones de celda correspondientes.</p>		

Anexo II. Lista de empresas con sello FIDE

Empresa	Producto	Tip o de Sel lo FID E	Página Web	No. de Teléf ono	Correo Electrónico	Dirección
ABB México	Inversores de	A	http://www.abb.com.mx/	01 800 522 2365	contacto.abb@mx.abb.com	Av. Central No. 310 Parque Logístico San Luis Potosí C.P.78395
Aislantes Minerales	Fibra mineral de roca	B	http://www.rolan.com	(55) 5547 2139 (55) 5547 5786	aislantes@rolan.com.mx bodega@rolan.com	Ciprés No. 277 Bodega 1 Col. Santa María la Rivera C.P. 06400 Del. Cuauhtémoc, México, D.F.
American Advanced Lighting Technologies	Luminarios con LEDs para vialidades y áreas peatonales	A	http://www.ledluminausa.com	(81) 8421 7000	avillareal@ledluminausa.com	Paseo de las Américas No. 2005 Country Sol Guadalupe Nuevo León CP. 67174
Argos Eléctrica	Lámparas fluorescentes compactas autobalastadas	A	http://www.argoselectrica.com/	(55) 2620 9900	etorres@argoselectrica.com	Av. de la Luz No. 67 Parque Industrial la Luz, Cuautitlan Izcalli, Estado de México. C.P. 54716
	Lámparas integradas con leds	A				
Austral de Chiapas	Películas de control solar	B	www.defenderglass.com	2299212 806	veracruz@defenderglass.com defenderglass_veracruz@hotmail.com	Av. Urano No.38 C Fraccionamiento Jardines de Mocambo, Boca del Río, Veracruz.
Aux de México	Inversores de tensión monofásicos	A	http://www.aux.com.mx	(01) 800) 999 9289 (81) 8282 3228 (81) 8282 3278	contacto@aux.com.mx	La Fragua No. 149, Col. Chula Vista, Guadalupe, Nuevo León, C.P. 67181
	Paneles fotovoltaicos					
	Lámparas fluorescentes compactas autobalastadas					
Bari Poliestirenos	Poliestireno para edificaciones	B	http://www.grupobari.com.mx	(999) 988 0374 (999) 988 0375 (999) 988 0376	nct@grupobari.com.mx	Carretera Mérida - Chichen Km. 8 Hacienda San Pedro Nohpat C.P. 97370, Kanasis Yuc.
Bticino de México	Sensores de presencia	B	http://www.bticino.com.mx	(442) 238 04 00 01 800 7148524	solucionesmex@bticino.com	Carr. 57, Querétaro a San Luis Potosí, km. 22.7, CP. 76220 Sta. Rosa Jáuregui,

Empresa	Producto	Tip o de Sel lo FID E	Página Web	No. de Teléf ono	Correo Electrónico	Dirección
						Querétaro, México.
Chint Energy México	Inversores de tensión monofásicos	A	http://es.chint.com	01 81 1234 2783	lander.zubia@chintenergy.com	Batallon de San Patricio 109, Colonoa Valle Oriente, San Pedro Garza García, Nuevo León
Comdecora	Paneles fotovoltaicos	A	http://www.thegreengate.com	01 646 1747575	jmedina@thegreengate.com.mx	Av. Reforma No. 138 L. 8, Colonia Vista Hermosa, Ensenada, Baja California
Comercializadora de Prefabricados (Compre)	Sistemas de losa a base de vigueta y bovedilla de poliestireno expandido	B	http://www.compre.com.mx	01 81 81 23 30 29 01 81 81 23 30 19 01 81 81 23 30 09 01 81 14 53 00 78	compre@compre.com.mx	Av. Jardín de San Jerónimo #114-A, Col. San Jerónimo, Monterrey, Nuevo León
Componentes Universales Matamoras	Balastros para lámparas fluorescentes lineales T5 y T8	A	http://www.unvlt.com	(55) 199 0 4993	ecantu@unvlt.com	Avenida de la Industrial Lateral S/N Fracc. Industrial del Norte, C.P. 87316, Matamoras Tamps.
	Balastros para lámparas de descarga en alta intensidad					
	Balastros para lámparas fluorescentes compactas					
Conermex	Paneles fotovoltaicos	A	http://www.conermex.com.mx	(55) 5384 5130	l.diaz@conermex.com.mx	Roberto Fulton #19 Col. Industrial San Nicolás Tlanepantla Edomex C.P. 54030
	Inversores de tensión monofásicos	A				
Construlita	Luminarios con LEDs para vialidades y áreas peatonales	A	http://www.construlitalighting.com/	(442) 23 8 3900	contacto@construlita.com.mx	Acceso IV No. 3 Fracci. Industrial al Benito Juárez, Querétaro, QRO. C.P. 76130

Empresa	Producto	Tip o de Sel lo FID E	Página Web	No. de Teléf ono	Correo Electrónico	Dirección
Cooper México Distribución	Luminarios para uso industrial	A	http://www.coopermexico.com.mx/	(55) 5804 4086	ventas@mex@cooperlighting.com	Av. Del Parque No. 1190 Col. Monterrey Technology Park. Ciénega de Flores, Nuevo León CP. 65550
	Balastos para lámparas de descarga en alta intensidad					
Criotec	Aparatos para refrigeración comercial autocontenidos	A	http://www.criotec.com.mx	(01 800) 300 6161 (81) 8220 6161 (81) 8336 0848	agonzalez@criotec.com.mx	25 de Mayo No. 188, Col. Trabajadores, Santa Catarina, Nuevo León, C.P. 66149
Cuprum	Ventanas y puertas térmicas de doble cristal	B	http://www.ventanascuprum.com	(55) 5746 7900 (55) 5746 7800 (81) 8389 8215	ventanas.fide@cuprum.com.mx	Ave. La Presa No. 290 San Juan de Ixhuatpec, C.P. 54180, Tlalnepantla, Estado de México.
Desmex	Paneles	A	http://www.desmexsolar.com	(477) 788 0600	desmex@desmex.com	Blvd. José Ma. Morelos 3649 Col. Purísima de Jerez León, Gto. C.P.37290
Distribuidora Química Textil	Recubrimientos base agua	B	http://www.diquimtex.com/#!impermeabilizante-reflectivo-y-aislante/qnrxt	01 (55) 5845 6777, 01 (55) 5845-6778, 01 (55) 5845-1394	adolfo@diquimtex.com.mx	Adalberto Tejeda 29, Col. Los Olivos, Tlahuac, México D.F. C.P. 13210
Dongbu Daewoo Electronics Home Appliance	Refrigeradores electrodomésticos	A	http://www.daewoo.com.mx	(01 800) 200 2882 (55) 1165 8118 (55) 5329 2400	luis_lee@dehamex.com	Alce Blanco No. 36, Fracc. Industrial Alce Blanco, Naucalpan, Estado de México, C.P. 53370
Energía Solar y Proyectos Sustentables ESPS	Paneles fotovoltaicos	A	http://www.esps.com.mx/	(662) 210 4859	contacto@esps.com.mx	Gral. Yáñez No. 445 B Col. San Benito. Hermosillo, Sonora C.P. 83190
Fabricantes de equipos para refrigeración	Aparatos para refrigeración comercial autocontenidos	A	http://www.refrigeraciontor.com.mx/	(81) 8288410 0	gventas@fersa.com.mx	DIA DEL EMPRESARIO 901 COL. JARDINES DE GUADALUPE 67115 N.L. MEXICO

Empresa	Producto	Tip o de Sel lo FID E	Página Web	No. de Teléf ono	Correo Electrónico	Dirección
Fortaleza Ambiental	Luminarios con LEDs para vialidades y áreas peatonales	A	- - -	(777) 203 2169	fortaleza_ambiental@yahoo.com	Playa Copacabana No. 165 Col. Militar Marte Iztacalco D.F. C.P. 08830
Fralgo	Inversores de tensión monofásicos	A	- - -	(999) 195 0064	alfonso.gonzalez@gykcorporativo.com	C. 19 No. 128B Col. Xelpac,
	Paneles fotovoltaicos	A				
Fronius México	Inversores de tensión monofásicos	A	http://www.fronius.mx/	(81) 8882 8200	info.mexico@fronius.com	Carr. Monterrey-Salttillo No. 3279 Edif. 6 Landus Business Park Santa Catarina, NL CP. 66367
GE Commercial Materials	Luminarios con LEDs para vialidades y áreas peatonales	A	http://www.ge.com/mx/	(55) 5262 0300	david.cazares@ge.com	Av. Churubusco No. 3900 Nte. Col. Industrial Benito Juárez Monterrey Nuevo León C.P. 64517
Gecko-Logic México	Paneles fotovoltaicos	A	http://www.geckologic-mex.com/	01 664 607 1545	victor.sotelo@geckologic-mex.com	Vía Rápida Oriente No. 1110 5, Colonia Rio Tijuana 3a Etapa, Tijuana, Baja California C.P. 22226
General Maskiner México	Aparatos para refrigeración comercial autocontenidos	A	http://www.masser.com.mx	(55) 5688 3700	ventas@masser.com.mx	Av. Chapultepec No. 164 Col. Roma, Cuauhtémoc, México D.F., C.P. 16400
Global Confort Systems	Acondicionadores de aire tipo dividido	A	http://www.prime.com.mx	(81) 1133675 8	anmontoy@prime.com.mx	Av. José eleuterio González No. 208 Col. Urdiales Monterrey Nuevo León CP. 64430
Grupo W México Energía Verde	Luminarios con lámparas de inducción	A	http://www.wwestmexico.com/	(81) 830 3 5942	verde@wwestmexico.com	4ta Avenida No. 980 Col. Zimex Santa Catarina, Nuevo León. C.P. 66358
Havells México	Lámparas fluorescentes compactas autobalastadas	A	http://www.havells.com	(55) 4627 5500	customerservice@havells-sli.com.mx	Montes Urales #455 3er piso Col. Lomas de Chapultepec México D. F., C.P. 11000
Henkel Capital	Recubrimientos elastoméricos base agua	B	www.fester.com.mx	(55) 33 00 32 87, (55) 33 00 30 97	web.fester@henkel.com	Blvd. Magnocentro No 8 Piso 2, Col. Centro Urbano Interlomas, Huixquilucan, Edo.

Empresa	Producto	Tip o de Sel lo FID E	Página Web	No. de Teléf ono	Correo Electrónico	Dirección
						de Méx. CP 52760
Holophane	Luminarios con LEDs para vialidades y áreas peatonales	A	http://www.holophane.com/			
Iluminación Especializada de Occidente	Lámparas fluorescentes compactas autobalastadas	A	http://www.tecnolite.com.mx	(33) 3836 0300	leonardo.elizalde@tecnolite.com	Av. Dr. Ángel Leño No. 401 Int. Nave 2B Col. Los Robles, Zapopan, Jalisco, C.P. 45134
Iluminación Ornamental México Europa	Luminarios de alumbrado exterior Luminarios de uso exterior con lámparas fluorescentes	A	http://www.iome.com.mx	(55) 5312 8128	ventas@iome.com.mx	Olmecas No. 11, Col. Parque Industrial Naucalpan, Naucalpan, Edo de Méx..
Imperquimia	Impermeabilizante acrílico celular	B	www.imperquimia.mx	(55) 5665- 9508 Ext:	coord_callcenter@imperquimia.com.mx	De la Alborada 136 piso 10, Parques del Pedregal, México, D.F. 14010
Industrias Farlic	Bloques huecos	B	www.farlic.com	(614) 233- 5592	ventas@farlic.com	Stuart No. 10306, Los Nogales Aeropuerto, Chihuahua, Chihuahua, C.P. 31380
Industria Lumiparr	Luminarios de alumbrado público	A	http://www.lumiparr.com/	(55) 582 4 8626 (55) 582 2 8184	lumiparr@lumiparr.com	Priv. Ruíz Cortines Col. Adolfo López Mateos Atizapan de Zaragoza, Estado de México C.P. 52910
Industrias Sola Basic	Balastros para lámparas de descarga en alta intensidad Balastros para lámparas fluorescentes lineales T5 y T8	A	http://www.isbmex.com	(55) 5804 2020	kromero@isbmex.com	Calz. Javier Rojo Gómez No. 510 Col. Leyes de Reforma, C.P. 09310, México D.F.

Empresa	Producto	Tipo de Sello FID E	Página Web	No. de Teléfono	Correo Electrónico	Dirección
	Balastos atenuadores para lámparas de descarga en alta intensidad Luminarios con LEDs para vialidades y áreas peatonales Luminarios con lámparas de inducción					
Inteligencia Energética	Lámparas fluorescentes compactas autobalastadas	A	http://www.inteligenciae.co	(55) 5312 9702	informes@inteligenciae.com.mx	Protón No. 21. Parque Industrial Naucalpan. CP. 53470 Edo de Méx
Iusasol	Inversores de tensión monofásicos	A	http://www.iusasol.mx/	(01) 55 4170-7350 y	contacto@iusasol.mx	Avenida Paseo de la Reforma No. 2608 Piso 7 Col. Lomas Altas, Del. Miguel Hidalgo México D.F., C.P. 11950
Johnson Controls México BE	Acondicionadores de aire tipo dividido	A	http://www.johnsoncontrols.com.mx/content/mx/es/about.html	01 (81) 8154 6000	victor.leo@jci.com	DAVID ALFARO SIQUEIROS No.104 COL. DEL VALLE ORIENTE , SAN PEDRO GARZA GARCÍA, NUEVO LEÓN . C.P. 66269
José Luis Rodríguez Torres	Equipos para bombeo de agua	A	http://rodase.com.mx/	(871) 733 5502	rodase@prodigy.net.mx	Química No. 336, Col. Valle Oriente, Torreón Coahuila CP. 27277
KONE México	Elevadores	A	http://www.kone.mx/	(55) 1946 0100	informa@kone.com	Av. Coyoacán Eje 3 Poniente 1622 Edificio 1, Planta baja Col. Del valle sur Del. Benito Juárez 03100 México D.F.
Kyocera Mexicana	Paneles fotovoltaicos	A	http://www.kyocerasolar.com	(664) 682 0111	uri.lopez@kyocera.com	Buena Vista No. 2055 U. Otay Universidad Tijuana Baja California C.p. 22427
Leaderlight	Lámparas fluorescentes compactas autobalastadas	A	http://www.leaderlight.com.mx	(55) 5358 6969 (55) 5358 6974	ventas@leaderlight.com.mx	Calle Cuatro N° 25 - Local 4 Fracc. Industrial Alce Blanco Naucalpan de

Empresa	Producto	Tip o de Sel lo FID E	Página Web	No. de Teléf ono	Correo Electrónico	Dirección
	Lámparas fluorescentes lineales T5 y T8			(55) 5358 7042 (55) 5358-6992		Juárez CP. 53370 Edo. De México
	Lámparas de descarga en alta intensidad					
LG Electronics Monterrey	Refrigeradores electrodomésticos	A	http://www.lg.com.mx	53211919 01 800 3471919	jlsaravia@lge.com	Av. Industrias 180, Fracc. Pimsa Ote, Apodaca, N.L., CP. 66603
Lumidim de México	Dispositivos atenuables para lámparas de descarga en alta intensidad	B	http://lumidim.com/	(81) 8373 4313	ventas@lumidim.com	Av. Raúl Rangel Frías No. 4119 Col. Resid. Lincoln Monterrey, N.L. C.P. 64310
Manufacturera de Reactores	Balastos para lámparas de descarga en alta intensidad	A	http://www.mr.com.mx/	(55) 5694-2000	informes@mr.com.mx	Vicente Guerrero No. 28 y 30 Col. Guadalupe del Moral Iztapalapa México D.F. C.P. 09300
Metalfrío Solutions México	Aparatos para refrigeración comercial autocontenidos	A	http://www.metalfrío.com.mx/	(461) 6188100	palazuelos@metalfrío.com	Poniente 4 Manzana 2 Lote 11 y 12 S/N Ciudad Industrial, Celaya, Guanajuato. C.P. 38010
Metaplus	Aparatos para refrigeración comercial autocontenidos	A	http://www.glacial.com.mx/	(01 800) 712 2053 (999) 982 1612 (999) 982 2850	jmuñozc@bepensa.com	Anillo Periférico Cruce Vía FFCC a Tizimín Tablaje Catastral No 12514, Col. Pacabtúm, Apartado Postal 7-020, C.P. 97160, Mérida, Yucatán.
Novidesa	Poliestireno para edificaciones	B	http://www.novidesa.com.mx	(55) 2789 2200	mreyes@idesa.com.mx	Bosques de Radiatas No. 34 Col. Bosques de las Lomas C.P. 5120 Cuajimalpa de Morelos, México D.F.
Osram	Lámparas de descarga en alta intensidad	A	http://www.osram.com.mx	(01 800) 716 7007	luz@osram.com.mx	Camino a Tepalcapa No. 8, Col. San Martín, C.P.

Empresa	Producto	Tip o de Sel lo FID E	Página Web	No. de Teléf ono	Correo Electrónico	Dirección
	Lámparas fluorescentes compactas autobalastadas					54900, Tultitlán, Edo. de Méx.
	Lámparas integradas con leds para uso interior					
	Balastos para lámparas fluorescentes lineales T5 y T8					
Owens Corning México	Fibra mineral de vidrio	B	http://www.owenscorning.com .mx	01 800 00 OWENS (55) 5089 6700 (55) 5089 6767	latam.oc@owenscorning.com alejandra.flores@owenscorning.com jacqueline.jimenez@owenscorning.com salvador.godinez@owenscorning.com	Av. Acueducto No. 459, Col. Zacatenco, C. P. 07360, Del. Gustavo A. Madero, México D.F.
	Poliestireno para edificaciones					
Panasonic de México	Acondicionadores de aire tipo dividido de flujo de refrigerante variable	A	http://www.panasonic.com.mx	(01 800) 874 7262 (55) 5000 1200	atencion.clientes@mx.panasonic.com	Félix Cuevas No.6, piso 2 y 3, Col. Tlacoquemecatl del Valle, Benito Juárez, México, D.F., C.P. 03200.
	Lámparas fluorescentes compactas autobalastadas					
	Receptores de televisión					
Philips Mexicana	Lámparas fluorescentes compactas autobalastadas	A	http://www.philips.com.mx	(01 800) 504 6200 (55) 5269 9000	ventas.lighting@philips.com	Philips Mexicana Av. La Palma No. 6 Col. San Fernando La Herradura, C.P. 52784, Huixquilucan, Edo. de Méx.
	Balastos para lámparas de descarga en alta intensidad					
	Lámparas integradas con leds para uso interior					
	Lámparas fluorescentes lineales T8					
	Luminarios con LEDs para vialidades					

Empresa	Producto	Tip o de Sel lo FID E	Página Web	No. de Teléf ono	Correo Electrónico	Dirección
	y áreas peatonales					
	Luminarios de alumbrado público					
	Lámparas de descarga en alta intensidad					
Pillar Mexicana	Variadores de velocidad	B	http://www.pillar.com.mx	(01800) 216 1182 (55) 5660 5553	info@pillar.com.mx	
Pinturas Osel	Recubrimien tos base agua	B	www.pinturasosel.com	(81) 8131- 3333	jaime_lomelin@oselmail.com	Av. Acapulco No. 1500, Col. Josefa Zozaya, Cd. Guadalupe, N. L., C.P. 67110
Poliestire no Alfa- Gamma	Poliestiren o para edificacion es	B	http://www.alfagamma.com.mx/	(871) 175 01 14 (871) 759 09 50	o.hernández@alfagamma.com.mx e.quezada@alfagamma.com.mx m.moreno@alfagamma.com.mx	Blvd México km 2.5 esq canal de Sacramento S/N ex. Ejido Aguiles Serdán, Gómez Palacio Durango, C.P. 35080
Powergreen Technologi es	Controlador es de tensión	B	http://www.powergreentechnologies.com/	(01 800) ECOWISE (326947 3) (55) 5081130 0	---	Paseo Tamarindos No. 90 Torre 1 Piso 22 Col. Bosques de las Lomas, Cuajimalpa. D.F. CP. 05120
Protección Anticorros iva Cuautitlán (PASA)	Impermeabil izantes acrílicos celulares	B	http://www.pasaimper.com	5899 3660	info@pasaimper.com	Camino a Tecoa N° 1 Bo. De la Tecoa, Cuautitlán Estado de México C.P. 05488
Proyección Empresaria l ECA	Inversores de tensión monofásicos	A	http://www.enerlandgroup.com	(55) 5350 1716	infomexico@enerlandgroup.com	Presa Tepuxtepec #40 int F Col. Loma Hermosa México D.F., C.P. 11200
Pure	Despachador es de Agua	A	http://www.puresa.com/empre	(55) 5352 0684	juan_puresa@prodigy.net.mx	PRIVADA DE LA SOLEDAD No. 20- C COL. PANTACO C.P. 02510, AZCAPOTZALC, MEXICO D.F.
Relfma Generacion es Sustentabl es	Paneles fotovoltaic os	A	http://www.trinova.com.mx	01 (614) 423- 1490	ventas@trinova.com.mx	Av. Connecticut #4936, Col. Residencial Campestre C.P. 31215

Empresa	Producto	Tip o de Sel lo FID E	Página Web	No. de Teléf ono	Correo Electrónico	Dirección
Renesola México	Paneles fotovoltaicos	A	http://www.renesola.com	01 55 5061 4912	alfredo.teran@renesola.com	Av. Paseo de la Reforma Piso 32 Torre Mayor, Cuauhtemoc, Ciudad de México
	Inversores de tensión monofásicos	A				
Refrigeración Ojeda	Aparatos para refrigeración comercial autocontenidos	A	http://www.ojeda.com.mx	(55) 5803 1100	vtaconer@ojeda.com.mx mgomez@ojeda.com.mx	Canela No.79 A y B, Col. Granjas México, Iztacalco, México, D.F., C.P. 08400.
Rheem de México	Acondicionadores de aire tipo dividido de flujo de refrigerante variable	A	http://www.rheem.com.mx/	(55) 5344 7400	rolando.quintanilla@rheem.com	Av. Ejército Nacional 436 - piso 7 - Col. Chapultepec Morales, México D.F., 11570
Samsung Electronics México	Refrigeradores electrodomésticos	A	http://www.samsung.com.mx	(01 800) 726 7864	a.gonzalez@samsung.com	Via López Portillo No. 6, Col. San Francisco Chilpan, Tultitlán, Estado de México, C.P. 54940.
Sharp Corporation México	Paneles fotovoltaicos	A	http://www.sharp.com.mx	1500 1500	mrivera@sharp.com.mx	Jaime Balmes No. 8 Int.803 Y 804 Col. Los Morales Polanco Distrito Federal C.P. 11510
	Inversores de tensión monofásicos	A				
Simón Eléctrica	Luminarios de alumbrado público para vialidades	A	http://www.simonelectrica.com	(800) 007 4666 (55) 5545 7865 (55) 5545 5492	info@simonelectrica.com	Darwin No.136 Col. Anzures C.P. 11590, Miguel Hidalgo, México D.F.
	Luminarios con LEDs para vialidades y áreas peatonales					
Sistemas y Soluciones en Eficiencia Energética	Balastros atenuadores para lámparas de descarga en alta intensidad	A	http://www.tridonic.es/es/	(55) 5365 2278	egonzalez.arroyo@hotmail.com	Acacias No. 40 U.H. Adolfo López Mateos Tlalnepantla de Baz Estado de México, C.P. 54070
Solar Depot Energy	Inversores de tensión monofásicos	A	http://www.solar-depot.mx/	(55) 5264-0813	donaji@solar-depot.mx	Calzada Lazaro Cardenas 4605, Prados Vallarta, Zapopan Jalisco

Empresa	Producto	Tip o de Sel lo FID E	Página Web	No. de Teléf ono	Correo Electrónico	Dirección
Solar Norte	Paneles fotovoltaicos	A	http://www.solarnort.esadecv	01 81 1099 4478	juan.mendivil@solarnort.esadecv.com	Isidoro Sepulveda 550 Bodega 15A, Parque Industrial Titan, Apodaca Nuevo León
Solarever Tecnología de América	Inversores de tensión monofásicos	A	http://www.solarever.com/	(55) 5915 3621	contact@solarever.com.mx	Carlos Ma. Bustamante No. 39 Cd. Satélite Naucalpan de Juárez México C.P. 53100
	Paneles fotovoltaicos					
Solartec	Paneles fotovoltaicos	A	http://www.solartec.mx/	(462) 635 9828	info@solartec.mx	Carr.Km - 4.6, Apollo Industrial Center, Irapuato, Guanajuato. C.P. 36827
Sony de México	Receptores de televisión	A	http://www.sonystyle.com.mx	(01800) 759 7669 (55) 5002- 9819	amigo@mx.sony.com	Ejército Nacional No. 834 Local B-139, Col. Granada, Miguel Hidalgo, México, D. F., C.P. 11520.
Tecno Maíz.	Máquinas tortilladoras	A	http://www.tecnomaiz.com/	(01800) 627 3221	rlozano@gruma.com	Ruiz Cortinez No. 2002 Ote, Col. Purisima, C.P. 67129, Guadalupe, Nuevo León
Ventor	Luminarios con LEDs para vialidades y áreas peatonales	A	http://www.ventorinternacional.com/	(777) 309 3484	info@ventorinternacional.com	Benito Juárez No. 1 Lt. 1 Col. Tlahuapan Jiutepec, Morelos C.P. 62553
Villarreal División Equipos	Inversores de tensión monofásicos	A	http://vde.com.mx/	(826) 268 0801	ventas@vde.com.mx	Morelos Sur No. 905 Col. Centro, Allende Nuevo León C.P. 67350
	Paneles fotovoltaicos	A				
Weg México	Motores trifásicos de Inducción	A	http://www.weg.net/mx	(55) 5321 4275	eromero@weg.net	Carretera Jorobas - Tula Km 3.5, Manzana 5, Lote 1, Parque Ind. Huehuetoca, México, C.P. 54680
Wellington Latin America Services	Motores de inducción fraccionarios y subfraccionarios	A	http://www.wdtl.com/	(427) 2728828	sales@wdtl.com	Cda. De San Serafín No. 4 San Gil C.P. 76815 San Juan del Río Querétaro
Yingli Green Energy México	Paneles fotovoltaicos	A	http://www.yinglisolar.com/	(55) 510 0 1255	santiago.desentis@yingliamericas.com	Matias Romero No. 102 Col. Del Valle Benito Juárez D.F. C.P. 03100

Empresa	Producto	Tip o de Sel lo FID E	Página Web	No. de Telé f ono	Correo Electrónico	Dirección
Zytsolar	Luminarios con LEDs para áreas peatonales	A	- - -	(246) 111 5913	vmfa@clou.com	Calle 16 No. 230 Col. Carola Álvaro Obregón D.F. C.P. 01180

www.mledprogram.org

