

DIRECTRICES PARA LA REALIZACIÓN DE AUDITORÍAS ENERGÉTICAS EN EDIFICIOS PÚBLICOS

Arévalos, Clara; Fleitas, Antonia; Galeano, Liz
Cardozo Florentín, Carlos Manuel
arevalosclara@gmail.com; anto.fleitas1992@gmail.com; galeanorossy@gmail.com
florentincm@gmail.com
Facultad Politécnica
Universidad Nacional del Este

RESUMEN

El presente trabajo propone elaborar una guía con recomendaciones de fácil implementación para la aplicación de los principios de eficiencia energética en edificios públicos, aplicada en el Ministerio de Relaciones Exteriores del Paraguay. En la etapa inicial se han hecho revisiones de fuentes referentes sobre contenidos y métodos que sirvieron de base para elaborar la guía. La misma contiene metodologías para realizar auditorías energéticas en edificios públicos; es decir las fases de la auditoría energética; indicadores energéticos y equipos de mediciones necesarios; también detalla cómo realizar estudios termográficos; planillas elaboradas para el levantamiento de datos; métodos para evaluación de proyectos de inversión. En una segunda etapa se utiliza la guía para ejecutar un trabajo de auditoría energética en la sede del Ministerio de Relaciones Exteriores (Edificio Benigno López y ex ASUBANC). Como principales resultados de la auditoría energética se visualiza: propuestas de mejoras en el sistema de iluminación y refrigeración, necesidad de adecuación de los tableros y cambio de hábitos de los funcionarios. Los análisis económicos indicaron la viabilidad de las propuestas de mejoras; en el sistema de iluminación se puede lograr un ahorro económico mensual de 2.175.435 gs y ahorro energético de 5.604 kWh/mes, lo que representa aproximadamente un 27,235 % de la energía mensual consumida en iluminación por todo el edificio y con las demás propuestas alcanzaría un ahorro total del orden de 40%.

Palabras clave: Gestión Energética, Eficiencia Energética, Auditoría Energética

INTRODUCCIÓN

Las políticas de ahorro y eficiencia energética han avanzado fuertemente en todo el mundo tanto en los países desarrollados como en aquellos en vías de desarrollo, desde las primeras crisis del petróleo en la década del '70 (Subsecretaría de energía eléctrica-Dirección Nacional de promoción, 2004). Diversos motivos fundamentan esta evolución,

entre los que se pueden citar su positiva influencia sobre la protección de los recursos no renovables, la disminución de los costos de provisión de los servicios energéticos y la mitigación de los problemas ambientales asociados a la producción, al transporte, a la distribución y al consumo energético a partir de sus fuentes. Con el pasar de los años, en el mundo entero, la electricidad se ha vuelto una

necesidad para el desarrollo y el alto nivel de vida de la población, entre ellos, Paraguay. Hoy día la electricidad es utilizada en mayor medida en equipos de iluminación, refrigeración y aire acondicionado; esto debido al confort accedido en lugares de trabajo y hogares, y también al clima tan cambiante del país.

Por estas razones surge la necesidad de estudiar políticas de uso eficiente de la energía. Se entiende por uso eficiente de la energía o Eficiencia Energética (EE), la adecuación de los sistemas de producción, transporte, almacenamiento y consumo de energía, al logro de un desarrollo sostenible con los medios tecnológicos al alcance; minimizando el impacto sobre el ambiente, optimizando el consumo de energía y reduciendo los costos energéticos (PROENER, 2006).

Es muy importante entender que los conceptos *eficiencia energética* y *ahorro energético* están íntimamente relacionados ya que ambos apuntan a la reducción del consumo de energía. No obstante el ahorro está más encaminado a la toma de medidas, para concienciar a las personas sobre la utilización correcta de los equipos y también para aplicar métodos y hábitos de ahorro que sin necesidad de cambiar completamente los sistemas. La eficiencia energética se puede aplicar a una variada gama de actividades, ya sean estas domésticas, laborales o industriales; este concepto y las políticas que acompañan pueden así orientarse a dos frentes de acción bien definidos: cambio de hábitos y adecuación de características edilicias/artefactos de consumo. El medio por excelencia para aproximarse a la optimización

en materia de eficiencia energética es la Auditoría Energética (AE), la cual se erige como una herramienta que posibilita a personas y organizaciones conocer su situación respecto al uso de energía (García Sánchez, 2010). La AE consiste en el estudio exhaustivo del grado de eficiencia del consumo energético de cualquier instalación. Tiene como objeto fundamental detectar posibles fallas o deficiencia en las instalaciones auditadas, cuyas correcciones o mejoras posibilitan minimizar consumo energético, fomentando así el uso racional de la energía. Desde la perspectiva ambiental esto se refleja en una reducción de las emisiones contaminantes (Gómez Girini, René, & Fernández, 2012).

Es importante auditar una institución pública ya que la misma presta servicios a la población y pueden servir como modelo y ejemplo a seguir con vistas a una eventual estandarización.

Particularizando para edificio público, la AE es una metodología para lograr la optimización de la relación entre calidad y cantidad de energía consumida considerando los servicios o funciones que en el edificio se desarrollan. Involucra a) análisis de las necesidades energéticas de la instalación, b) conocimiento del consumo energético, c) evaluación de la calidad de materiales y equipos utilizados, d) Prospección de fuentes de ahorro energético y e) Eventual formulación de recomendaciones orientadas a optimizar el consumo energético. Entonces, mediante la aplicación de las medidas de ahorro recomendadas tras una auditoría energética aplicada a edificio público, sus autoridades serían capaces; por un lado, de

reducir el consumo en un porcentaje considerable sin tener que reducir el confort de los funcionarios; y por otro, aumentar la calidad de la demanda sin necesidad de aumentar el consumo.

OBJETIVOS

Objetivo general

Elaborar una guía con recomendaciones de fácil implementación de los principios de eficiencia energética, que sirva como documento director para la Auditoría Energética de edificios públicos de Paraguay.

Objetivos específicos

- Identificar los principios y prácticas de eficiencia energética útiles para la auditoría energética.
- Adaptar tales principios y prácticas de EE al contexto de edificios públicos de Paraguay.
- Desarrollar procedimientos que implementen dichos principios y prácticas en una guía de AE para edificios públicos de Paraguay.
- Aplicar los procedimientos desarrollados en la guía a un caso real: auditoría energética al edificio sede del Ministerio de Relaciones Exteriores de Paraguay, sito en la intersección de las calles Palma y 14 de Agosto, ciudad Asunción.
- Promover la cultura de la eficiencia energética.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo consta de la elaboración de un documento conceptual sobre eficiencia energética, enfocando en directrices para la realización de auditoría en edificios públicos, es decir, una guía de auditoría energética para

edificios públicos adecuada a la realidad paraguaya. Y como complemento, comprende la aplicación de la guía para auditar el estado de eficiencia del consumo energético en las instalaciones del Ministerio de Relaciones Exteriores.

El trabajo consiste en el desarrollo de un producto tecnológico en forma de una guía de AE de aplicación específica. El flujo de trabajo consta de las siguientes etapas operativas sucesivas:

- Inicia con una extensa revisión de la literatura técnica y la asistencia de experto en eficiencia energética a quien se realizaron consultas puntuales. Como resultado de esta etapa se identificaron conceptos y procesos claves, así como normas que sirvieron posteriormente como referentes para construir la guía de AE.

- Selección de indicadores claves. Estos se adecuan al tipo de edificio público: residencial, de oficinas, centro de compras, hotel, hospital, centro educativo, centro deportivo, entre otros. En general fueron considerados bajo la forma de razones o *ratios* de consumo por persona y por unidad de superficie construida: 1) en primer lugar se han considerados los *indicadores energéticos*: a) por tipo de suministro energético: eléctrico, térmico, renovable, entre otros tipos, y b) por elementos estructurales: porcentaje de superficie de acristalamiento respecto a superficie de fachada, porcentaje de superficie de acristalamiento con protección solar y superficie de fachada respecto a superficie construida. 2) *Indicadores de climatización*. 3) *Indicadores de iluminación*. 4) *Indicadores referidos a equipos deTICs, electrónicos y*

eléctricos. 5) *Indicadores de integración de energías renovables.*

- Selección de equipos: Se han tenido en cuenta equipos; a) medidores de condiciones ambientales; b) de caudales de fluidos; c) de consumo energético: medidores eléctricos, analizadores de combustión, entre otros; d) de intensidad luminosa; e) termográficos; f) de infiltraciones; entre otros.

- Selección de procesos de auditoría: acciones de cada fase de la auditoría, siendo estas: recopilación inicial de información de la instalación, adquisición de datos, análisis de datos, medidas de ahorro energético, informe final.

- Elaboración-adaptación de instrumentos: dentro de cada proceso, se precisaron definir pasos, planillas de datos y cálculos, relaciones energéticas cuantitativas y métodos de evaluación financiera.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

El principal resultado consiste en la guía elaborada para realizar auditoría energética a edificio público de Paraguay, cuyos contenidos genéricos pueden leerse en el esquema de la figura 1 (Gómez Girini, René, & Fernández, 2012), (Horta, 2010), (Cardozo Florentín & Arévalos Silvero, 2016).

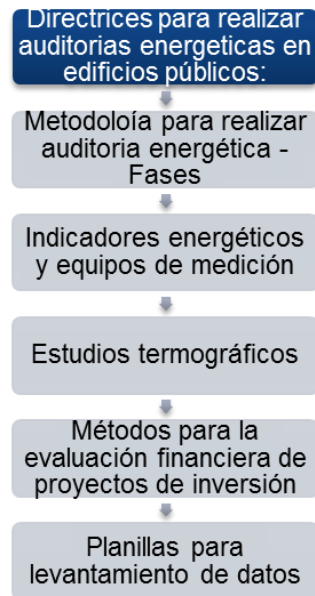


Figura 1. Partes conceptuales y estructura de la guía.

La parte operativa está contenida en el segundo apartado, donde se encuentran las fases y los procedimientos que se muestran en la figura 2 y se describen detalladamente a continuación.



Figura 2. Fases genéricas de la AE.

Estas fases o etapas son típicas de la AE y son estandarizadas por la norma UNE 216501:2009 (García Sánchez, 2010). Para que se pueda entender mejor se detalla de forma breve cada etapa propuesta por la guía e implementada.

Fases de la AE:

a) Recopilación inicial de información.

La información inicial es la primera toma de contacto con la instalación a auditar, por tanto, se trata de una parte muy importante de la auditoría. Los objetivos de esta fase son los siguientes:

- Estimar qué se va a encontrar en la fase siguiente.
- Aprovechar mejor la visita posterior a la instalación.
- Identificar los focos importantes.
- Recopilar información previa necesaria para el estudio: a) factura de pago por consumo eléctrico de al menos un año, b) factura de pago por compra de combustible, c) consumo de agua, d) plano de distribución y de la instalación, e) esquema de procesos, f) proyecto de ejecución y modificaciones, g) inventario de equipamiento, h) auditorías previas y i) datos generales: superficies, ocupación, horarios, régimen de funcionamiento.

Pese a la importancia de esta fase del estudio, en numerosas ocasiones se presenta una serie de barreras que dificultan su realización. Esto es debido a que normalmente requiere una colaboración intensa, a veces absorbente, por parte del propietario. Además, aunque a veces los plazos de ejecución de los proyectos obligan a reducir el tiempo de esta fase, se la debe terminar antes de pasar a la siguiente.

b) Visita a la instalación.

Una vez analizada toda la información inicial disponible se debe proceder a la visita *in situ* a la instalación, con el objetivo de realizar un inventario de todos los equipos consumidores de energía presentes. El objetivo principal de

este inventario es entender qué hay en la instalación y cómo funciona, pues sólo es posible calcular ahorro de consumo si se entiende cómo éste es realizado.

Por tanto, en esta etapa es necesaria la plena colaboración de un usuario conocedor del mantenimiento de todo el edificio y que conozca las rutinas.

Esta fase es sólo un primer encuentro con los responsables del edificio, que puede repetirse si surge alguna duda por parte del auditor o si así lo desea el responsable del edificio, para conocer detalles de la auditoría.

El objetivo de esta fase es conseguir:

- Toda la información del edificio sobre su naturaleza constructiva y espacial, y especialmente, el comportamiento térmico de sus envolventes.
 - Facturas de los diversos consumos que se producen en su interior: combustibles, electricidad, agua, papel, material de oficina, material informático, etc.
 - Conocimiento de las características materiales de los edificios, sus instalaciones, su régimen de uso, sus condiciones ambientales, etc. y las características del trabajo desarrollado.
- #### c) Análisis de los datos obtenidos.
- Una vez recogida toda la información necesaria de la instalación objeto de estudio se procede al análisis de los datos obtenidos:
- Facturas de todos los consumos energéticos.
 - Inventario de equipos consumidores de energía.
 - Tiempo de uso de dichos equipos.
 - Parámetros medidos *in situ*.

Antes de calcular el potencial de cada una de las medidas de ahorro a recomendar se debe entender el consumo energético, es decir, se ha de saber qué se consume, cuánto se consume y dónde se consume.

Para ello se debe realizar el *balance energético* del edificio. Este balance consiste en la disgregación del consumo total en las distintas zonas consumidoras de energía que componen el edificio.

Análisis de impacto y medidas de ahorro energético.

Las medidas de ahorro pueden clasificarse según distintos criterios. Algunos de ellos son los que siguen:

- Según afecten a la oferta/demanda de energía. La mayoría de las medidas de ahorro propician una reducción de la demanda actual de la instalación, pero existen otras medidas que afectan a la oferta energética, es decir, que proponen un cambio en la fuente de energía consumida.

- Según el tipo de acción a tomar. Algunas medidas de ahorro proponen una sustitución de los equipos actuales por otros más eficientes, otras suponen una mejora de la instalación actual, otras consisten en la instalación de dispositivos de ahorro y otras afectan los hábitos de consumo del usuario.

- Según el centro de consumo al que afecten. Las medidas de ahorro pueden afectar la instalación de iluminación, de climatización, de producción de agua caliente sanitaria, de equipos, etc.

Para cuantificar una medida de ahorro es necesario calcular una serie de variables:

- Ahorro energético: es el ahorro de energía que se conseguiría con la implementación de dicha medida; típicamente se lo mide en kWh.

- Ahorro económico: es el ahorro monetario que corresponde al ahorro de energía conseguido, típicamente expresado en guaraníes.

- Ahorro de emisiones: es el ahorro en emisión de CO₂ que se consigue al disminuir la energía consumida, típicamente se lo mide en kilogramos o en toneladas de CO₂.

- Inversión: es el coste necesario para la implementación de la medida de ahorro.

- Periodo de retorno simple (PRS): da idea del plazo de tiempo necesario para la amortización de la medida de ahorro. Se calcula como el cociente entre la inversión y el ahorro económico de la medida.

d) Redacción del informe.

Esta etapa consiste en la realización y edición de un informe que contenga toda la información que se haya obtenido a lo largo de todo el estudio. El informe debe contener al menos estos contenidos:

- Las condiciones generales de la AE, con una introducción teórica sobre el tema auditado acompañado de las diversas normativas y directivas relacionadas.

- Descripción del estado actual del edificio y de sus componentes anexos, junto con fotografías tomadas del mismo para constatar su situación.

- Análisis de la situación del edificio documentada con toda la información recogida tanto en la fase de recopilación de información como en la obtenida con las medidas experimentales y los cálculos realizados a

partir de ellas. Se incluyen las eventuales medidas preventivas y correctoras sugeridas por el auditor junto con un estudio completo de ellas y de su viabilidad económica.

- Decálogo de confidencialidad, seguido de la auditoría y diversos anexos considerados importantes para explicar conceptos que pudieran resultar confusos en el informe, como definiciones, unidades y equivalencias, etc. Una vez editado el informe se lo debe entregar al responsable del edificio, quien pudiera consultar para aclarar sus dudas y con ello finalizar la auditoría energética.

- Eventualmente proponer al responsable del edificio alguna campaña informativa tendiente a modificar conductas de usuarios del edificio y de responsables de su mantenimiento.

e) Revisión y control de calidad.

Una vez redactado el informe de auditoría se debe proceder a la revisión y control de calidad para generar la versión final del mismo.

La guía desarrollada también comprende cómo realizar mediciones de consumo energético de la instalación, cómo evaluarlos en términos de

eficiencia y hábitos de consumo, y su reflejo en cuanto a impacto ambiental.

Concluye así la descripción de la guía para realizar auditoría energética en institución pública como herramienta para evaluar la relación del consumo energético con las características físicas constructivas de la edificación.

Como complemento del trabajo se ha procedido a la aplicación de la guía al estudio de caso real en el local físico del Ministerio de Relaciones Exteriores paraguayo cuya dirección es la intersección de las calles Palma y 14 de Agosto, ciudad Asunción.

Síntesis sumaria de los resultados obtenidos en la auditoría energética aplicada a dicho local físico del MRE:

a) Análisis de consumo energético del edificio.

Actualmente la energía necesaria para el desarrollo de la actividad en el edificio es exclusivamente eléctrica, cuyo costo se cuantifica en la tabla 1. El consumo energético en electricidad del centro se ha obtenido a partir de los datos de facturación del año 2015.

Tabla 1: Costo energético.

	Energía (kW/h)	Tarifa (Gs/kWh)	Costo Total, año 2015. (Gs)
ELECTRICIDAD	1.045.741	388,16	405.914.827

El Consumo mensual de energía se muestra en el gráfico de la figura 3. La serie empieza en el mes de enero de 2015 y termina en diciembre del mismo año. Haciendo coincidir el mes de consumo con el mes de facturación.

Se puede observar que el consumo mínimo se produce en el mes de junio, cuando inicia el invierno. Por el contrario, el valor máximo se da en el mes de marzo.

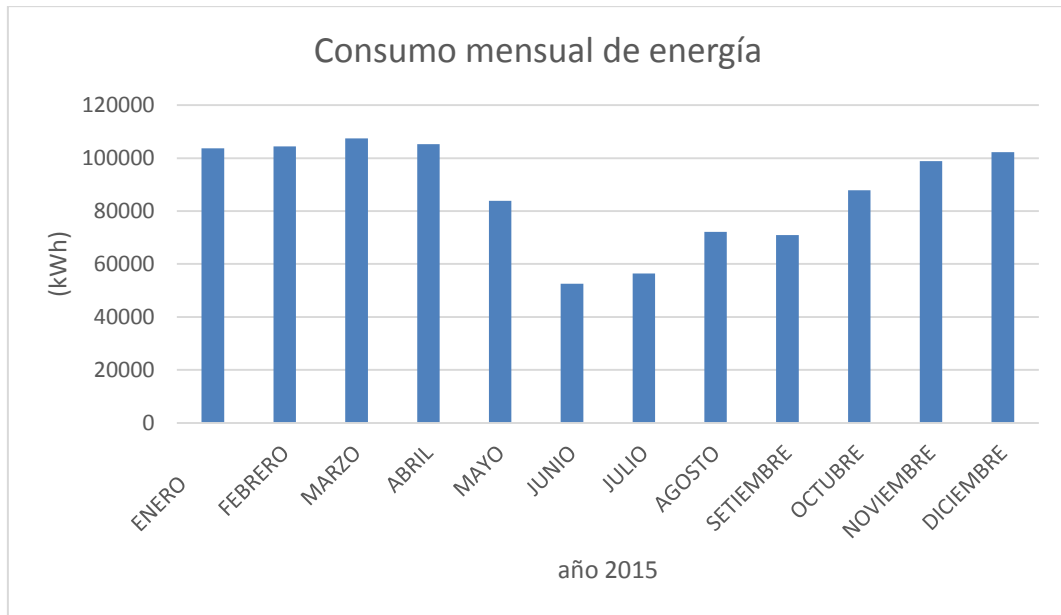


Figura 3: Evolución mensual del consumo eléctrico.

En la figura 4 se puede observar el balance energético donde se presentan los consumos resultantes del cálculo realizado a partir de los datos de equipos y horas de funcionamiento, corroborados con las mediciones eléctricas. En la distribución del consumo de energía total, el

sistema de aire acondicionado es el que representa un mayor porcentaje. Con respecto a los electrodomésticos, son aquellos equipos empleados en el confort sin relación directa con la actividad laboral

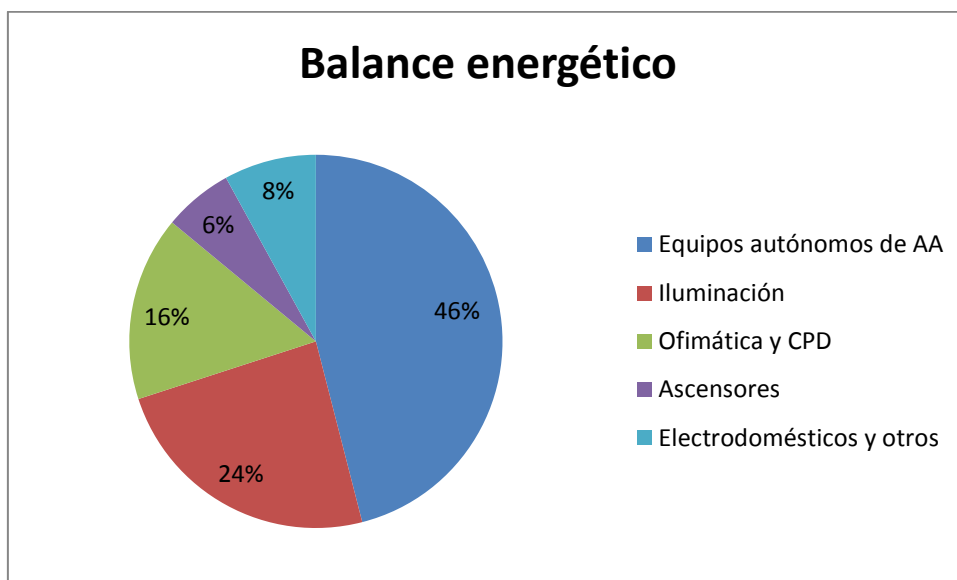


Figura 4: Distribución del consumo por componentes.

y en conjunto si suponen un consumo significativo.

Cabe resaltar que en la evolución mensual de consumo de la figura 3, los meses calurosos

registrar gran consumo causado por los equipos autónomos de aire acondicionado que son más utilizados en la climatización.

En la tabla 2 se ilustran los características constitutivas del local que afectan al consumo, de manera cuantificada, indicando su unidad de medida.

Tabla 1: Ítems de referencia

Ítem	Valor	Unidad
Consumo total	1.045.741	kWh
Usuario	400	Usuario
Superficie	11.550	m ²
Consumo Iluminación	246.917	kWh
Consumo Climatización	484.435	kWh
Ofimática y CPD	169.603	kWh
Electrodomésticos	86.590	kWh
Ascensores	58.196	kWh

En la tabla 3 se ilustran los valores de *ratios* energéticos del consumo.

Tabla 2: Ratios energéticos

Ítem	Valor	Unidad
Consumo total por usuario	2614,35	KWh/usuario
Consumo total por superficie	90,54	KWh/m ²
Consumo climatizado por usuario	1.211,09	KWh/usuario
Consumo climatizado por superficie	41,942	KWh/m ²
Consumo de iluminación por usuario	617,29	KWh/usuario
Consumo de iluminación por superficie	21,378	KWh/m ²
Gasto total por usuario	1.014.786,1	Gs/usuario
Gasto total por superficie	35.009	Gs/m ²
Gasto climatización por usuario.	470.096,7	Gs/usuario
Gasto climatización por superficie.	16.280	Gs/m ²
Gasto iluminación por usuario.	239.607,3	Gs/usuario
Gasto iluminación por superficie	8.298	Gs/m ²

b) Medidas de ahorro energético propuestas.

Se incluye una detallada explicación de todas las medidas de ahorro energético que corresponden aplicar, se ha adoptado un plazo

de cinco años para amortizar la inversión, para el criterio de rentabilidad de las medidas.

Medida 1. Optimización del término de potencia.

La optimización tarifaria consiste en adecuar la potencia contratada con la empresa comercializadora a la potencia real demandada, de forma que se ahorden costes innecesarios, ya sea por penalizaciones sufridas por excesos de potencia demandada, o por un sobredimensionamiento de la potencia contratada.

Como la institución auditada carece de un contrato de potencia, se prescinde su correspondiente evaluación.

Medida 2: Sustitución de tubos fluorescentes, lámparas incandescentes y lámparas de bajo consumo por tubos LED.

La iluminación se realiza en mayor medida empleando tubos fluorescentes largos, también se emplean tubos fluorescentes cortos, tubos fluorescentes circulares grandes y chicos, algunas bombillas de bajo consumo e

incandescentes. Si bien esta configuración luminaria produce condiciones lumínicas adecuadas, existen soluciones más eficientes que igualan dichas prestaciones, como es el caso de la iluminación mediante luminaria LED (del inglés Light Emitting Diode).

Una de las ventajas que presenta la instalación de tubos LED es el aumento de la vida útil de la instalación: un tubo LED presenta una duración aproximada de 60.000 horas frente a 20.000 de los tubos convencionales. El aumento de la vida útil supone un ahorro económico en tiempo de reposición.

Las sustituciones se proponen según las equivalencias de los fabricantes y antes requieren de adaptación de la luminaria y eliminación. Para este caso en la inversión no se agregó el costo de adaptación de la luminaria: material y mano de obra.

Tabla 3: Resumen de Medidas de Ahorro Energético

Medidas de ahorro energético	Pot. actual (W)	Pot. futura (W)	Dif. de potencia (W)	Ahorro energético (kW)	Ahorro económico (gs/mes)	Inversión (Gs)	PRI (mes)
Sustitución de lámparas Fluorescentes chico por tubos LED	180	81	99	16,632	6458	252000	30
Sustitución de lámparas Fluorescentes normal por tubos LED	43520	21760	21760	3655,68	1418989	38080000	30
Sustitución de lámparas Fluorescentes circular chico por tubos LED	176	72	104	17,472	6782	224000	30
Sustitución de lámparas Fluorescentes circular normal por tubos LED	1056	660	396	66,528	25824	1155000	30
Sustitución de lámparas incandescentes por	10600	1484	9116	1531,488	594462	3710000	30

LED							
Sustitución de lámparas de bajo consumo por LED	2990	1105	1885	316,68	122923	3120000	30
TOTAL	58.522	25.162	33.360	5.604	2.175.435	46.541.000	30

Medida 3: Detectores de presencia en zonas de paso.

Se ha estimado que se precisan 50 detectores. Cada detector dispone de un radio de acción aproximado de 12 m.

Medida 4: Monitorización de consumos energéticos.

Se monitorización del consumo eléctrico del edificio, basado en la instalación de un único analizador de redes para toda la edificación. Con este sistema de monitorización se puede obtener un ahorro energético entre 5 y 15 % aproximadamente.

En el balance energético de la figura 4 se observa que el mayor consumo del MRE se da en los equipos de aire acondicionado. Esto demanda un estudio detallado de su funcionamiento considerando, por un lado el confort de las personas; y por otro el consumo óptimo del equipo, teniendo en cuenta que

cada grado de disminución de temperatura a partir de 22°C representa un consumo adicional de 7 %.

Medida 5: Adecuación de las instalaciones eléctricas de paneles y cuadros.

En las distintas imágenes obtenidas a través de la cámara termográfica se pudo verificar que existen innumerables problemas asociados a conexiones inadecuadas de balance de carga y de otro tipo que también ameritan un estudio para su solución.

Medida 6: Instalación de regletas inteligentes para equipos ofimáticos.

Medida 7: realización de una campaña de sensibilización sobre el uso correcto de la energía por parte de los usuarios.

c) Evaluación económica del proyecto.

En la tabla 5 se presentan los resultados del análisis cuantitativo de indicadores de viabilidad económica del proyecto. Se adopta un periodo de amortización de 60 meses.

Tabla 4: Rango de valores límites

Técnica de Evaluación	Rango adecuado	Valores Encontrados	
		Sin Aleatoriedad	Con Aleatoriedad
VPN	$VPN > 0$	Al 2do año	Al 3er año
TIR	$TIR > D$	Luego de 2 años	Luego de 2 años
PRI	$PRI < n$	22 meses	30 meses
RCB	$RCB < 1$	Luego de 2 años	Luego de 2 años

Los diferentes resultados determinan que el proyecto de inversión es viable a partir de la

mitad del tercer año (30 meses). Los cuatro indicadores económicos encontrados y considerando la aleatoriedad así lo confirman.

El estudio realizado al local mencionado del Ministerio de Relaciones Exteriores afirma que la implantación de todas las medidas propuestas conlleva un ahorro energético en torno a:

- 27,2 % de la energía consumida en iluminación por todo el edificio.
- 10 % por la adecuación de la temperatura de funcionamiento de los equipos de aire acondicionado.
- 3 a 5 % por reeducación del funcionariado para el uso adecuado de la energía.

CONCLUSIONES

Como principal resultado se tiene una herramienta con directrices que viabilizan la práctica de auditoría energética en instituciones públicas. Esta posibilita analizar la relación entre consumo energético y características físicas constructivas del edificio. Además, explica cómo realizar mediciones de consumo energético en la instalación, cómo evaluarlas en términos de eficiencia, hábitos de consumo e impacto ambiental.

La guía elaborada comprende planillas elaboradas para levantamiento de datos. Como aplicación a caso real, se auditó una instalación del Ministerio de Relaciones exteriores (Palacio de Benigno López y ex ASUBANC) implementando la guía desarrollada, comprobando su comodidad y facilidad de uso.

Se dio a conocer cómo y dónde se utiliza la energía en dicha instalación. También se han propuesto medidas de ahorro energético. En el sistema de iluminación específicamente, se realizó un estudio económico para conocer la viabilidad de sustituir las lámparas existentes por tecnología LED. Se comprobó que en treinta meses ya se puede recuperar la inversión, y posteriormente el ahorro mensual sería de 2.175.435 Gs, correspondiente a un ahorro energético de 5.604 kWh/mes. lo cual representa el 27,235 % de la energía mensual consumida en iluminación en todo el edificio.

Con estos resultados se confirma la rentabilidad de las recomendaciones realizadas, ya que los cuatro indicadores económicos utilizados incluyendo aleatoriedad, así lo confirman.

Los trabajos de auditoría energética son muy importantes para lograr la optimización de las instalaciones energéticas de cualquier edificio y más aún de edificios públicos.

También es necesario implementar prácticas y políticas de aplicación de eficiencia energética en todos los sectores públicos. El ahorro de energía se refleja en ahorro económico para estas instituciones de interés público, el cual se podría reinvertir en emprendimientos para el beneficio de la sociedad. Se espera que estas instituciones sean las primeras en apoyar este tipo de iniciativas, para poder así crear conciencia en la población acerca de la importancia del consumo energético óptimo.

BIBLIOGRAFÍA

- Cardozo Florentín, C. M., & Arévalos Silvero, C. I. (2016). Guía para la aplicación de termografía infrarroja en ahorros y eficiencia energética. Ciudad del Este.
- García Sánchez, J. M. (junio de 2010). La Norma UNE 216501:2009 Requisitos de las Auditorías Energéticas.
- Gómez Girini, R., René, L. G., & Fernández, J. F. (2012). *Metodologías para Auditorías energéticas en Edificios*. Mendoza.
- Horta, L. A. (2010). *Indicadores de Políticas Pública en Materia de Eficiencia energética en América Latina y el Caribe*. Santiago de Chile: Naciones Unidas.
- PROENER. (2006). *Jornada de Eficiencia Energética en Edificios Públicos*. Buenos aires.
- Subsecretaría de energía eléctrica-Dirección Nacionalde promoción. (2004). *Dianóstico preliminar de potenciales de ahorro energético*. Buenos Aires.

Financiamiento

Programa PROCIENCIA del CONACYT, convocatoria 2013. Proyecto 14-INV-405