



Guía para realizar una **auditoría energética**

GUÍA PARA REALIZAR UNA AUDITORÍA ENERGÉTICA

Autor:

Ministerio de Hidrocarburos y Energías
Viceministerio de Electricidad y Energías Alternativas
Niras – IP Consult para el Programa de Energías Renovables (PEERR II)

Edición, diseño y diagramación:

Comunicación Programa de Energías Renovables (PEERR)

Esta publicación es apoyada por la Cooperación Alemana al Desarrollo, a través de la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH y su Programa de Energías Renovables (PEERR II).

Se autoriza la reproducción total o parcial del presente documento, sin fines comerciales, citando adecuadamente la fuente.

La Paz, Bolivia, octubre 2022

ALCANCE DE LA GUÍA

Aun cuando se presenta el contexto general en el que se inscribe una Auditoría Energética (AEn), el presente documento está circunscrito a los procedimientos más importantes que se deben seguir para llevar a cabo una AEn en un edificio, público o privado, desde la recolección de información hasta la confección del documento de informe de la AEn. En ningún caso constituye una guía para el establecimiento de un Sistema de Gestión de Energía (SGE) o para la definición de la Política Energética de una institución/empresa. Tampoco se trata de un Manual de Eficiencia Energética.

Aunque el procedimiento que se presenta está definido para realizar auditorías energéticas en edificaciones destinadas específicamente a oficinas como ministerios, bancos, gobernaciones, gobiernos municipales, etc., los lineamientos básicos, como veremos más adelante, son también aplicables a otras actividades como hoteles, clínicas, hospitales, entre otros.

En ese contexto, los procedimientos que se señalan en el presente documento tienen el propósito de permitir el desarrollo sistemático de la AEn. Sin embargo, la AEn por sí sola no tendrá ningún impacto, por lo que es importante impulsar la implementación de medidas posteriores a la ejecución de la AEn.

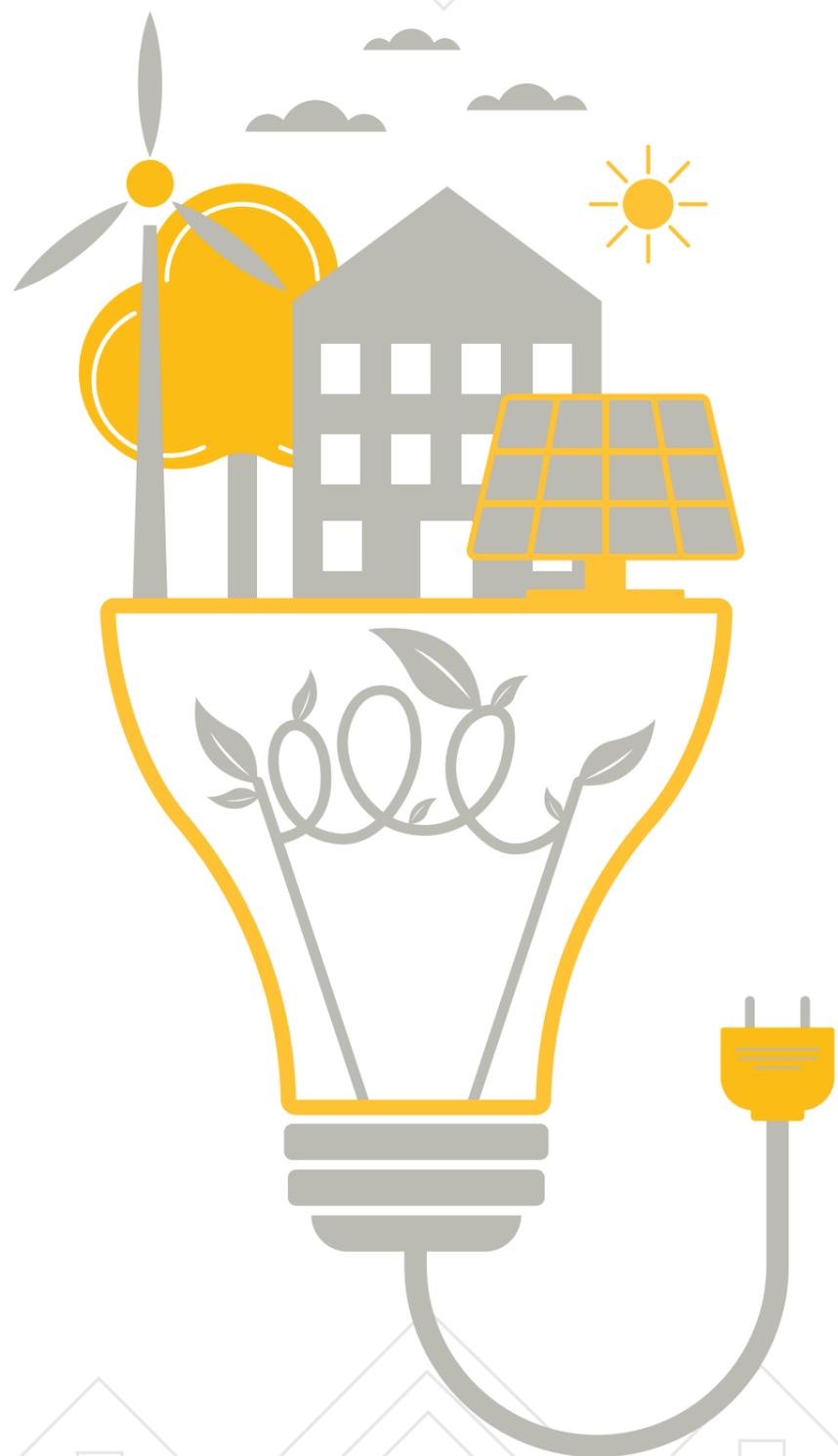


PRESENTACIÓN

En el marco del Programa de Energías Renovables (PEERR), la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) apoya al Viceministerio de Electricidad y Energías Renovables (VMEEA) brindando asistencia técnica para la elaboración del marco institucional en energías renovables y eficiencia energética, en ese sentido se ha trabajado en el desarrollo de Proyectos y Programas para implementar eficiencia energética en diferentes sectores de consumidores de energía.

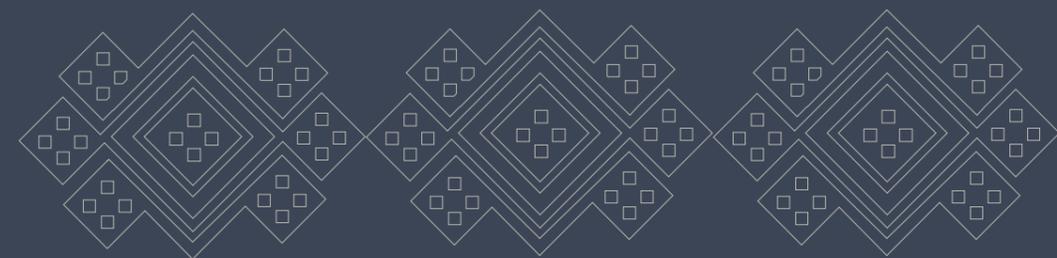
El presente documento tiene el propósito de cubrir un vacío que tiene el mercado local, que es la estandarización de la calidad en el diseño y ejecución de las auditorías energéticas en el país. Además, busca apoyar y orientar técnicamente a auditores energéticos en la realización de las auditorías, fijando un marco técnico que es un insumo para el fortalecimiento de procesos de capacitación de futuros auditores. En ese entendido, el documento puede considerarse como una guía técnica dirigida a profesionales que tienen formación en ingeniería, ciencias aplicadas o ramas afines, quienes se desempeñan como consultores a cargo de realizar dichas auditorías.

Una AEn debe ser parte constituyente de la Gestión Energética de la institución, o por lo menos eso es lo recomendable, por lo tanto, debe estar inscrita en las definiciones y alcances de la Política Energética de la institución o empresa. No obstante, una AEn puede ser realizada, y de hecho, así ocurre en muchos casos, como un hecho aislado, pero no es lo más aconsejable.



ABREVIACIONES

AEn	Auditoría Energética
EE:	Eficiencia Energética
EERR:	Energías Renovables
GIZ:	Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit
GN:	Gas Natural
MHE:	Ministerio de Hidrocarburos y Energías
PEERR:	Programa de Energías Renovables
SGA:	Sistema de Gestión Ambiental
SGE:	Sistema de Gestión de Energía
VMEEA:	Viceministerio de Electricidad y Energías Alternativas

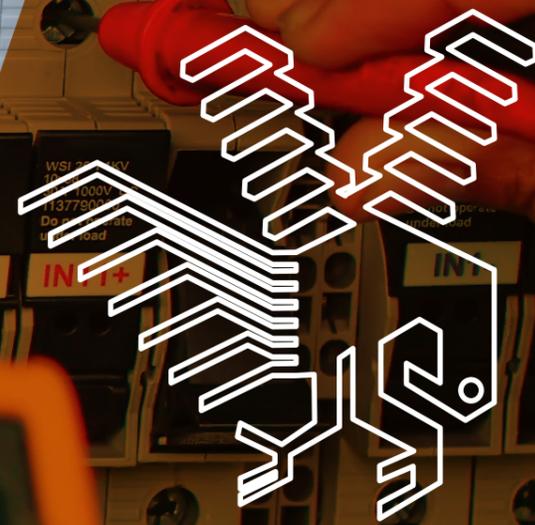




Guía para realizar una auditoría energética

ÍNDICE

1.	LA AUDITORÍA ENERGÉTICA	9
1.1	Definición y objetivo de la auditoría energética	10
1.2	Alcance y contenido de una auditoría energética	11
1.3	Clasificación de la auditoría energética	12
1.4	Etapas de la auditoría energética	13
1.4.1	Planificación de la auditoría y reunión de inicio	13
1.4.2	Recolección y análisis preliminar de la información proporcionada por la empresa o institución	17
1.4.3	Plan de medición	17
1.4.4	Trabajo en planta verificación de la información adicional y mediciones en terreno	19
1.4.5	Tratamiento de la información, preparación del informe de AEn	23
2	INFORME DE AUDITORÍA	29
2.1	Contenido de la auditoría	31
2.1.2	Resumen ejecutivo	32
2.1.3	Análisis del consumo de energía, demanda de potencia y costos relacionados	34
3	ACCIONES POSTERIORES A LA AUDITORÍA ENERGÉTICA	34
3.1	Plan de implementación de las medidas	34
3.2	Seguimiento	34
4	ANEXOS	36
4.1	Anexo 1 boleta de recolección de datos	36



1

LA AUDITORÍA ENERGÉTICA

1

LA AUDITORÍA ENERGÉTICA



1.1 Definición y objetivo de la auditoría energética

La Auditoría Energética es una herramienta que permite el análisis sistemático de la situación energética de una empresa o institución, con el propósito de conocer su desempeño energético actual, comparable con una fotografía/radiografía, por lo cual comúnmente se habla también de un diagnóstico energético.



Debe tomarse en cuenta que las acciones aisladas orientadas a mejorar la eficiencia energética, solo logran cubrir una parte del potencial de ahorro, y no garantizan su sostenibilidad. Por esta razón, es altamente recomendable definir un Programa de EE, el mismo que debería ser parte de la política institucional y, por tanto, debería involucrar a los niveles de decisión de la empresa o institución.

Sus principales objetivos son:

- 1 Conocer la característica/el comportamiento del consumo y los gastos energéticos de la institución.
- 2 Identificar los principales usos de energía en procesos y actividades.
- 3 Conocer el nivel de eficiencia con el que se usa y aprovecha la energía a nivel general y en los principales equipos y/o maquinaria donde se requiere de energía para su funcionamiento y para las prestaciones que brinda.
- 4 Identificar y priorizar oportunidades para la mejora del desempeño energético, que ayude además a la obtención de ahorros económicos, reducción de impactos ambientales y otras mejoras como aspectos de seguridad laboral o de la imagen de la institución.

En el caso ideal, la ejecución de AEn(s) se repite con regularidad, óptimamente como parte de la planificación energética en un Sistema de Gestión de Energía (SGE) o en un Sistema de Gestión Ambiental (SGA) para poder dar seguimiento y lograr ingresar en un ciclo de mejora continua.

Es oportuno mencionar que el término **auditoría**, por lo general, despierta la susceptibilidad de máximas autoridades de las instituciones o de los propietarios de las empresas, puesto que asocian esta palabra a las funciones que cumplen algunas instituciones de control para verificar los estados financieros de las empresas. Por esta razón, en algunos casos, es recomendable utilizar la expresión **diagnóstico energético**.

En este contexto vale mencionar que la AEn (o diagnóstico energético) no debe confundirse con una auditoría a un sistema de gestión (ambiental, de calidad o de energía). En tanto, la AEn tiene como objetivo la evaluación técnica de la situación energética de la institución, el objetivo de una auditoría a un sistema de gestión es la evaluación de la conformidad con una norma/reglamento.

Esta guía trata exclusivamente del procedimiento para efectuar una AEn (o diagnóstico energético).



1.2 Alcance y contenido de una auditoría energética

El alcance de la Auditoría Energética debe ser definido de manera conjunta entre los representantes de la institución, donde se realice la AEn, y el auditor. En el alcance comúnmente se definen los siguientes puntos:

- ¿qué área? / edificios
- ¿qué energéticos?
- ¿qué usos/aplicaciones?

A partir de estos puntos se puede dimensionar adecuadamente la AEn, en cuanto a los tiempos y recursos necesarios, además, de asegurar que el trabajo

a realizar cumpla con las expectativas/requerimientos que condujeron a la realización de una AEn.

Al respecto, vale la pena anotar que una auditoría, como herramienta de evaluación, debiera ser del mayor interés por parte de la alta dirección, pues le permite evaluar los niveles de eficiencia y eficacia con los que se desempeña; le permite contar con información confiable; ayuda a identificar posibles factores de riesgo que pongan en peligro las actividades futuras; y permite conocer el grado de cumplimiento de la empresa respecto al marco normativo vigente, entre otras ventajas.

1.3 Clasificación de la auditoría energética

Según la American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers ASHRAE/IES Standard 100-2015 para procedimientos de auditorías energéticas en edificios comerciales, los niveles de esfuerzo de una auditoría se distinguen de acuerdo a la siguiente clasificación:



La norma ISO 50002 cuenta también con una clasificación similar a la de la ASHRAE/IES 100-2015 y distingue entre auditorías de tipo 1, 2 y 3.



1.4 Etapas de la auditoría energética

Para llevar adelante una AEn es necesario seguir un conjunto de etapas que permitan su aplicación de manera sistemática y permitan alcanzar los resultados de una manera satisfactoria. El auditor energético o el responsable del equipo auditor es el encargado de planificar cada uno de los pasos a seguir y de controlar su adecuada ejecución.

o de alguna otra instancia, es necesario conseguir el compromiso de la máxima autoridad. Se considera que existe compromiso, cuando se cuenta con un responsable de coordinar el desarrollo de la AEn nombrado por esta.

El auditor o equipo auditor tiene que coordinar, con la o las personas responsables de parte de la institución, una reunión de inicio en la cual se tratarán los siguientes temas:

Las etapas a seguir son:

- Planificación de la auditoría y reunión de inicio
- Recolección y análisis preliminar de la información proporcionada por la empresa o institución
- Plan de medición
- Trabajo en planta, verificación de la información adicional y mediciones en terreno
- Tratamiento de la información y preparación del informe de AEn

- ✓ Presentación formal del auditor o equipo auditor.
- ✓ Identificación del objetivo y del alcance de la AEn (incluyendo áreas específicas de interés, si aplica) junto con la definición del nivel/tipo de auditoría a ser realizada.
- ✓ Definición de la información necesaria para que el auditor realice un análisis preliminar y formule las primeras hipótesis.
- ✓ Elaboración de un cronograma que incluya el detalle de las fechas para la entrega de información de parte de la institución, la presentación del plan de medición de parte del auditor, el desarrollo del trabajo de campo, la presentación de resultados, entre otros.
- ✓ Planificación y ejecución de una visita preliminar a las instalaciones con el objeto de cuantificar equipos, cantidad de personal, identificar posibles puntos de medición, entre otros.

Como evidencia (respaldo) de la planificación se debe contar con un cronograma del trabajo a desarrollarse acordado/consensuado entre todas las personas involucradas con responsabilidades definidas.

A continuación se describen cada una de las etapas.

A continuación, en la Tabla 1, se muestra un ejemplo del formato que puede ser utilizado.

1.4.1 Planificación de la auditoría y reunión de inicio

Para iniciar la AEn y asegurar su realización es necesario contar con el compromiso de la máxima autoridad de la institución. Si la iniciativa de desarrollar este programa proviene de esta instancia, entonces el compromiso estaría asegurado. Pero si la iniciativa proviene de otro funcionario



Tabla 1 Cronograma para la ejecución de la Auditoría Energética

NOMBRE DE LA ORGANIZACIÓN:		Auditor/equipo auditor			
Gerente/responsable:		FECHA		HORA	
N° Detalle de las actividades		INICIO	FINAL	INICIO	FINAL
Responsable					
1.	Reunión de apertura	Representante de la dirección			
2.	Recopilación de datos	Responsable de la organización			
3.	Visita a la organización	Equipo Auditor/Responsable de la organización			
4.	Plan de Medición	Equipo Auditor			
5.	Identificación de puntos de medición	Equipo Auditor			
6.	Realización de visitas de campo	Equipo Auditor/personal designado por la organización			
7.	Reunión de cierre	Equipo auditor/Responsable de la organización			
ELABORADO POR :		APROBADO POR: Gerente/encargado de la organización.			
FIRMA:		FIRMA:			
FECHA:		FECHA:			

1.4.2 Recolección y análisis preliminar de la información proporcionada por la empresa o institución

La información que proporcione la empresa o institución, junto a las mediciones que se realicen en la planta, constituye la base fundamental de la auditoría. El conocimiento de las cantidades de energía que se utilizan, los gastos que corresponden a ese consumo y la forma de utilizar la energía permitirán tener un primer escenario de análisis que debe realizarse antes de llevar a cabo las actividades de auditoría en la empresa o institución propiamente.

Es conveniente que el equipo técnico encargado de la auditoría pueda contar con la mayor cantidad de información necesaria y pertinente, y que la misma sea procesada y analizada antes de iniciar los trabajos de medición o entrevistas en la planta.



El resultado de un adecuado tratamiento de la información permitirá al equipo de auditores tener un cuadro de situación o estado del arte, relacionado con el uso de la energía en la empresa, y ayudará en la identificación inicial de los posibles problemas de ineficiencia, sus causas y las posibles soluciones.

Podemos reconocer **3 partes en la recolección de información**, las mismas que se detallan a continuación:

1. Documentación relacionada al consumo y uso de energía

La información indispensable que debe recabarse de la empresa o institución es la siguiente:

- ✓ **El informe de la última AEn** realizada a la empresa (si aplica). Este informe permitirá analizar cómo ha sido el desempeño anterior, cuáles las recomendaciones que se hicieron y cuáles se implementaron. Sin embargo, debe tomarse en cuenta que muy pocas empresas llevan a cabo AEn(s) de manera sistemática.
- ✓ **Facturas** o preavisos del consumo de **energía eléctrica**, incluyendo las características del suministro (cargos por potencia demandada, energía consumida, energía reactiva, cargos por tasas de alumbrado público, aseo y otros cargos) mínimamente de 12 meses; lo óptimo es contar con información de 36 meses anteriores a la fecha de la auditoría.
- ✓ **Facturas** o preavisos del suministro de **gas natural**, incluyendo las características del servicio (principalmente: volumen consumido, presión y categoría de suministro) mínimamente de 12 meses; lo óptimo es contar con información de 36 meses anteriores a la fecha de la auditoría.
- ✓ **Facturas** u otra documentación de **otros energéticos** que emplee la empresa. Esta información debe corresponder, al menos, a los últimos 12 meses anteriores a la fecha de la auditoría.
- ✓ **Descripción de las principales actividades** y/o tipo de servicios que cumple la institución y que están directamente relacionadas con la infraestructura donde se realizará la AEn.
- ✓ **Inventario y características de los principales equipos** que son responsables del consumo de energía incluyendo indicaciones en relación con:
 - potencia eléctrica / capacidad térmica,
 - tiempos / frecuencia de uso,
 - antigüedad de la infraestructura,
 - condiciones/parámetros de funcionamiento (temperatura, humedad, etc., si aplica),
 - otros datos técnicos.

2. Información adicional

En el inventario se tiene que considerar equipos eléctricos y equipos que utilizan otros energéticos. Los equipos más comunes son: sistemas de climatización de ambientes, ventilación e iluminación; equipos de oficina instalados (computadoras, impresoras, fotocopiadoras, etc.); sistemas de almacenamiento de información; sistemas de abastecimiento de agua (bombas); calderas; líneas de transmisión; aislamiento; válvulas de seguridad.

- ✓ **Diagrama unifilar** de las instalaciones eléctricas, de gas, de vapor y de agua caliente.
- ✓ **Características de funcionamiento** de la empresa o institución: horarios, turnos, registro histórico de la cantidad de personas/usuarios que trabajaron/utilizaron el edificio en el período de consumo energético analizado.
- ✓ **Planos constructivos** de la edificación, incluyendo detalles constructivos de muros (materiales, grosor de paredes, aislamientos, etc.), ventanas (tamaño y materiales), techos (materiales y aislamientos).

Para ayudar con la preparación de la información, es conveniente que la misma sea solicitada a través de un formulario que contenga los requerimientos de información y las unidades físicas y monetarias correspondientes (Ver Anexo 1). También, al momento de solicitar la información se debe incluir una declaración de uso confidencial de la información proporcionada. En general, esta cláusula de confidencialidad forma parte de un convenio interno entre la institución y el auditor.

Además de la información proporcionada, es necesario recabar otra información adicional, la misma que generalmente no está disponible en la empresa a ser auditada. El equipo técnico encargado de realizar una auditoría energética debe contar con:

- ✓ las estructuras de tarifas de las empresas de servicios de electricidad, gas y agua potable;
- ✓ las características climatológicas de la zona del proyecto;
- ✓ información básica sobre la legislación relacionada con el uso de energéticos y las disposiciones legales sobre el medio ambiente;
- ✓ información sobre la existencia, o no, de problemas de confort higrotérmico y/o lumínico;
- ✓ información sobre la existencia, o no, de problemas de abastecimiento y/o calidad de energía (cortes, nivel de tensión, armónicas, factor de potencia, etc.), y en cuanto a la seguridad de las instalaciones de suministro energético;
- ✓ información sobre la existencia, o no, de problemas técnicos con los equipos de consumo de energía;
- ✓ otra información relevante, como los precios de otros energéticos alternativos y su disponibilidad en la zona del proyecto; etc.

La información recolectada debe ser procesada inicialmente para tener una idea de la magnitud del trabajo que debe realizarse y para orientar las entrevistas y mediciones que deberán realizarse posteriormente.

3. Visita preliminar o prediagnóstico

Una vez que se ha obtenido la información solicitada, y habiendo realizado los respectivos acuerdos con la empresa o institución a ser auditada, es necesario realizar una visita preliminar a sus instalaciones. Esta visita, conocida también como prediagnóstico, cumple varios propósitos:

- ✓ **Complementar la información faltante**, que muchas veces no ha sido entregada por la institución por no tenerla a la mano o porque no se ha entendido la magnitud y características de la información requerida.
- ✓ **Conocer personalmente a las principales autoridades** de la institución y al personal técnico que será contraparte del equipo auditor, a quienes, además, se les podrá entrevistar para conocer algunos detalles técnicos que sean relevantes.
- ✓ Explicar brevemente **el objeto de la visita preliminar**: conocer las instalaciones; conocer a las autoridades y al personal técnico de la institución; pedir información adicional.
- ✓ Hacer un **recorrido por las instalaciones** de la institución para conocer los ambientes de trabajo, las instalaciones eléctricas, especialmente los sistemas de medición eléctrica, de GN, los depósitos de combustibles, etc.

✓ Entender los **procesos operativos** que ocurren en el interior del edificio, identificar —de manera previa— probables problemas energéticos y, en función a ello, seleccionar los procesos, los centros y/o unidades que serán sujetos principales del plan de medición.

✓ **Entrevistar a las principales autoridades de la institución y al equipo técnico** para intercambiar criterios y definir el alcance de la Auditoría, es decir, definir cuáles ámbitos abarcará el análisis concerniente al uso de la energía. Una AEn puede abarcar el conjunto de los energéticos que usa una empresa, incluyendo los combustibles destinados al transporte; en otros casos, la empresa puede solicitar, por diversas razones, que la AEn solo aborde al sistema eléctrico, etc.; la institución puede limitar el área donde quiere que se intervenga. Durante la visita de campo se deben establecer estos límites. También deben solicitarse los requerimientos que la empresa o institución estipula durante el trabajo de campo: los horarios, las limitaciones de circulación, los temas de seguridad, la instalación de equipos y otros procedimientos y normas específicas que tenga la empresa en la que se realizará la AEn.

1.4.3 Plan de medición

La sistematización u organización de la información proporcionada por la empresa, la información adicional recabada por los auditores y los resultados y observaciones de la visita preliminar, permitirán al equipo técnico encargado de la auditoría **contar con un panorama inicial de la situación energética de la institución y ayudará a establecer un conjunto de hipótesis de trabajo que se plasmarán en el plan de medición**, el mismo que, además de lo expresado, contará con la siguiente información:

- **Fecha** en la cual se realizará la instalación de equipos.
- Detalles de **los puntos en los cuales se instalarán los equipos**, incluyendo la información del tiempo que permanecerán los equipos.

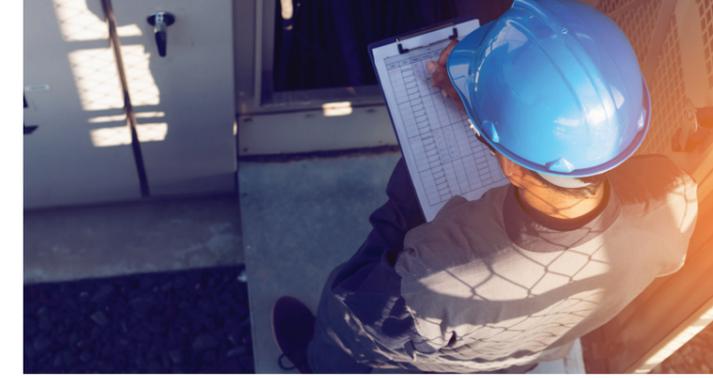
○ **Solicitud de apoyo del personal técnico de la institución** para realizar la instalación.

○ Si el caso lo requiere, solicitud de permiso para ingresar a las áreas restringidas.

El plan será presentado al responsable de la institución para que la AEn se realice sin contratiempos. En la **Tabla 2** se muestra un ejemplo del plan de medición.

Tabla 2 Plan de medición para efectuar la Auditoría Energética

Plan de mediciones para la auditoría energética						
Responsable del equipo auditor:						
N°	Detalle de las actividades	Responsable	FECHA		Tipo de equipo	Requerimientos adicionales
			INICIO	FINAL		
1.	Inicio del trabajo de campo					
2.	Instalación de equipos de medición en tablero principal				Pinzas amperométricas	Acceso al tablero principal/actividad que requiere que el encargado de mantenimiento participe
3.	Instalación de equipos de medición en los mayores centros de consumo					
4.	Mediciones puntuales (i.e. nivel de iluminación/temperatura/humedad)					
5.						
6.						
7.						
ELABORADO POR :						
APROBADO POR: Gerente/encargado de la organización						
FIRMA:			FIRMA:			
FECHA:			FECHA:			



1.4.4 Trabajo en planta, verificación de la información adicional y mediciones en terreno

Como veremos, la identificación de posibles ineficiencias, así como las correspondientes recomendaciones que emanen de la AEn, que están destinadas a superarlas, están orientadas al trabajo en escenarios que deben orientar las actividades de campo y que facilitarán el trabajo posterior de análisis y confección del informe final. A saber:

a. El manejo interno del uso de energía. Se refiere a la identificación de posibles ineficiencias relacionadas con procedimientos internos que determinan el uso de la energía en la empresa.

b. Las condiciones externas del consumo de energía. Se refiere al análisis de posibles ineficiencias que se originan en situaciones no relacionadas con la tecnología que usa la institución ni con la gestión propiamente; entre ellas, las características de la infraestructura y su entorno, y/o el suministro de la energía por parte de los proveedores.

1.4.4.1 Conocer y analizar el uso final de la energía

Para la identificación de posibles ineficiencias, relacionadas con las actividades productivas o con los servicios y la tecnología asociada a dichas actividades o servicios, es fundamental tener pleno conocimiento de los diferentes usos de la energía de la institución. El análisis correspondiente debe además tomar en cuenta las tecnologías (equipos, maquinaria, instrumentos) con las que está equipada la institución para desempeñar su actividad y que pueden ser definidas como sistemas necesarios. En el caso de edificaciones se trata principalmente de:

- ✓ Sistema de **iluminación**. En este punto se necesita hacer un relevamiento completo de la cantidad de luminarias, sus características técnicas: tecnología (LED, fluorescente, incandescente, etc.) y potencia; tiempo de uso diario. Se deben realizar mediciones de iluminancia en cada ambiente.
- ✓ Sistema de **climatización de ambientes (frío)**. En el caso de sistemas centralizados deben revisarse las características técnicas de los equipos de aire acondicionado: tipo de equipo, potencia; temperatura a la que está fijado el **set point**; tiempo de uso. Se deben revisar las instalaciones y las partes del equipo (filtros, intercambiadores

de calor, etc.). En el caso de sistemas individuales, es necesario el relevamiento completo de la cantidad de equipos y sus características técnicas (de ventana, Split, etc.), además de revisar su funcionamiento.

- ✓ Sistema de **climatización de ambientes (calefacción)**. En el caso de sistemas centralizados deben revisarse las características técnicas del equipo que genera y distribuye el calor: tipo de equipo, potencia; temperatura de trabajo; tiempo de uso. Se deben revisar las instalaciones y las partes del equipo (bombas, intercambiadores de calor, etc.). En el caso de sistemas individuales, es necesario el relevamiento completo de la cantidad de equipos y sus características técnicas, además de revisar su funcionamiento.
- ✓ Sistema de **agua caliente**. En el caso de sistemas centralizados deben revisarse las características técnicas del equipo que genera el calor (caldera, termotanque, calefones, etc.), tipo de combustible, temperatura y presión de trabajo; sistema de distribución, recirculación, aislamiento, válvulas, etc.; y tiempo de uso diario. En el caso de sistemas individuales (duchas) se requiere el relevamiento de la cantidad, potencia y la frecuencia de uso diario.

✓ Sistema de **transporte**. Se refiere, principalmente, a ascensores y escaleras mecánicas. Se requiere relevar la cantidad de estos, sus características técnicas y el tiempo de uso diario o la frecuencia de uso.

✓ **Sistema de información**. Son, principalmente, equipos de almacenamiento de datos que requieren niveles controlados de temperatura y humedad. Se deben relevar sus características técnicas y especificaciones de uso. Estos sistemas están asociados generalmente a sistemas de enfriamiento, por lo tanto, deben analizarse conjuntamente y deben revisarse las características del ambiente donde se encuentran instalados: tamaño, ventilación y condiciones del entorno.

✓ Además de los sistemas antes mencionados, debe hacerse un relevamiento del **equipamiento básico de oficinas**: computadoras, monitores, impresoras, fotocopadoras, principalmente.

Dependiendo de las prestaciones o funciones que se cumplan en una edificación, pueden existir otras cargas. Sin embargo, la experiencia de los auditores será la que determine si es necesario su respectivo análisis. En general, el criterio es que el análisis esté dirigido a las cargas de mayor potencia y de mayor tiempo de uso. El relevamiento no debe ser necesariamente exhaustivo.

1.4.4.2 Realizar mediciones en planta

En el caso de efectuar una auditoría Tipo 2 o Tipo 3, es necesario efectuar mediciones del sistema eléctrico global de la empresa o institución a partir del tablero principal de distribución y/o de equipos principales de consumo.

La instalación de un **medidor o analizador de redes eléctricas**, de manera paralela al sistema de medición de la empresa, permitirá conocer las características del consumo eléctrico y detectar posibles fallas en el medidor o los medidores instalados por la empresa de distribución.

Estas mediciones permitirán también conocer los parámetros más importantes del consumo de energía eléctrica, como ser: la potencia máxima demandada en una jornada de trabajo, la energía reactiva y el factor de potencia, los niveles de tensión por fase y la corriente utilizada. Esta información es valiosa a la hora de analizar la curva de demanda de potencia y el factor de carga de la planta.

Se deben efectuar **mediciones puntuales de los principales centros de consumo** de energía eléctrica. Al igual que en el punto anterior, deben realizarse mediciones específicas en los sistemas de consumo de mayor potencia y/o mayor tiempo de uso. Entre ellos:

- Sistemas de climatización, aire acondicionado y calefacción; sistema de iluminación, etc.
- Equipos específicos (bombas de agua, motores de gran potencia).
- Además, deberán medirse las caídas de tensión, longitud y diámetro de cables, entre otras.

Se deben efectuar **mediciones del consumo de combustibles**. Al iniciar las actividades de auditoría en la planta es necesario registrar los valores del medidor de GN o medir los volúmenes de GLP u otros combustibles que se estén utilizando. El consumo de combustibles debe ser registrado día a día, mientras dure la auditoría, y debe confrontarse con el consumo de los principales demandantes de estos combustibles. Esto permitirá efectuar el balance energético térmico global de la planta.

Se deben efectuar **mediciones específicas de los principales consumidores** de energía térmica (vapor, calefacción, etc.) y sus respectivos balances térmicos. De esta manera se podrá evaluar los niveles de rendimiento de los equipos. Son parte de las mediciones de los equipos térmicos, los siguientes:

- Temperaturas de las tuberías de vapor y agua, en paredes de hornos y otros.
- El análisis de los gases de chimenea en calderas y hornos.
- La cuantificación de las pérdidas y fugas de vapor y/o agua caliente.
- La medición de la temperatura de la planta en diferentes sitios y en diferentes horarios.

Las mediciones efectuadas en la planta deben ser realizadas con la mayor pulcritud posible y deben ser contrastadas con los resultados obtenidos a través de otros métodos o con valores obtenidos por los técnicos de la propia empresa. Es recomendable discutir los resultados de mediciones o pruebas realizadas con los responsables

de la planta o de la respectiva sección, especialmente si se observan incongruencias en los resultados.

Las mediciones y pruebas que se realicen en la planta deben ser realizadas y registradas de manera sistemática para evitar confusiones o errores posteriores durante el tratamiento de la información. Asimismo, es recomendable efectuar mediciones o pruebas allí donde sea necesario. Una excesiva cantidad de datos, tomados sin un objetivo preciso, puede resultar perjudicial a la hora de procesar la información.

A continuación, se presenta un listado de algunos equipos de medición utilizados frecuentemente durante una AEn. En el Anexo 2 se presenta una lista mayor de equipos de medición.

- Analizador de redes eléctricas de diferentes capacidades (amperaje).
- Analizador de gases de combustión.
- Termómetros de distintas características: sondas, de inmersión, de contacto, infrarrojo, entre otras.
- Medidores de flujo de agua, aire, vapor, gas.
- Medidores de luminancia (luxómetro).
- Medidores de humedad del aire.
- Otros equipos básicos de medición, como cintas métricas, balanzas, etc.

1.4.4.3 Conocer el manejo y uso interno de la energía

Durante la AEn, además del relevamiento de equipos y de las mediciones que se efectúen, es necesario conocer cómo se gestiona la energía disponible en/al interior de la institución. Este análisis incluye la entrevista al personal clave de la institución (gerencia, administración, personal responsable de mantenimiento) y la observación acuciosa —del auditor— de los sistemas o procesos relacionados con el consumo de energía. Entre los temas más destacados a registrar:

- ✓ La organización de la información energética de la empresa. Principalmente **si la empresa cuenta con una contabilidad de la energía**, esto es: i) registros de consumo y costos de cada uno de los energéticos que utiliza; ii) definición de indicadores energéticos que relacionen el consumo de energía con el número de personas que trabajan en la institución, o la relación entre el consumo y la superficie ocupada; iii) procedimientos para el control de la energía, disposiciones para el encendido y apagado de los sistemas de iluminación o de otros equipos, como computadoras, etc.; iv) el horario de trabajo, en general, y de las distintas reparticiones con las que cuenta la institución, en particular; y v) si cuenta con el personal o el encargado de controlar la gestión energética y las disposiciones de la institución.

- ✓ **Los hábitos del uso de la energía de parte del personal** que trabaja en la empresa. Más allá del uso de la tecnología, se debe observar las prácticas cotidianas del personal: i) aspectos simples, como dejar encendidos los equipos que consumen energía sin cumplir una función específica, y que pueden ser causantes de uso

excesivo de energía, como es el caso de la iluminación; ii) no aprovechar las fuentes naturales de energía se traduce en consumos innecesarios, como mantener puertas y ventanas abiertas mientras se hace uso de sistemas de climatización, o tapar las entradas de luz natural, etc.; iii) la falta de mantenimiento en equipos consumidores de energía, como filtros de aire acondicionado, intercambiadores de calor, bombas de agua, etc.; y iv) la falta de información y sensibilización sobre el cuidado ambiental.

Estos aspectos, junto a otros detalles en la gestión energética, deben ser observados y tomados en cuenta para el tratamiento de la información y para la definición de las recomendaciones que deben emanar de la AEn.



1.4.4.4 Conocer las condiciones externas relacionadas con el consumo de energía

Las posibles ineficiencias en el uso de la energía, y/o el elevado gasto que su uso provoca, pueden deberse a situaciones que no dependen estrictamente de las características tecnológicas del equipamiento de la institución y tampoco de la forma en la que se gestiona o controla el uso de la energía, sino más bien a situaciones externas, que deben ser tomadas en cuenta en el momento de llevar a cabo la AEn. Entre ellas, las más importantes son los **contratos de suministro y las condiciones del entorno** del edificio.

En el primer caso:

- ✓ Los **contratos de suministro de energía** con las empresas proveedoras. En el caso del suministro eléctrico, debe analizarse la categoría eléctrica que le ha sido asignada a la institución y verificar si esta es compatible con las actividades que realiza, los horarios de atención y la potencia que demanda. Generalmente, las instituciones o empresas, cuya actividad está asociada al sector de servicios y/o comercio, tienen asignada la categoría "General", también denominada "Comercial", dentro de la cual se tiene subdivisiones dependiendo de la potencia que demandan y de la tensión que requieren. En cada uno de estos casos, los costos unitarios, tanto de potencia como de energía, son diferentes. Así también, si la institución o empresa tiene demandas de potencia mayores a 50 kW, se la cataloga como "Gran Demandante". En esta categoría, los costos del servicio eléctrico están diferenciados por bloques horarios, tanto para la potencia demandada como para la energía consumida.
- ✓ También deben analizarse los **servicios de suministro de combustibles**, sea gas natural, GLP u otros. En el caso del suministro de GN será necesario analizar la categoría que está asociada a la presión y caudal del suministro, y a las condiciones de registro del consumo, situación que debe verificarse en el puente de medición. Las lecturas del puente de medición deben ser tomadas diariamente y debe verificarse si la medición tiene corrección de presión y temperatura.
- ✓ En el caso del suministro de GLP, el problema es aún más complejo, pues este se vende por kilogramos y, en la mayoría de las empresas que usan este combustible, no se cuenta con medidores de consumo, solo con medidores de presión y tal vez registros de compra. Esto no permite verificar el consumo real y, en algunos casos, se pueden presentar compras no controladas.

En el segundo caso:

- ✓ Se debe analizar la **envolvente térmica del edificio** donde funciona la empresa o institución. La envolvente térmica es el conjunto de superficies de la infraestructura que están expuestas hacia el medio exterior, como ser los techos, las paredes y los pisos. Las características constructivas de cada una de estas superficies y su exposición a la radiación solar y la acción del viento son, en gran medida, responsables de las condiciones higrotérmicas al interior del edificio, por lo tanto, del uso, en mayor o menor medida, de sistemas de climatización.
- ✓ Por ejemplo, en edificaciones de una o dos plantas, **los niveles de aislamiento en techos y pisos** serán determinantes para los niveles de confort térmico en verano y en invierno, dependiendo de la región del país donde se encuentre la institución.
- ✓ El **tamaño y orientación de las ventanas** será fundamental en edificaciones de varias plantas. La presencia de grandes ventanales puede ayudar a reducir el uso de energía en iluminación, sin embargo, al mismo tiempo, puede incrementar seriamente el intercambio de calor con el exterior. En climas muy calurosos puede ser un problema muy difícil de controlar, dependiendo de su orientación y, en climas fríos, constituirá el principal mecanismo de pérdida de calor del edificio, especialmente, si se trata de ventanas con vidrios simples.
- ✓ El **espesor de las paredes y los materiales** con los que están construidas afectarán a los niveles de intercambio de calor con el exterior.
- ✓ Finalmente, la **circulación de aire** en patios, pasillos, galerías y, en general, los mecanismos de intercambio y recirculación de aire, tienen un efecto importante en las condiciones de confort de oficinas y otros ambientes, y en la cantidad de calor intercambiado con el exterior del edificio.

En todos los casos anteriormente señalados se deben **medir las superficies, verificar materiales de construcción, niveles de aislamiento, evaluar ganancias/pérdidas de carga térmica interna y solar, y además analizar la hermeticidad de la construcción**. Es posible que se requiera de personal especializado, como arquitectos o ingenieros que conozcan las características constructivas del edificio.

1.4.5 Tratamiento de la información y preparación del informe de AEn

La información, que los auditores han podido obtener a partir de mediciones y observaciones durante el trabajo en planta, debe ser tratada ya durante el trabajo de campo. De esta manera es posible confeccionar, al finalizar el trabajo en planta, un informe preliminar, que dé cuenta de los principales hallazgos y de las recomendaciones de oportunidades de mejora. Las oportunidades de mejora pueden implicar tanto potenciales reducciones del consumo actual de energía la disminución de potenciales demandas futuras de energía como mejoras del confort o mejoras tarifarias sin efectos energéticos. Este informe preliminar deberá ser explicado y puesto a consideración del personal técnico de la institución y de sus principales autoridades el último día del trabajo en planta. De esta forma es posible integrar los ajustes necesarios al informe final y consolidarlo antes de su presentación a la gerencia.

Entre los temas más relevantes en la sistematización de la información, se destacan:

1.4.5.1 Análisis de la provisión y consumo de energéticos

Los objetivos de este análisis son:

- Identificar las fuentes de energía utilizadas.
- Conocer la relevancia de los diferentes fuentes de energía que permita conocer el consumo global de energía.
- Conocer la estructura de los costos energéticos.
- Identificar tendencias globales del consumo de energía.
- Otros relacionados.

En este punto deben analizarse principalmente los documentos que establecen los tipos y condiciones de los contratos de suministro de energéticos. Las fuentes de información son básicamente las facturas o preavisos de pago por el servicio de electricidad, GN, y otros insumos energéticos. El objetivo de este trabajo es determinar si las condiciones de suministro, así como las tarifas establecidas, son las correctas. En relación con el consumo de energía eléctrica, por ejemplo, es necesario analizar si la



categoría de suministro, así como su estructura de tarifas, es la más conveniente para la empresa; en muchos casos, se ha visto que las empresas distribuidoras han asignado categorías que obligan a ciertas limitaciones de potencia; en otros casos, la falta de medidores adecuados permite cobros excesivos por potencia en punta.

Igualmente, en el caso de suministro de combustibles como GLP, por ejemplo, tiene que investigarse la conveniencia por parte de la empresa de comprar en volúmenes mayores a los recipientes de 10 kg o 45 kg. En muchos casos las pérdidas por mermas o cantidad de GLP que se deja en las garrafas y que se devuelven a la empresa distribuidora pueden representar hasta el 15% del consumo de este combustible. Lo propio puede acontecer con otros combustibles que se adquieren a granel. Las recomendaciones que surjan de este punto tienen que ver con la gestión de la energía que realiza la empresa con sus proveedores.

En la **Tabla 3**, la Figura 1 y la Figura 2 se muestran ejemplos para presentar el detalle de los energéticos utilizados en las instituciones.

Tabla 3 Detalle de la distribución del consumo y costos energéticos

Suministro Energético	Consumo GN [mpc/año]	Consumo energético [kWh/año]	% Consumo	Costo energético [Bs/año]	% Costo
Gas natural	25,301	7,733,485	97%	299,357	62%
Electricidad		219,760	3%	181,092	38%
TOTAL		7,953,245	100%	480,449	100%

Figura 1 Ejemplo de la distribución del costo de los energéticos en la institución

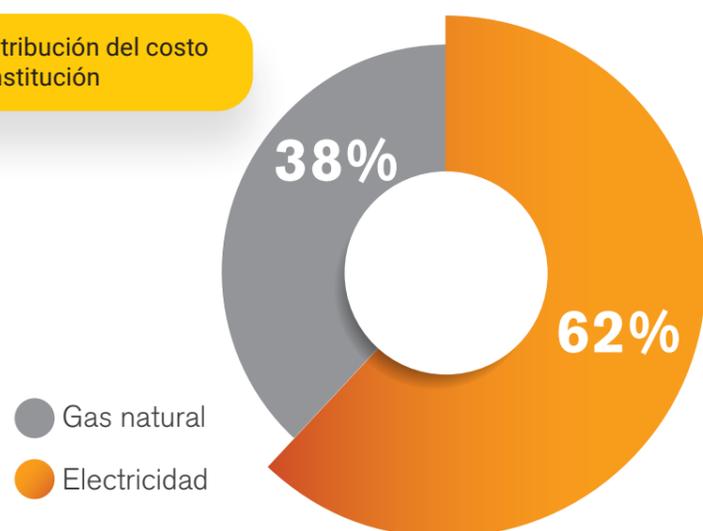
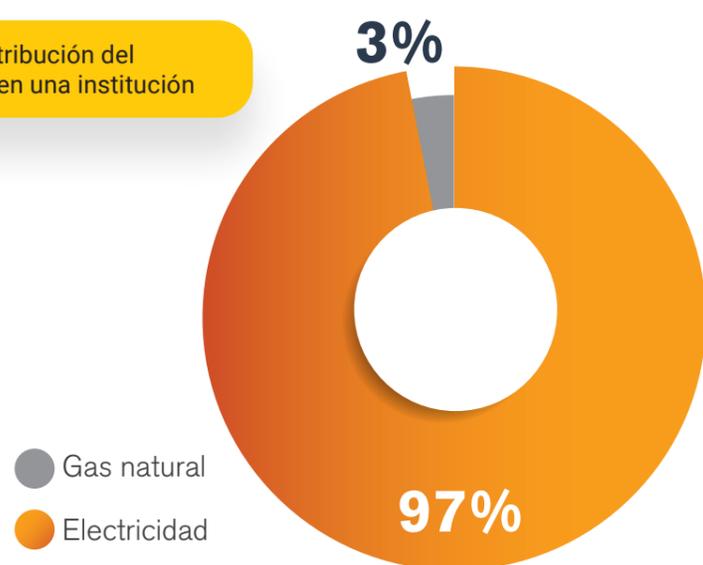


Figura 2 Ejemplo de la distribución del consumo de energéticos en una institución

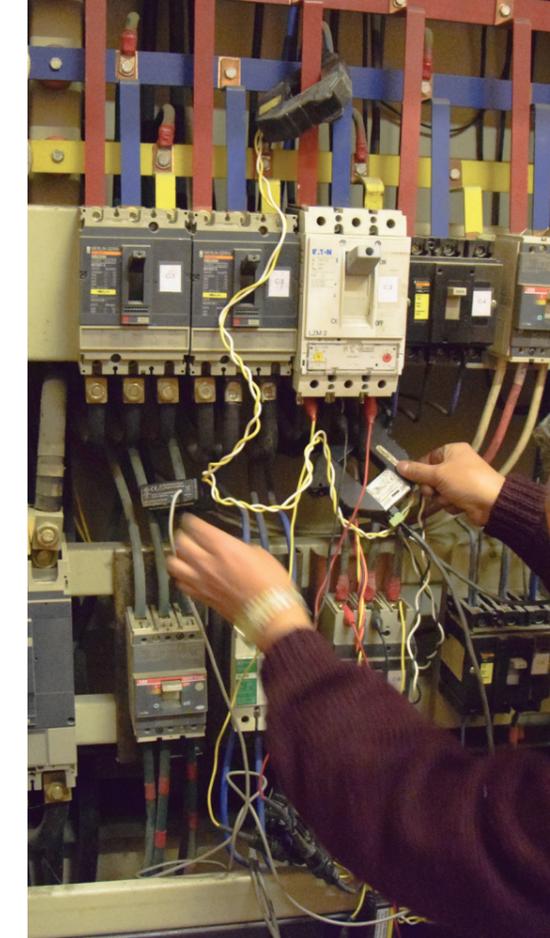


1.4.5.2 Balance Energético

El balance energético tiene el objetivo de identificar la distribución del consumo de los diferentes centros de consumo y los usos de energía en función del energético utilizado.

A partir de la información obtenida y las mediciones puntuales en los distintos sistemas, se debe proceder a realizar el balance de energía eléctrica y energía térmica del edificio. La información a tomar en cuenta es la siguiente: i) las mediciones realizadas en los distintos sistemas o equipos de uso final de la energía durante el tiempo que ha durado el trabajo de campo; ii) las mediciones puntuales a equipos; iii) las pruebas llevadas a cabo; iv) el recuento de equipos (luminarias, computadoras, equipos de aire acondicionado, estufas, etc.); v) el relevamiento de la envolvente térmica y vi) la radiación solar incidente en las superficies de la misma. El balance debe dar cuenta de las cantidades de energía que se usan en los principales sistemas de consumo y debe presentar su importancia relativa dentro del conjunto del consumo.

A su vez, el balance energético debe ser contrastado con las mediciones globales de energía y con las boletas de consumo, como una forma de validación. En la **Tabla 10** se puede observar una manera de presentar el consumo de energía de la institución.



1.4.5.3 Indicadores de desempeño

A partir de la información obtenida, tanto en términos de energía consumida como en los productos generados o el personal ocupado, se deben definir indicadores de desempeño energético. En el caso de entidades de servicios, se puede establecer como indicador la cantidad de energía eléctrica o térmica utilizada por el número de personal que trabaja en la institución: kWh/empleado. También es posible definir como indicador la cantidad de energía en la superficie ocupada: kWh/m²-mes, sin embargo, este último no permite observar variaciones importantes respecto a la superficie que se mantiene constante. Estos indicadores deben ser calculados para cada uno de los meses de estudio, para luego analizar su variación según las estaciones u otros fenómenos particulares.

Al mismo tiempo, los indicadores/consumos específicos globales deben ser confrontados con los resultados obtenidos en los balances individuales o específicos para sistemas de consumo o equipos más importantes. Los consumos específicos de cada operación unitaria permiten conocer la eficiencia con la que se está trabajando en cada situación específica o en un conjunto de ellas, o en equipos específicos, y confrontarlos con estándares previamente definidos por la empresa o que corresponden a empresas del mismo rubro con iguales características.

También, deben analizarse los rendimientos individuales en relación con los estándares o la información provista por los fabricantes (rendimiento teórico) de los equipos analizados; por ejemplo, el rendimiento energético de calderas, intercambiadores de calor, motores eléctricos, sistemas de frío, etc.

También se deben definir indicadores que relacionen el costo de la energía con el personal empleado más visitantes (en el caso que corresponda) o con algún tipo de producto o servicio que la institución oferta.



1.4.5.4 Análisis de las características del consumo de la energía

En este punto deben analizarse las características del consumo de energía, especialmente en lo referente a la energía eléctrica. Para ello es necesario determinar/ elaborar la curva de carga de la planta, es decir, el comportamiento de la demanda de potencia en el periodo analizado, con el fin de evaluar si existen:

- patrones de consumo (horarios, diarios, semanales, estacionales)
- anormalidades y
- dependencia del consumo, tomando en cuenta las variaciones climatológicas, eventuales cambios introducidos en el edificio o su equipamiento u otros factores que puedan haber alterado las características de la demanda.

Se debe analizar la máxima demanda de potencia y energía en los distintos bloques horarios; determinar el factor de carga de la institución en los horarios de punta y fuera de punta; y elaborar una curva de clasificación de la demanda de potencia, que permita determinar la potencia demandada versus el porcentaje de duración.

También, a partir de las mediciones realizadas deberá determinarse el factor de potencia con la que trabaja el edificio y, por tanto, la energía reactiva generada.

Este análisis permitirá efectuar las recomendaciones relativas al control de la máxima demanda, a la reducción de la energía reactiva generada en la planta, al desplazamiento de la máxima potencia en punta a horarios fuera de punta, a la redistribución y adecuación de la potencia de los motores en función de las necesidades reales de la planta, entre otras.

1.4.5.5 Definición de posibles recomendaciones y oportunidades de mejora del desempeño energético

A partir de la información entregada por la institución los resultados obtenidos en las mediciones y pruebas realizadas en terreno, se debe proceder a elaborar las recomendaciones y sugerencias destinadas a superar las ineficiencias o deficiencias para que la institución las implemente. El trabajo consiste básicamente en analizar la factibilidad técnica, ambiental y económica de las oportunidades de mejora identificadas durante la auditoría.

Las oportunidades de mejora pueden estar dirigidas a:

- reducir el consumo actual de energía y disminuir los costos y emisiones relacionados,
- reducir potenciales demandas futuras de energía por inversiones previstas en equipamiento y optimización/ limitación de futuros costos operativos, y
- mejorar el confort para una mejor calidad de los servicios a la población, garantizar el vivir bien y mejorar el desempeño de los funcionarios.

Por su fuerte incidencia tanto en el costo de la energía como en el consumo propiamente, y **como ejemplos**, las medidas o recomendaciones que deben analizarse en el caso de oficinas son:

- ✓ El **control de la máxima demanda de potencia**. Esta medida debe partir del análisis de la curva de potencia medida durante los días de la AEn en campo y, si es posible, a partir de la información de la demanda de potencia mensual que se pueda obtener los datos de la memoria del sistema de medición (para el caso de contar con un medidor electrónico con memoria).
- ✓ La **sustitución de luminarias** es una medida que debe ser analizada, especialmente en ambientes con poca iluminación natural. Su incidencia en la máxima potencia demandada es muy significativa, más aún si se trata de instituciones o empresas que trabajan más allá de las 18:00 horas, o que utilizan la iluminación durante toda la jornada.
- ✓ En el caso de **sistemas de climatización**, ya sea para el calentamiento o enfriamiento de ambientes, deben contemplarse varias posibilidades para la mejora: i) el **mantenimiento de los equipos**, especialmente intercambiadores de calor, filtros, aislamientos, etc.; ii) la **mala ubicación de equipos** de intercambio de calor, como condensadores, evaporadores, radiadores; iii) el **aislamiento en tuberías** de transporte de agua caliente para calefacción o refrigerante condensado; iv) las **pérdidas o ganancias de calor** a través de la envol-

vente térmica del edificio; v) la **presencia de equipos que emitan calor** en ambientes que, a su vez, se quiere enfriar; etc.

- ✓ Activar sistemas de ahorro de energía en **equipos de computación** y otros equipos que cuenten con esta modalidad.

En todos los casos se debe analizar la factibilidad técnica de implementación de las medidas sin que ellas tengan repercusiones negativas en la operatividad de la institución; posteriormente, se debe analizar la factibilidad económica, es decir, el costo de la medida propuesta y el ahorro económico que la medida supone; finalmente, se debe calcular el beneficio ambiental a partir del cálculo de la reducción de emisiones de GEI. En todos los casos es recomendable priorizar las mejoras del confort y los beneficios ambientales. En algunos casos, el ahorro económico puede ser pequeño y, sin embargo, el impacto en la mejora del confort y los efectos ambientales puede ser muy importante. Este es el caso de mejoras de la envolvente térmica de los edificios, el cambio de tecnología o la sustitución de combustibles; medidas que requieren altas inversiones y, por tanto, un periodo de recuperación de la inversión muy largo.

La presentación del informe preliminar, que contiene los resultados iniciales y los hallazgos y posibles recomendaciones más importantes, permitirá al equipo técnico encargado de la auditoría confrontar los resultados con la experiencia de los técnicos de la institución; al mismo tiempo, permitirá obtener opiniones sobre la factibilidad y conveniencia de la implementación de las medidas que se sugieran. Debe aprovecharse la experiencia de los técnicos y operarios del edificio, ellos pueden dar pautas muy importantes para enriquecer las recomendaciones.

Las **recomendaciones propuestas, así como los posibles resultados que se vayan a obtener, deben ser analizados y discutidos con el personal encargado de las distintas unidades**. El propósito es encontrar respuestas y explicaciones a las posibles discrepancias en los resultados obtenidos. También, los resultados obtenidos deben ser contrastados con información bibliográfica especializada, o con reportes de experiencias similares.

Finalmente, se debe recordar que el informe inicial o preliminar, que será elaborado durante la realización del trabajo de campo, será un insumo fundamental para la elaboración del informe final.





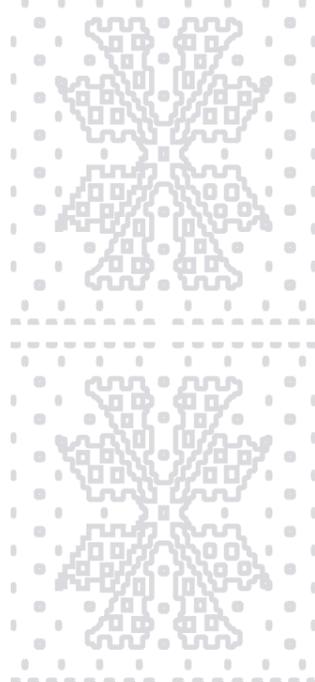
2

INFORME DE AUDITORÍA



2

INFORME DE AUDITORÍA



2.1 Contenido de Auditoría

Una vez que se han discutido los resultados presentados en el informe preliminar, según se describió en el acápite anterior, y habiendo tomado en cuenta las opiniones de los técnicos y autoridades de la institución auditada, debe procederse a la confección del informe final.

El informe final debe contener, como elementos centrales:

- i. Los resultados obtenidos durante la auditoría, el análisis del consumo y uso actual de la energía en la institución, es decir, la sistematización y procesamiento de la información proporcionada y de las mediciones y observaciones de campo.
- ii. Las recomendaciones destinadas a mejorar el desempeño energético de la institución, mostrando las oportunidades de ahorro de energía y su factibilidad técnica y económica, y los beneficios ambientales.
- iii. Las conclusiones y recomendaciones finales en relación a la implementación de potenciales medidas identificadas y los próximos pasos. En este último punto se debe hacer también referencia a otros posibles estudios complementarios, si fuese el caso.

El informe debe ser presentado en un formato claro, conciso y fácil de entender; debe contener la información necesaria en cada una de las recomendaciones sugeridas acompañando las explicaciones, cuadros, gráficos y memorias de cálculo que sean necesarias.

A continuación, se presenta un contenido mínimo recomendable, además de los correspondientes acápites formales como "Presentación", "Agradecimientos", etc.:



2.1.1 Resumen ejecutivo

Debe contener un breve resumen de los resultados obtenidos durante la auditoría:

- 1 Resumen de consumo y uso de energía
- 2 Lista de oportunidades de mejora con los datos más relevantes
- 3 Sugerencias en relación a la implementación de oportunidades de mejora

Es recomendable utilizar cuadros para mostrar en una forma compacta y clara los datos más relevantes. En relación a las recomendaciones, se debe incluir los potenciales ahorros de energía, los beneficios económicos, los costos que involucran su implementación y el periodo de recuperación de la inversión.

A continuación, en la Tabla 4 y la Tabla 5 se muestran ejemplos de los cuadros resumen que pueden colocarse en el resumen ejecutivo:

Tabla 4 Resumen del consumo de energéticos (datos de línea de base)

ENERGÉTICO (LÍNEA BASE)	kWh/año	mpc/año	Bs/año	tCO ₂ e/año
Energía Eléctrica				
Gas Natural				
TOTAL				

Tabla 5 Resumen de las recomendaciones/oportunidades de mejora planteadas

Recomendación	Reducciones Esperadas				Inversión, beneficios y retorno de la inversión	
	Consumo de electricidad	Costo de electricidad	Consumo de gas natural	Inversión proyectada	Ahorro proyectado	PSR
Unidades	kWh/año	Bs/año	mpc/año	Bs	Bs/año	años

2.1.2 Contexto de la Auditoría Energética

Se requiere una pequeña descripción de los pasos que condujeron a la realización de la auditoría, es decir, se indicará si la misma se desarrolla en el marco de un programa de Eficiencia Energética, iniciativa de la institución; es necesario especificar el tipo de auditoría a ser desarrollada.

2.1.2.1 Antecedentes

Es necesario también incluir una pequeña descripción de la institución, que incluya el rubro de actividad, su ubicación, una breve descripción de sus actividades o giro empresarial, el personal que trabaja, más los detalles estrictamente necesarios. A continuación y a manera de ejemplo en la **Tabla 6** y la **Tabla 7** se muestra una forma de presentación de los mencionados datos:

Tabla 6 Datos generales de la institución

Beneficiario e instalaciones (nombre y dirección física)	Gobernación de Cochabamba; Plaza 24 de septiembre; Cochabamba, Bolivia Teléfono: (+591 2) Fax: (+591 2)
Contacto de la empresa auditada	Ariel Cruz, Responsable de Electrificación de Cochabamba 72786700
Participantes y puestos	Erick Claros, Jefe de logística Nelson Cuba, Técnico de logística Martín Becerra, Técnico de logística

Tabla 7 Datos generales del equipo auditor, fecha de realización de la auditoría

Equipo responsable de la auditoría	Auditor principal
Puestos	Auditor 2
Contacto	Especialistas en Eficiencia Energética
Fecha de realización de la auditoría	Dirección, teléfono de la empresa auditora y/o auditor principal

2.1.2.2 Confidencialidad

El auditor energético debe expresar el compromiso de tratar toda la información que la organización le proporcione o que le sea dada a conocer durante la auditoría energética con la mayor confidencialidad.

2.1.2.3 Obtención de datos y ediciones efectuadas

Es necesario indicar los tipos de datos que se han utilizado: si hubo vacíos de información se debe indicar cómo han sido cubiertos, y según el nivel de la auditoría se deben detallar las mediciones a ser efectuadas durante la misma, puesto que estas están destinadas a obtener la mayor información posible de las principales variables asociadas al consumo de energía eléctrica. A continuación, se describen de manera sucinta algunas de las mediciones que deben efectuarse en caso de que la auditoría incluya mediciones:

- i) Medición del consumo eléctrico en el tablero principal para conocer las características del consumo global y para discriminar el consumo de las principales cargas eléctricas:
 - Instalación de pinzas amperométricas en el tablero principal.
 - Instalación de pinzas amperométricas en tableros secundarios.
- ii) Mediciones de temperatura y humedad:
 - Instalación de medidores de temperatura y humedad en los ambientes exteriores.
 - Instalación de medidores de temperatura y humedad en ambientes interiores seleccionados (oficinas).
- iii) Medición de la iluminancia:

Medición de la incidencia de la luz sobre una superficie. Se midió con un luxómetro en la superficie de trabajo de cada una de las oficinas de la gobernación.
- iv) Mediciones de los sistemas de climatización:

Medición de consumos, temperatura y caudal de un grupo de equipos de climatización.
- v) Medición del caudal de aire que circula entre el domo del primer patio y el techo de policarbonato que está por encima de dicho domo.



2.1.3 Análisis del consumo de energía, demanda de potencia y costos relacionados

En este punto, entre otros, se debe detallar el análisis de la cantidad de energía que se consume y realizar un análisis de la demanda de potencia y el factor de potencia (en los casos que aplique). El texto que describe el análisis debe ser claro y concreto, no es necesario realizar descripciones extensas, la aplicación de tablas y gráficos es importante para que el lector entienda el comportamiento del consumo y el costo de la energía. El análisis debe realizarse para cada uno de los energéticos que sean utilizados por la organización y debe incluir la identificación de peculiaridades y/o patrones de consumo si los hubiese. A continuación se muestran ejemplos de la sistematización de la información del consumo de energía eléctrica (ver **Tabla 8** y **Tabla 9**).

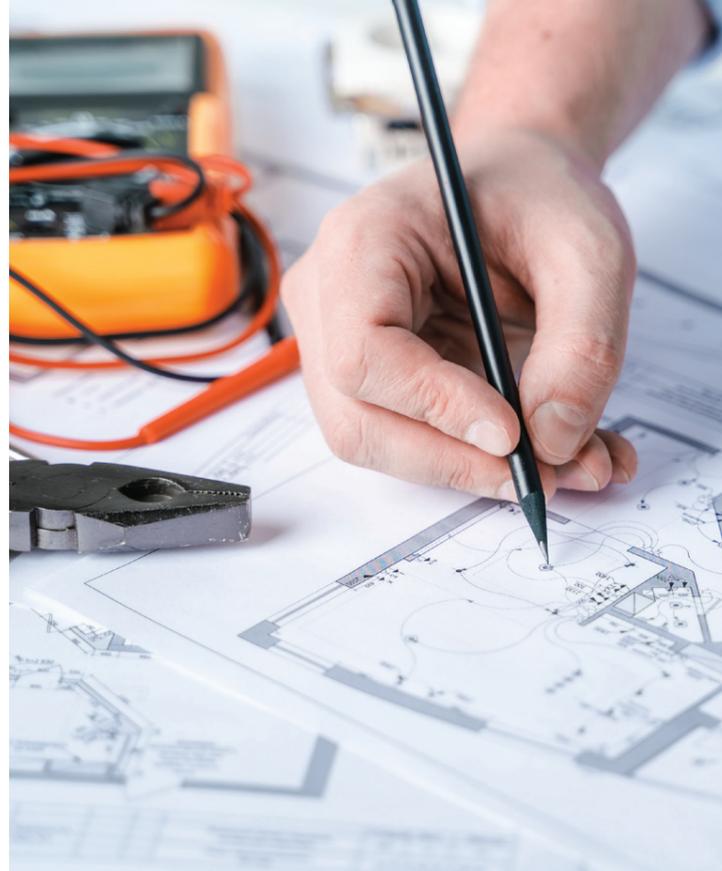


Tabla 8 Datos de consumo de energía y demanda de potencia en un periodo analizado (extractado de las facturas/avisos de cobranza de la distribuidora de energía)

Días	Mes	Consumo Energía [kWh]	Potencia leída [kW]	Potencia Facturada [kW]	Factor de carga
31	agosto	8,000	46.8	47	0.23
30	septiembre	6,800	29.2	47	0.32
31	octubre	7,960	36.4	47	0.29
30	noviembre	8,440	50.4	50	0.23
31	diciembre	8,760	56.0	56	0.21
31	enero	7,760	56.0	56	0.19
28	febrero	7,040	56.0	56	0.19
31	marzo	7,120	56.0	56	0.17
30	abril	7,520	56.0	56	0.19
31	mayo	7,080	56.0	56	0.17
30	junio	7,000	33.2	56	0.29
31	julio	8,000	38.0	56	0.28
TOTAL		91,480			
Promedio		7,623	47.5	53.3	0.23

Tabla 9 Forma de presentación de los costos del servicio eléctrico para el periodo analizado

Mes	Cargo fijo [Bs]	Importe por energía [Bs]	Importe potencia [Bs]	Importe total suministro [Bs]	Tasa A.P [Bs]	Tasa A.U [Bs]	Importe Total Servicio [Bs]
agosto	9.9	5,919.8	2,827.7	8,757.4	914.3	28.1	9,699.8
septiembre	9.9	5,040.3	2,836.0	7,886.2	823.3	28.1	8,737.6
octubre	9.9	5,938.0	2,853.0	8,800.9	918.8	28.1	9,747.8
noviembre	9.9	6,321.5	3,045.7	9,377.1	979.0	28.1	10,384.2
diciembre	9.9	6,552.3	3,408.3	9,970.5	1,041.0	28.1	11,039.6
enero	9.9	5,812.1	3,410.0	9,232.0	963.9	28.1	10,224.0
febrero	9.9	5,272.8	3,413.9	8,696.6	908.0	28.1	9,632.7
marzo	9.9	5,347.0	3,421.7	8,778.6	916.5	28.1	9,723.2
abril	9.9	5,654.8	3,424.7	9,089.4	949.0	28.1	10,066.5
mayo	9.9	5,352.5	3,441.9	8,804.3	919.2	28.1	9,751.6
junio	9.9	5,285.0	3,437.1	8,732.0	911.7	28.1	9,671.8
julio	9.9	6,040.0	3,440.1	9,490.0	990.8	28.1	10,508.9
TOTAL		68,536.1	38,960.1	107,615.0	11,235.4	337.2	119,187.6

Se sugiere también elaborar gráficos que ilustren el consumo de energía y muestren el comportamiento de la demanda de potencia (ver Figura 3 y Figura 4).

Figura 3: Consumo y costo anual del consumo de electricidad

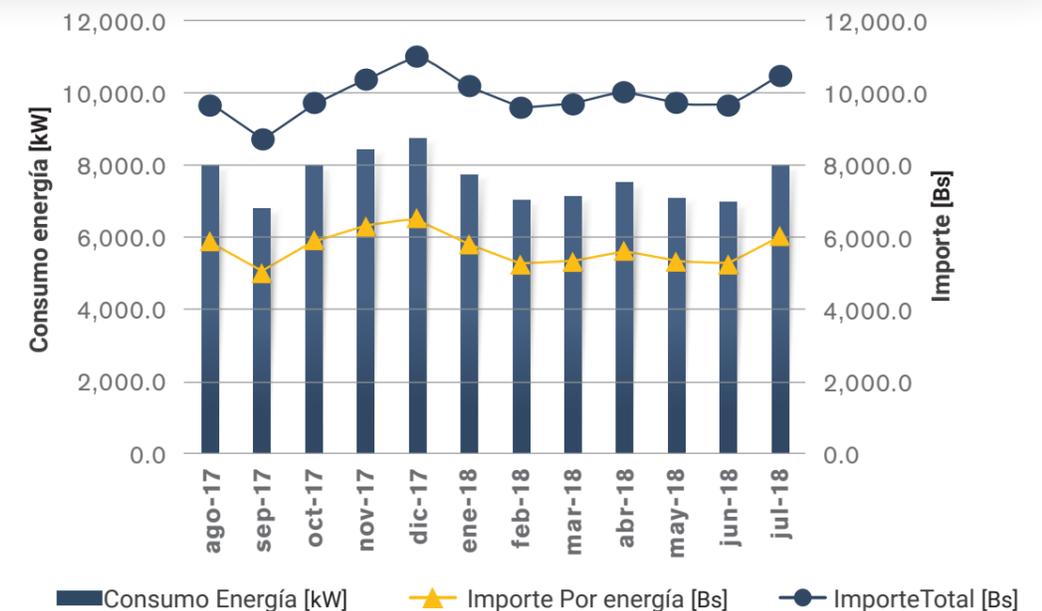
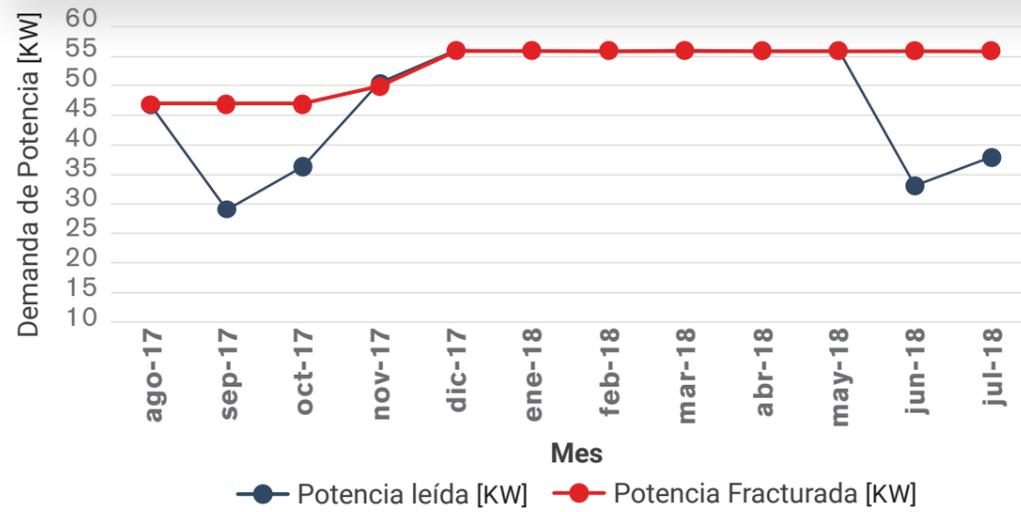


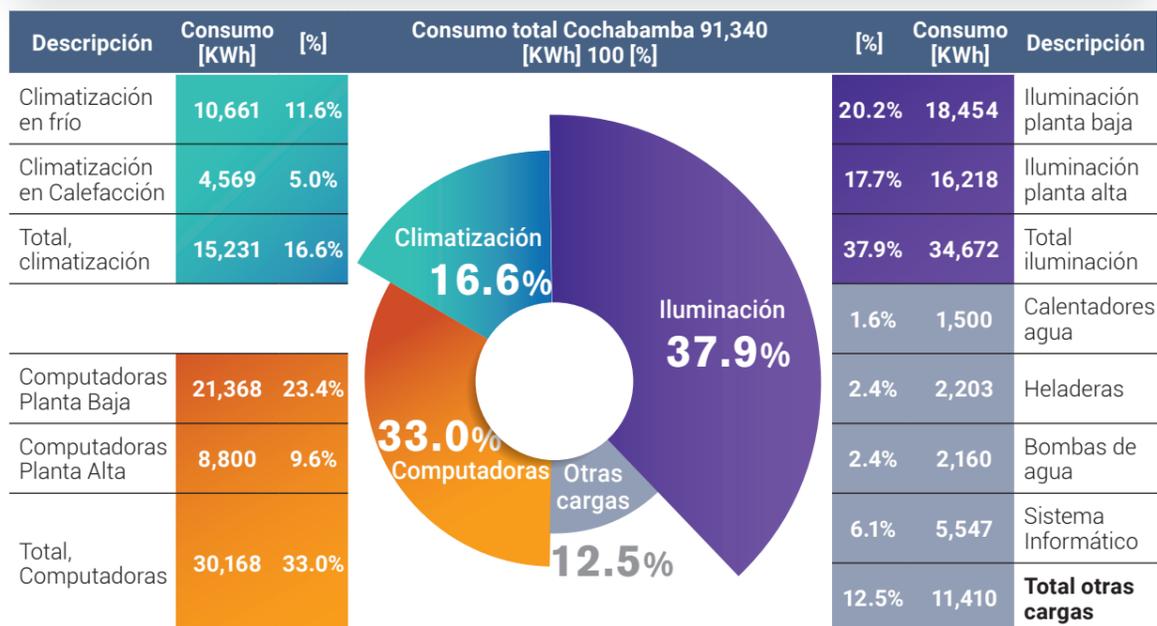
Figura 4: Demanda de potencia mensual leída y facturada



2.1.3.1 Identificación y análisis de usos de energía

En este acápite se debe presentar el procesamiento de la información recopilada durante la auditoría. Dicha información debe ser presentada en cuadros y gráficos que permitan identificar los principales centros de consumo y, si los datos lo permiten, un balance de energía tal y como se muestra en la Tabla 10:

Tabla 10 Distribución del consumo energético por centro de consumo



2.1.3.2 Desempeño energético e indicadores

Los datos que se presentan en este acápite son de vital importancia, puesto que son los datos sobre los cuales se efectuarán los cálculos de los posibles ahorros que se pueden obtener en las oportunidades de mejora que se identifiquen. Para la definición de indicadores de electricidad se toma en cuenta dos variables: el número de empleados, visitantes, y el área de las oficinas. Una forma de calcular y presentar los indicadores de desempeño energético se muestra en la Tabla 11.

Tabla 11 Ejemplo de indicadores de consumo eléctrico

Overview 2018/2019	2019	2018
Superficie construida total	[m ²]	3,880
- Planta alta	[m ²]	1,890
- Planta baja	[m ²]	1,990
Superficie oficinas		2,570
Planta alta	[m ²]	1,200
Planta baja	[m ²]	1,370
Número de empleados	[unidad]	90
Visitantes	[unidad]	100
Consumo de energía eléctrica	[kWh/año]	91,480
Costo total del servicio eléctrico	[Bs/año]	119,187.60
Consumo específico/empleador	[kWh/empleador-año]	1,016.44
Consumo específico (personal + visitante)	[kWh/(personal + visitante) - año]	481.47
Consumo específico/m ² oficinas	[kWh/m ² -año]	35.60
Costo unitario de la energía	[Bs/kWh]	0.75
Costo unitario de la potencia	[Bs/kW]	61.00
Costo unitario total del servicio eléctrico	[Bs/kWh]	1.30
Costo total por empleado-año	[Bs/empleador-año]	1,324.30

2.1.3.3 Oportunidades de mejora

Para el planteamiento de las oportunidades de mejora es necesario describir la situación actual, identificando claramente el problema a solucionar. Luego es necesario describir la mejora que se está proponiendo y los cálculos de los ahorros económicos y energéticos que se pueden lograr. En función del tipo de auditoría que se esté efectuando. Es necesario realizar una estimación de las inversiones y un análisis de la factibilidad económica de aplicar la medida.

A continuación, se muestra un ejemplo del planteamiento de la oportunidad de mejora.

Optimizar el consumo de energía eléctrica en el sistema de iluminación

SITUACIÓN ACTUAL

El sistema de iluminación de incluye principalmente lámparas del tipo fluorescente y en algunos sectores como el edificio de posgrado se tienen lámparas del tipo LED. Durante el periodo de clases las aulas permanecen con la iluminación encendida; las oficinas administrativas y pasillos de ingreso permanecen con la iluminación encendida desde las 8:00 a las 22:30. En el edificio se cuenta con alrededor de 600 luminarias tipo fluorescente que pueden ser reemplazadas por luminarias LED.

OPORTUNIDAD DE MEJORA

Con el objetivo de optimizar el consumo de energía eléctrica destinado a iluminación, se recomienda sustituir paulatinamente las luminarias fluorescentes actuales por luminarias LED. Las ventajas de la tecnología LED frente a los focos fluorescentes son diversas, entre ellas podemos mencionar, mayor vida útil; un foco LED dura hasta 50,000 horas (equivalente a 5 años de duración con encendido permanente). Menor consumo de energía eléctrica; 10 Watts de LED equivalen a 30 Watts de fluorescente y 90 W de incandescente.

CÁLCULO DE AHORROS ESPERADOS

Costo promedio unitario total de energía eléctrica = 1.094 Bs/kWh

Costo luminarias LED = 6.96 Bs/W

N° de luminarias a reemplazar = 595

Tabla 12 Cálculo del ahorro energético por cambio de luminarias

Área	Tipo de luminaria	N° de luminarias (a reemplazar)	Potencia total de luminarias [kW]	N° de luminarias LED	Potencia total luminarias LED [kW]	Demanda de potencia a reducir	Reducción consumo energía [kWh/año]
Total	FFC	595	19	565	8.21	10.79	17,616.68

FFC: Fluorescente compacto

Fuente: Relevamiento de luminarias durante auditoría

Ahorro económico por sustitución de luminarias = 17,617 kWh/año x 1.094Bs/kWh = 19,273 Bs/año

Reducción de la emisión de GEI = 17,617 kWh/año x 0.46 kg CO₂e/kWh = 8.1 t CO₂e/año

Costo de las luminarias LED = 8.21 kW x 6.96 Bs/W x 1,000 W/kW = 57,142 Bs

Periodo simple de recuperación de la inversión = (8,210 US\$) / (2,769 US\$/año) = 2.96 años

Cada análisis y presentación de medidas de mejora debe al menos incluir:

- Descripción de la oportunidad de mejora o problema que se ha identificado.
- Descripción de la medida propuesta para implementar la oportunidad o resolver el problema identificado.
- Cálculos/simulaciones que sustenten la propuesta y permitan cuantificar la reducción de consumos energía/ la reducción de una demanda futura.
- Beneficios conseguidos referidos a:
 - la mejora del confort (si fuese el caso)
 - el ahorro económico por reducción de consumo y/o demanda de potencia
 - otros beneficios económicos (si fuese el caso, a partir AEn Tipo 2)
- Inversiones necesarias para implementar la medida, la exactitud varía según el tipo de auditoría (Tipo 1: estimación, Tipo 2: consulta al proveedor, Tipo 3: costo exacto)
- Cálculo de indicadores de evaluación económica (a partir de Tipo 2)

2.1.3.4 Priorización de medidas y programas de Eficiencia Energética

El informe de auditoría incluirá varias oportunidades de mejora, todas buscando la mejora del desempeño energético, por tanto, el auditor debe realizar una priorización con base en algunos criterios que permitan a los responsables de la institución tomar una decisión respecto a la implementación.

Algunos criterios, que se sugiere utilizar, son los siguientes:

- ✓ Mejorar la gestión de la energía en la institución.
- ✓ Usos finales que tienen mayor incidencia en la demanda de potencia y el consumo de energía.
- ✓ Potencial efectivo para lograr ahorros significativos ya sea en potencia y/o energía.
- ✓ Incidencia en el confort de las personas que trabajan en el lugar.
- ✓ Seguridad del personal y de las instalaciones.
- ✓ La viabilidad económica de su implementación a través de la consideración del periodo simple de retorno de la inversión, calculado anteriormente.

En la **Tabla 11** se muestra una planilla que puede apoyar la priorización de recomendaciones/oportunidades de mejora planteadas.



Tabla 13 Ejemplo de planilla para priorizar las medidas

Criterios de evaluación		Inversión		Potencial de ahorro		Nivel de potencial de mejora del confort		Tiempo requerido para la implementación		Total Ponderación
Ponderación		20%		30%		20%		30%		100%
N°	Medida	Valoración		Valoración:		Valoración:		Valoración:		Puntaje TOTAL
		muy baja: 10 muy alta: 0	Valoración ponderada	muy alta: 10 ninguna: 0	Valoración ponderada	muy alta: 10 ninguna: 0	Valoración ponderada	muy alta: 10 ninguna: 0	Valoración ponderada	
1.	Recomendación 1	8	1.6	5	1.5	2	0.4	6	1.8	5.3
2.	Recomendación 2	4	0.8	4	1.2	5	1	2	0.6	3.6
3.	Recomendación 3	9	1.8	6	1.8	2	0.4	7	2.1	6.1
4.	Recomendación 4	2	0.4	8	2.4	4	0.8	1	0.3	3.9
5.	Recomendación 5		0		0		0		0	0
6.	Recomendación 6		0		0		0		0	0
7.	Recomendación 7		0		0		0		0	0
8.	Recomendación 8		0		0		0		0	0
9.	Recomendación 9		0		0		0		0	0
10.	Recomendación 10		0		0		0		0	0



En el ejemplo de la Tabla anterior, la ponderación es realizada en función al objetivo definido en la AEn y las prioridades de la institución. Para ello, el auditor otorga un porcentaje a los criterios de evaluación (casillas color rosa). En el ejemplo, el potencial de ahorro y el tiempo requerido para la implementación son los criterios más importantes para la institución. A su vez, cada medida se valora en función a los criterios, y tendrán valor más alto, por ejemplo, aquellas medidas que requieran menores inversiones, generen mayor potencial de ahorros, mejoren el confort y requieran menor tiempo de implementación.

En otras ocasiones las instituciones prefieren priorizar las implementaciones que requieren menor inversión.





3

**ACCIONES
POSTERIORES A LA
AUDITORÍA ENERGÉTICA**



3 ACCIONES POSTERIORES A LA AUDITORÍA ENERGÉTICA

Una vez concluida la AEn, y habiéndose entregado el informe final a la empresa o institución auditada, es necesario incentivar a la organización a que realice acciones para iniciar un Programa de Eficiencia Energética puesto que los principales resultados podrán lograrse a través de la implementación de medidas de mejora. La AEn solamente es la base para un procedimiento sistemático.

La institución debe asumir la responsabilidad y tomar un rol proactivo para cumplir otras labores que permitan dar continuidad a la AEn en forma de un Programa de EE. A continuación, se presenta a título informativo algunas acciones que el auditor puede/debe recomendar a la institución para inducir las acciones apropiadas posteriores a la AEn.

3.1 PLAN DE IMPLEMENTACIÓN DE LAS MEDIDAS

En esta etapa corresponde a la gerencia o autoridades superiores tomar la decisión sobre la implementación de las medidas de eficiencia energética que han sido identificadas durante la AEn o diagnóstico energético. Para este fin, la gerencia y el personal técnico de la empresa deben:

- ✓ evaluar la factibilidad técnica y económica de cada una de las medidas recomendadas;
- ✓ definir un presupuesto para la ejecución de las obras;
- ✓ seleccionar al personal encargado de la supervisión de las obras;
- ✓ contratar, si fuese necesario, a la empresa o a los profesionales que se encargarán de la ejecución;
- ✓ definir un cronograma de actividades.

Algunas de las medidas no requieren la contratación de personal externo, especialmente las que corresponden a la gestión interna de la energía. En ese caso, es necesario seleccionar al personal que se hará cargo de la implementación y definir un plan de acción concreto. Es recomendable que se busque la asistencia técnica especializada para la capacitación del personal.

3.2 SEGUIMIENTO

Esta etapa consiste en la evaluación de los resultados obtenidos como efecto de la aplicación de las recomendaciones indicados en el informe de auditoría energética. Esta actividad debe ser efectuada después de que ha transcurrido un tiempo prudencial durante el cual la institución o empresa ha podido implementar los cambios recomendados.

Si bien no es parte integral de la AEn es conveniente que el auditor y/o el personal de la organización que participó de la AEn pueda efectuar un seguimiento, ya que son ellos los que conocen la realidad de la institución con base en la AEn realizada.

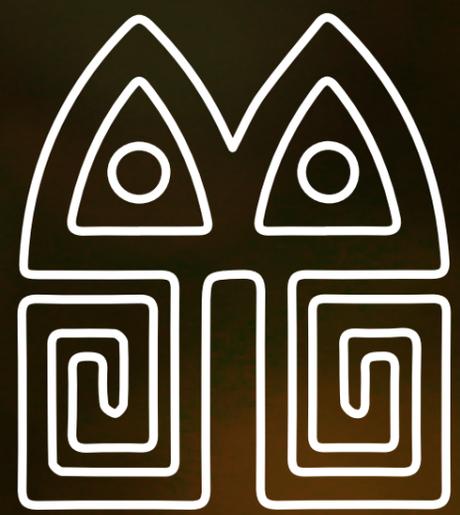
La elaboración de un formulario de seguimiento, donde la organización registre los cambios efectuados, las inversiones realizadas y los beneficios alcanzados a partir de cada una de las recomendaciones formuladas, facilita la recolección de la información necesaria. Esta información debe estar disponible para que el equipo técnico que realice el seguimiento pueda analizar la información y confrontarla con las recomendaciones efectuadas en el informe de auditoría.

El seguimiento por el auditor debe incluir una entrevista con el personal responsable del proyecto de eficiencia energética y una verificación de las recomendaciones efectuadas. En muchos casos las organizaciones pueden implementar recomendaciones que surgen de la iniciativa de sus propios técnicos, estos cambios también deben ser evaluados e incluidos en el informe de seguimiento.

Una vez concluida la evaluación de los resultados, y dependiendo del grado de implementación que se haya alcanzado, debe evaluarse la necesidad de realizar una nueva auditoría que permita conocer la nueva situación de la institución e identificar nuevas oportunidades y ajustes en el proyecto de eficiencia energética. El objetivo consiste en hacer sostenibles las medidas de eficiencia energética adoptadas por la empresa.

Finalmente, la empresa deberá pensar en la difusión de los resultados al interior de la planta a través de charlas o documentos informativos. El objetivo es incentivar y motivar al personal para que continúe trabajando en la perspectiva de la eficiencia energética.





4

ANEXOS

4 ANEXOS



4.1 ANEXO 1. BOLETA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

EJEMPLO

BOLETA DE RECOLECCIÓN DE DATOS PARA EFECTUAR AUDITORÍAS ENERGÉTICAS

CATEGORÍA: EDIFICIOS

Estimado señor Gerente:

Para que la auditoría energética de sus instalaciones se realice de manera eficiente, es necesario contar con información con la debida anticipación. Esto permitirá que los técnicos a cargo de la auditoría puedan planificar de forma más conveniente el trabajo a realizarse. Por esta razón, es necesario contar con la mejor y más exacta información posible, la cual será manejada con la más estricta confidencialidad.

Con este propósito se ha desarrollado la presente boleta, la misma que le solicitamos contestar cuidadosamente. Su diseño tiene carácter general, y quizás no se ajuste cien por ciento a la realidad de sus oficinas; en todo caso, confiamos en su criterio para proporcionarnos información objetiva que permita a los técnicos entender y tener una idea preliminar clara sobre el uso de energía en sus instalaciones.

Si es que la información brindada en respuesta a la presente boleta no fuera la más adecuada, ocurrirá que cuando los técnicos realicen la visita de diagnóstico, tendrán que obtener la información correcta personalmente, restando tiempo al trabajo en campo.

Reiteramos una vez más la confidencialidad con la que los auditores manejarán la información proporcionada. En caso de necesitar alguna aclaración al respecto o con referencia a la boleta en general, le pedimos contactarnos a la brevedad posible a la siguiente dirección de correo electrónico...; o, en su caso, a los teléfonos....

Boleta de recolección de datos

1) Datos generales

Nombre del edificio			
Empresa - Institución propietaria			
Empresas - Instituciones presentes en el edificio a auditar			
Dirección del edificio que será diagnosticado			
Persona responsable de contacto			
Dirección		Ciudad	
Teléfonos		Fax	
Casilla		Correo Electrónico	

2) Información relacionada a la infraestructura y la ocupación

Infraestructura			
Construcción	Antes de 1900 <input type="checkbox"/>	Entre 1900 y 1950 <input type="checkbox"/>	Después de 1950 <input type="checkbox"/> Año
Nº de pisos			
Superficie total [m ²]			
Nº de personas que trabajan en las oficinas a diagnosticar			
Horarios de utilización de las oficinas del edificio	Lunes a viernes	de	a
	Sábados	de	a
	Domingos	de	a

Por favor, proporcionar los planos constructivos de la edificación.

3) Datos de consumo de combustibles (emisión directa)

Por favor, proporcionar los avisos de cobranza o facturas mensuales (o registros de consumo y costo mensual), correspondientes a los últimos 12 meses, de los siguientes combustibles:

a.

↓

Gas natural:

en caso de que sea utilizado para calefacción, cocina, para autogeneración de energía eléctrica u otro uso en las oficinas.

b.

↓

GLP:

en caso de que sea utilizado para calefacción, cocina u otro uso en las oficinas.

c.

↓

Diésel:

en caso de que sea utilizado para autogeneración, en vehículos propios y controlados por la institución u otro uso en las oficinas.

d.

↓

Gasolina:

el consumo y costo de gasolina que se utiliza para vehículos propios y controlados por la institución.

4) Datos de consumo de energía eléctrica (emisión indirecta)

Por favor, proporcionar las fotocopias de los avisos de cobranza o facturas mensuales correspondientes a los últimos 12 meses.

5) Sistema de distribución de energía eléctrica

Número de transformadores		Capacidad de cada transformador	
N° de medidores de energía eléctrica		¿Estos medidores son electrónicos o analógicos?	

Por favor, proporcionar el diagrama unifilar de las instalaciones.

6) En caso de contar con un sistema de calefacción, llenar el cuadro siguiente.

Sistema centralizado	Sí / No	Combustible utilizado		Horario de funcionamiento		Área(s) climatizada(s)
Sistema descentralizado	Sí / No	Cantidad de estufas		Fuente de energía de las estufas		

7) En caso de contar con un sistema de aire acondicionado, llenar el cuadro siguiente.

Sistema centralizado	Sí / No	Demanda de potencia del compresor o compresores		Horario de funcionamiento		Área(s) climatizada(s)
Sistema descentralizado	Sí / No	Cantidad de equipos AC disponibles		Demanda de potencia de cada equipo		
Refrigerante(s) utilizado(s)						
N° de equipos de aire acondicionado instalados o retirados durante los últimos 12 meses						
Cantidad de gas refrigerante recargado por pérdidas durante los últimos 12 meses						

8) En caso de contar con un sistema de ventilación/extracción de aire, proporcionar la información siguiente.

N° de ventiladores		Demanda de potencia de cada ventilador	
N° de extractores		Demanda de potencia de cada extractor	

9) En caso de contar con un generador de energía eléctrica, favor indicar:

Capacidad instalada _____ kW

Combustible utilizado _____

10) Por favor, le pedimos responder a las siguientes preguntas:

- ¿Cuál es el principal problema de consumo de energía?

- ¿La institución cuenta con un plan destinado al ahorro de energía?

- ¿La institución recibe o ha recibido asesoramiento en temas de eficiencia energética?

- ¿Contamos con su autorización para poder hacer uso de cámaras fotográficas? (el uso de cámaras fotográficas se hace específicamente para captar imágenes relacionadas con los problemas encontrados en cuanto al uso de energía e incluirlas en el informe correspondiente)



NIRAS
IP CONSULT


cooperación
alemana
DEUTSCHE ZUSAMMENARBEIT


60
años
de Cooperación alemana
con Bolivia 1962 - 2022

Implementada por:

giz Deutsche Gesellschaft
für Internationale
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH