



Guía de Orientación
del Uso Eficiente de la Energía y
de Diagnóstico Energético

INDUSTRIA DE ALIMENTOS

Dirección General de Eficiencia Energética



PERÚ

Ministerio
de Energía y Minas

EL PERÚ PRIMERO



Guía de Orientación
del Uso Eficiente de la Energía y
de Diagnóstico Energético

INDUSTRIA DE ALIMENTOS

INDICE

1. PRESENTACIÓN	5
2. OBJETIVO	7
2.1 Objetivos generales	8
2.2 Objetivos específicos	8
3. LA EFICIENCIA ENERGÉTICA Y CARACTERÍSTICAS DE LA ENERGÍA EN EL SECTOR	9
3.1 Proceso productivo típico	10
3.2 Fuentes y costos de energía	12
3.3 Principales equipos consumidores de energía	14
4. EL DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO COMO HERRAMIENTA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA	17
4.1 Objetivos	19
4.2 Etapas de elaboración del diagnóstico energético	20
4.2.1 Etapa 1: Recopilación de Información Preliminar	20
4.2.2 Etapa 2: Revisión de la Facturación de Energéticos	20
4.2.3 Etapa 3: Recorrido de las instalaciones	21
4.2.4 Etapa 4: Campaña de Mediciones	21
4.2.4.1. Área térmica	22
4.2.4.2. Área eléctrica	22
4.2.5 Etapa 5: Evaluación de Registros - Línea base energética: consumos y costos de la energía	24
4.2.6 Etapa 6: Identificación de Oportunidades de Mejoras en Eficiencia Energética	25
4.2.7 Etapa 7: Evaluación técnica-económica-financiera de las Mejoras planteadas	25
4.2.7.1. Evaluación técnica-económica	25
4.2.7.2. Análisis de sensibilidad de los indicadores económico-financiero	28
4.2.7.3. Alternativas de financiamiento convencional	29
4.2.8 Etapa 8: Informe de Auditoría Energética	30
4.2.9 Etapa 9: Propuesta de Implementación de Mejoras	31
4.3 Seguimiento y monitoreo de las mejoras implementadas	31
5. USOS INADECUADOS DE LA ENERGÍA Y LAS BUENAS PRÁCTICAS PARA EL USO EFICIENTE DE LA ENERGÍA	37
5.1 Buenas Prácticas (BP) para evitar usos inadecuados de la Energía	38
5.2 Oportunidades de mejoramiento u optimización	42
5.3 Nuevas Tecnologías y su contribución en la Eficiencia Energética	48

6. IMPORTANCIA DE LA GESTIÓN ENERGÉTICA	55
6.1 Formación de un Comité de Gestión de la Energía (CGE)	56
6.2 Sistema de Gestión de la Energía (SGE) y la importancia de contar con la Certificación ISO 50001	57
6.3 El etiquetado como garantía de compra eficiente	63
7. CASOS EXITOSOS	65
7.1 Caso 1	67
7.2 Caso 2	67
7.3 Caso 3	68
8. EL CONSUMO DE ENERGÍA Y EL IMPACTO AMBIENTAL PARA EL CAMBIO CLIMÁTICO	73
8.1 El impacto atmosférico del consumo de energía	76
8.2 El uso eficiente de la energía como compromiso mundial para la lucha contra el cambio climático	77
8.3 Oportunidades de los compromisos mundiales	77
8.3.1 Mercado regulado - El Protocolo de Kioto	78
8.3.2 Mercado Voluntario de Carbono	79
8.3.3 Caso del Perú	79
8.4 Financiamiento climático	81
9. BIBLIOGRAFÍA	83
10. GLOSARIO	87
11. ANEXOS	91
11.1 Facturación de energía eléctrica	92
11.2 Facturación de Gas Natural	97
11.3 Factores de Conversión – Energía	98
11.4 Formatos para el diagnóstico energético	99



PRESENTACIÓN



1

PRESENTACIÓN

La presente es una Guía de Orientación del Uso Eficiente de la Energía y de Diagnóstico Energético correspondiente a una industria de alimentos, cuyo fin es promover medidas para el uso eficiente de energía y su debida implementación, reducir el consumo energético, promover la competitividad empresarial y también reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI).

En la actualización de la Guía del Sector de Alimentos se ha considerado las nuevas tecnologías disponibles en el mercado, promoviendo así la competitividad de las empresas, igualmente se han considerado las nuevas regulaciones y estándares técnicos, costos actuales, oportunidades financieras y la capacidad técnica necesaria del personal a cargo de la implementación y el seguimiento.

Asimismo se ha puesto énfasis en el consumo de energía y el rol de la eficiencia energética para reducir el impacto ambiental, y aprovechar las oportunidades de los beneficios ambientales que surgen como consecuencia de los compromisos del país ante el Cambio Climático.

Con fecha 8 de septiembre de 2000, se promulgó la Ley de Promoción del Uso Eficiente de la Energía Ley N° 27345, en la que se fomenta el uso eficiente con la finalidad de asegurar el suministro de energía, proteger al consumidor, promover la competitividad y reducir el impacto ambiental generado por el consumo de energía. También se indica las facultades que tienen las autoridades competentes para cumplir con estos objetivos.

Asimismo, el 23 de octubre del 2007, se emite el Reglamento de la Ley, a través del Decreto Supremo N° 053-2007-EM, en el cual se formula las disposiciones para promover el Uso Eficiente de la Energía en el país.

A través de las diferentes normativas emitidas por el Ministerio de Energía y Minas, uno de los aspectos importantes es promover, la “Formación de una cultura de uso eficiente de la energía”, para lo cual se procedió a la “Elaboración de Guías de Orientación del Uso Eficiente de la Energía y de Diagnóstico Energético”, con el objetivo de establecer los procedimientos y/o metodologías para orientar, capacitar, evaluar y cuantificar el uso racional de los recursos energéticos en todas sus formas, para su aplicación por los consumidores finales en los diferentes sectores industriales de consumo de energía de nuestro país.

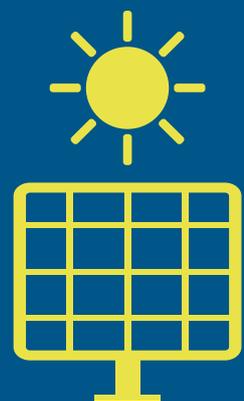
La industria del sector alimentos es muy variada, con diferentes líneas de producción y por ende cuenta con diferentes equipos consumidores de energía tanto eléctrica como térmica, de acuerdo a los requerimientos de su proceso productivo. Es por ello, que cuenta con un potencial significativo de ahorro de energía en sus diferentes etapas de producción.

En el desarrollo de la presente guía, se muestran casos exitosos de empresas que han implementado mejoras energéticas y han logrado obtener considerables ahorros de energía con beneficios económicos importantes.





OBJETIVO



2 OBJETIVO

El objetivo de la guía es brindar una herramienta útil y práctica para la óptima implementación de programas de gestión energética y diagnósticos energéticos que permitan llevar a cabo la identificación e implementación de mejoras sostenibles aplicables a la industria de alimentos.

El público objetivo al cual está dirigida la guía son principalmente técnicos de mantenimiento, supervisores del proceso productivo, ingenieros de planta, consultores desarrolladores de proyectos de eficiencia energética.



3

LA EFICIENCIA ENERGÉTICA Y CARACTERÍSTICAS DE LA ENERGÍA EN EL SECTOR



3

LA EFICIENCIA ENERGÉTICA Y CARACTERÍSTICAS DE LA ENERGÍA EN EL SECTOR

La industria de alimentos procesa la materia prima para obtener alimentos de consumo humano o animal. En este proceso se incluyen las fases de transporte, recepción, almacenamiento, procesamiento, conservación. Las materias primas utilizadas son de origen agropecuario principalmente.

Como líneas de producción de origen pecuarios tenemos a los lácteos conformados por la leche envasada (proceso UHT) y sus derivados yogurt, queso fresco, fundido, parmesano, mantequilla, entre otros y productos de origen cárnicos como el jamón, hot dog, chorizo, tocino, etc. La elaboración de productos de confitería y de alimentos

balanceados también forma parte de la industria alimentaria.

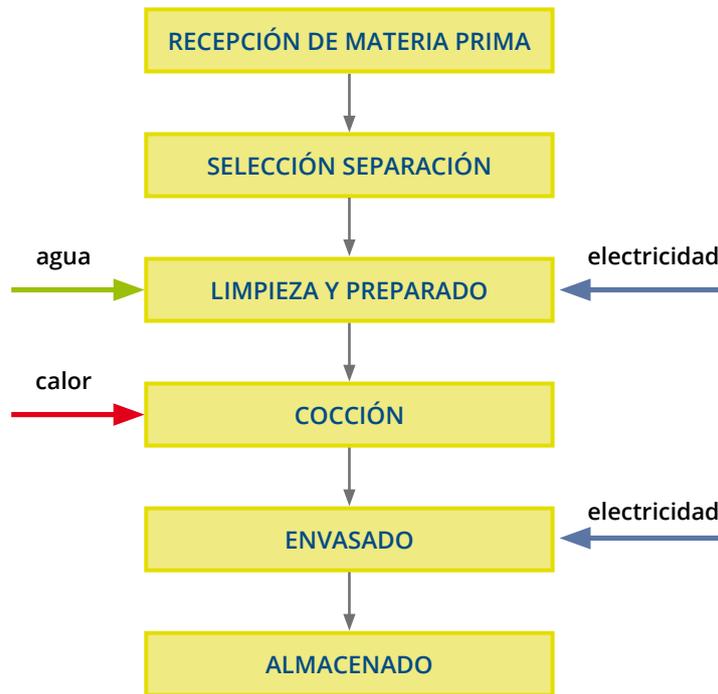
Además de materia prima también se consume energía en sus modalidades de electricidad y/o calor (térmico), para activar el proceso productivo. La eficiencia energética es una herramienta útil para reducir el consumo de energía y optimizar el proceso productivo; o sea producir más o igual pero con menos energía. En consecuencia los industriales tienen la oportunidad de aumentar eficiencia productiva y maximizar el beneficio, ya que el consumo energético es proporcional a la situación económica y los ciclos económicos.



3.1 Proceso productivo típico

El proceso productivo de la industria de alimentos tiene muchas variantes, depende del tipo de alimento que se elabore. En la figura N° 1 se muestra el proceso típico general el cual puede ser adaptado en función al producto a obtenerse.

Figura N° 1.
Proceso Productivo de una industria de Alimentos



Fuente: Elaboración FONAM

Recepción de materia prima

Se inicia el proceso con el acopio de la materia prima que puede ser:

- Carnes rojas, de pescado, mariscos, aves, etc.
- Lácteos de vacunos, de caprinos e incluso de origen vegetal como es la soya.
- Fruta procesada.

Dependiendo del tipo de producto en esta etapa puede haber mezclas, lavado, cortes, etc, o simple almacenaje, de tal modo de realizar un acondicionamiento mejor para la siguiente etapa.

Selección y separación

Consiste en seleccionar la materia prima según criterio del fabricante y de acuerdo

a su expectativa de producto final, en algunos casos se utiliza el criterio de la mezcla y homogenización. El tamaño, peso, color de la materia prima es uno de los parámetros a tomar en cuenta. En esta etapa y la anterior generalmente el movimiento es manual, la energía utilizada sería la electricidad para iluminación, no obstante en algunos procesos podría ser necesario requerir algún tipo de maquinaria.

Limpieza y preparado

En esta etapa con la materia prima seleccionada se procede a la limpieza, corte, molienda, adición de sustancias que mejoren la calidad del producto final. En esta etapa se requiere de equipamiento para la limpieza, corte, molienda, etc, por lo tanto se utiliza electricidad y agua.



Cocción

Es la etapa final previa al envasado, donde se requiere cocinar el producto alimenticio y quedar expedito para el consumo humano. Se puede hacer antes o después del envasado, depende del proceso elegido; las temperaturas de cocción depende del proceso adoptado; por lo tanto el uso de la energía es más intenso en esta etapa, para lo cual se requiere de generar calor mediante la quema de combustible. La electricidad también es necesaria para el accionar los motores de los equipos de cocción.

Envasado

El producto alimenticio cocido y apto para el consumo, es envasado y etiquetado listo para la venta. En algunos procesos se somete a esterilización los productos envasados.

Almacenado

El proceso finaliza con el almacenado, previo control de calidad, quedando listo para la distribución.

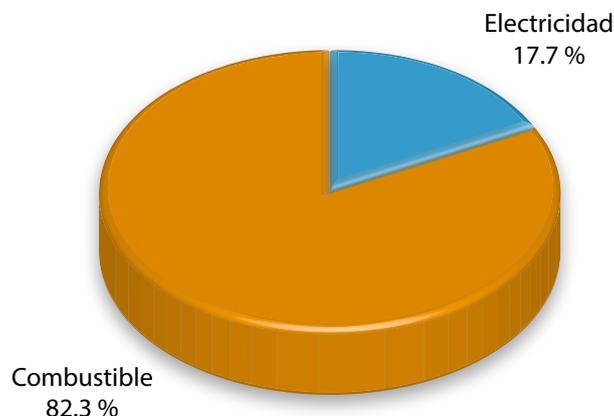
3.2 Fuentes y costos de energía



En el sector Industrial de alimentos se utilizan electricidad y combustibles como fuentes de energía para el funcionamiento del aparato productivo y la prestación de servicios. Generalmente, se usa gas natural o gas licuado de petróleo-GLP como fuente de energía térmica.

En la Figura N° 2, se puede observar el consumo promedio anual de energía en una industria de alimentos. En términos de porcentaje, se consume 17,7 % en electricidad y 82,3 % en combustible.

Figura N° 2.
Consumo de energía en industria de alimentos

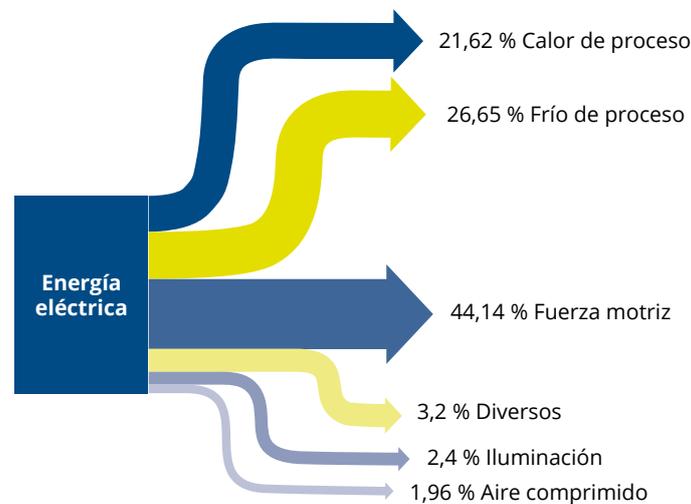


Elaboración FONAM, Fuente: MINEM

El consumo eléctrico total de una planta de alimentos se distribuye tal como se señala en la Figura N°3, donde se puede apreciar que en promedio el 44,14 % de la electricidad es para la fuerza motriz; explicable por la cantidad de motores que mueven máquinas y equipos durante el proceso productivo. Mientras que la generación

de frío para conservar alimentos y calor para procesar alimentos, consume electricidad en el orden de 26,65 y 21,62 % respectivamente, y los servicios auxiliares como son aire comprimido e iluminación, consumen solo el 1,96 y 2,4 % de electricidad respectivamente, mientras que el resto de actividades diversas consumen el 3,2 %.

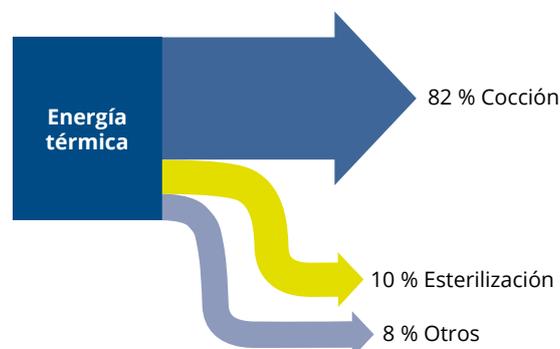
Figura N°3.
Consumo de electricidad en la industria de alimentos



Elaboración FONAM, Fuente: MINEM

Para el caso del consumo de combustibles en el subsector alimentos se puede apreciar, a manera de ejemplo en la Figura N° 4, que el 82 % corresponde al calor para cocción, el 10 % de calor para esterilización y el 8 % para otros usos diversos.

Figura N°4.
Consumo de combustibles en la industria de alimentos



Elaboración FONAM, Fuente: Manual de Eficiencia Energética en Industria de Alimentos Elaborados-CHILEALIMENTOS

La tarifa eléctrica para la industria es aproximadamente 0,074 US\$ / kWh (OSINERGMIN 2016).

Tabla N°1. Precios de combustible

Gas licuado de Petróleo GLP	0,96 soles/kg (*)
Petróleo diésel DB5	6,96 soles/galón
Petróleo industrial PI 500	3,27 soles /galón
Petróleo industrial PI 6	3,43 soles/galón

Fuente: Lista de precios REPSOL Febrero 2016

(*) Diario GESTIÓN del 8 de marzo 2016

3.3 Principales equipos consumidores de energía

La industria alimentaria tiene diversas ramas productivas como son los cárnicos, embutidos, lácteos, alimentos deshidratados, etc; todos ellos de acuerdo al volumen de producción requieren de equipamiento electromecánico para cada proceso productivo en particular. A continuación se adjunta una relación de equipos utilizados por la industria alimentaria en general.



Equipamiento para mataderos y plantas de despiece:

- Aparatos para degüello, desollado y despellejado
- Peladores de cerdos, chamuscadores
- Box de sacrificio, eviscera doras cárnicas
- Mesas de manipulado para mataderos
- Esterilizadores
- Equipo para mataderos de aves

Maquinaria y equipo para procesado de carne:

- Ablandadoras, amasadoras cárnicas
- Atadoras de embutidos
- Bombos de vacío, maceración, de masaje, nitrificadores

- Cortadoras cárnicas, prensas, secadores
- Peladoras, picadoras industriales
- Cutters, deshuesadoras, embutidoras, filete adoras
- Prensas para la industria cárnica
- Secaderos para jamones y embutidos

Maquinaria y equipos para la industria láctea:

- Centrifugadoras, agitadoras y filtros para lácteos
- Envasadoras Yogurt
- Fermentadores y equipos de fermentación
- Equipos de ordeño para ganado vacuno, ovino / caprino
- Pasteurizadoras y esterilizadoras de leche
- Prensas, cortadoras, ralladoras para quesos
- Saladeros y montadoras de nata

Maquinaria y equipos para pastelería y panadería:

- Amasadoras, formadoras, laminadoras para panadería y pastelería
- Cámaras de fermentación

- Cortadoras, divisoras para panadería y pastelería
- Dosificadoras para pastelería
- Heñidoras y boleadoras
- Inyectadoras, untadoras de crema (1)
- Hornos para panadería
- Molinos homogeneizadores (0)
- Pulverizadoras, refinadoras para pastelería

Máquinas y equipos para confitería:

- Dosificador
- Bañador
- Cortadoras
- Embolsadora
- Impresora
- Troquelador
- Molino
- Fusionador
- Marmita
- Mezclador
- Secadora
- Selladora
- Separadora
- Temperadoras
- Túnel de enfriamiento
- Bombos
- Transportador

Además de estos equipos que son específicos para cada rama alimenticia, también se tienen los equipos electromecánicos que son comunes en esta industria, tales como:

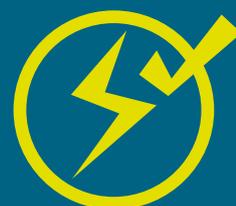
- Caldera generador de vapor saturado, que es una fuente de calor para la cocción de alimentos, calentamiento, esterilización, limpieza, etc. El vapor puede ser distribuido en toda la planta donde se encuentran los equipos que requieren de vapor para calentar, como son los hornos, cámaras, esterilizadoras, etc.
- Cámaras de congelación, refrigeración y aire acondicionado para la conservación de productos y la materia prima.
- Motores eléctricos de diversos tamaños para activar la producción continua.
- Generador de aire comprimido, utilizado principalmente en comandos neumáticos de equipos automatizados.





4

EL DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO COMO HERRAMIENTA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA



4

EL DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO COMO HERRAMIENTA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

El Diagnóstico Energético permite analizar el uso de la energía eléctrica y térmica “combustible”, utilizada en una empresa para el desarrollo de su proceso productivo, lo cual nos permitirá conocer:

- En que parte del proceso de producción se utiliza la energía.
- Las principales áreas consumidoras de energía.
- Cantidad de energía desperdiciada.

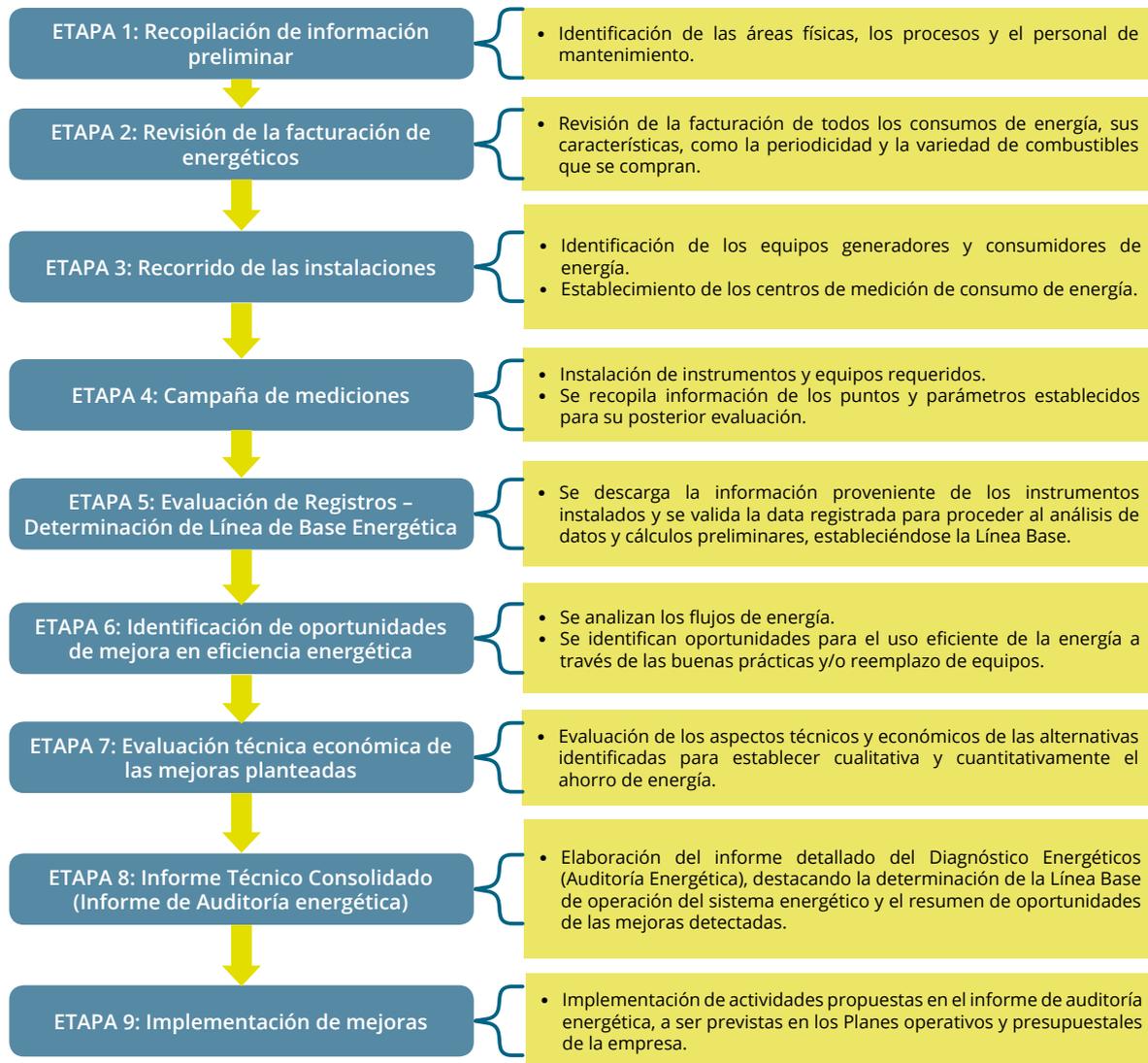
La magnitud o profundidad del Diagnóstico Energético depende del tamaño de la empresa y la disponibilidad de recursos para su ejecución. En la Figura N° 5, se presenta un gráfico referencial de las Etapas para la Elaboración de un Diagnóstico Energético.



El Diagnóstico Energético lo deberá realizar un ingeniero (en energía, electricista, mecánico, mecánico electricista o químico); o técnico (electricista, en máquinas térmicas, en procesos industriales) con certificación oficial, que cuente con las siguientes capacidades técnicas:

- Especialista en eficiencia energética con conocimientos y experiencia en el diseño, ejecución y supervisión de instalaciones eléctricas industriales y comerciales, análisis de sistemas tarifarios eléctricos; y/o de instalaciones mecánicas y térmicas, sistemas de aire comprimido, sistemas de fluidos, sistemas de producción, distribución y uso de vapor, y en mediciones de variables térmicas.

Figura N° 5.
Etapas del Diagnóstico Energético



Fuente: Elaboración FONAM

4.1 Objetivos

- Cuantificar el uso de la energía, con detalles suficientes para localizar pérdidas.
- Establecer una línea base contra la cual se deberán evaluar los beneficios obtenidos como resultado de la implementación de las mejoras y recomendaciones asociadas con las oportunidades identificadas.
- Identificar oportunidades de uso eficiente de la energía a través de la implementación de proyectos y mejoras para ahorrar energía y costos.

4.2 Etapas de elaboración del diagnóstico energético

4.2.1 Etapa 1: Recopilación de Información Preliminar

El ingeniero y/o técnico especialista que estará a cargo de la elaboración del estudio de Diagnóstico Energético realizará una “visita de reconocimiento” de las instalaciones de la empresa para ver y conocer de manera general el proceso productivo, los principales equipos y fuentes de energía utilizadas.

Es importante entrevistarse con el/los responsable/s directo/s, jefe de planta, gerente de planta, jefe de mantenimiento u otro que esté a cargo del proceso productivo y mantenimiento de equipos para aclarar dudas y/o consultas sobre el desarrollo general de las áreas productivas.

También es importante entrevistarse directamente con los operadores que manejan los equipos y determinar el modo de operación de los principales equipos consumidores de energía.

Finalmente se solicitará los manuales de operación de los equipos consumidores, generadores o transformadores de energía, reportes de mantenimiento, costos de energía como parte de los costos de producción, diagrama de instalaciones eléctricas, planos de distribución de maquinarias y ambientes, planos de fluidos térmicos, estadísticas de producción y ventas, estructura organizacional, diagrama de los procesos de producción.

De ser el caso, se solicitará los estudios anteriores que hayan realizado sobre el consumo energético de la empresa.

Esta etapa debe dar como resultado la recopilación de información de las características del espacio físico a auditar y comprende lo siguiente:

- Dimensión del área construida y tiempo de vida de las instalaciones.
- Número de trabajadores (incluido visitantes).
- Organigrama de la empresa distribuido por áreas y responsables, a fin de identificar las áreas físicas y el personal involucrado en el tema energético.
- Número de actividades que se realizan.
- Cantidad de áreas productivas y áreas de oficinas.
- Horario de trabajo
- Cantidad de personal involucrado en el tema energético
- Plano unifilar de distribución eléctrica.
- Plano térmico de las instalaciones.
- Manuales de operación y planes de mantenimiento.
- Otra información relevante, como renovaciones, ampliaciones futuras, entre otros.

4.2.2 Etapa 2: Revisión de la Facturación de Energéticos

La información preliminar será proporcionada por la empresa y consiste en las facturaciones energéticas de los consumos de energía eléctrica, combustible y demás energéticos, de al menos un (01) año, así como las características del suministro eléctrico, tarifa y tipo de combustible utilizados.

El objetivo es conocer el perfil de



consumo total de energéticos de la empresa y también su máxima demanda en potencia (kW) y su máxima demanda en energía (kW.h); así como los niveles de consumo por tipo de combustible y demás energéticos (solar, eólico, biogás, entre otros).

4.2.3 Etapa 3: Recorrido de las instalaciones

El ingeniero y/o técnico a cargo de la ejecución del Diagnóstico Energético, realizará una “visita técnica” a las instalaciones de la empresa y revisará algunos aspectos claves que podrían convertirse en importantes oportunidades de ahorro energético. Recorrer las instalaciones para realizar el inventario y ubicar los equipos generadores y consumidores de energía. Las visitas técnicas darán como resultado la siguiente información:

- Inventario de equipos con sus características técnicas. Para el caso de equipos eléctricos: datos de placa, potencia en watts o kilowatts, tensión en volts, corriente en amperios. En el caso de equipos térmicos de potencia (BHP o kW): consumos específicos, parámetros de regulación, rendimientos térmicos, etc.
- Ubicación física de estos equipos en la empresa.
- Revisión de maquinaria y equipos, revisión de fuentes de energía, estado de las conexiones eléctricas, estado de las conexiones de agua, tipo de iluminación (natural o artificial), personal y áreas claves involucradas en la producción y en el consumo de energía, y la posibilidad de acceder a otras fuentes de energía.

- Identificación de los centros de costos de consumo de energía.
- Definir los puntos y parámetros mínimos a medir, como son: tensión, corriente, potencia, energía, armónicos, factor de potencia, los cuales no son limitativos; así como los periodos de medición u otros parámetros que podrán obtenerse a través de equipos de tecnología de última generación, que le sirvan a la empresa para el ahorro de energía eléctrica y/o térmica como presión, temperatura, etc.

Es muy importante que el ingeniero y/o técnico cuente con los conocimientos del proceso a analizar y la experiencia en la realización de este tipo de estudio.

4.2.4 Etapa 4: Campaña de Mediciones

Luego de haber elegido los puntos y/o equipos consumidores de energía cuyos consumos serán medidos, por ejemplo: grupo electrógeno, calderas, motores eléctricos, iluminación entre otros; se instalan los instrumentos y equipos de medición requeridos, se realizará mediciones térmicas y eléctricas con los mismos instrumentos fijos de la empresa o instrumentos portátiles dispuestos para este propósito, lo cual permitirá conocer si los equipos consumidores están perdiendo energía o lo consumen adecuadamente.



“Si usted no puede medir, usted no puede controlar, entonces no conseguirá administrar los energéticos”

Posteriormente se recopila la información, como el perfil de consumos energéticos,

diagrama de carga, factor de potencia, máxima demanda en potencia (kW) y máxima demanda en energía activa y reactiva (kW.h y KVARh), así como los niveles de consumo por tipo de combustible y demás energéticos (solar, eólico, biogás, etc.) para su evaluación.

4.2.4.1 Área térmica

En el área térmica se debe medir principalmente la combustión eficiente en calderas.

Además evaluar los sistemas de distribución de vapor, agua y aire comprimido, el estado del aislamiento térmico de ductos de vapor, sistemas de calefacción y refrigeración, recuperación óptima de condensados. Así como la factibilidad de cambio de combustible, optando siempre por el menos contaminante y más amigable con el ambiente.



Equipos de Medición de Energía Térmica:

Analizador de gases que puede ser portátiles o fijos.

Permite medir la composición de gases de combustión (CO₂, O₂, NO_x, CO, SO₂), temperatura y conocer la eficiencia de combustión.

Medidor de Temperatura por contacto

Permite medir temperaturas de fluidos y sólidos de diferentes sustancias, pueden ser portátiles o fijos y pueden disponer de sondas para conectar termopares rápidos y fiables.

Medidor de Temperatura a distancia o infrarrojo

Termómetro con indicador láser en cruz y óptica seleccionable para mediciones lejanas y cercanas

Higrómetro o medidor de humedad

Para detectar las humedades de aire y/o materiales que intervienen en el proceso productivo

4.2.4.2 Área eléctrica

Medir y registrar los consumos de energía eléctrica, evaluar el factor de potencia y el consumo de energía reactiva, análisis de las potencias contratadas, análisis de la posibilidad de cambio de suministro de energía o de opción tarifaria, y optimización de sistemas de iluminación.

Equipos de Medición de Energía Eléctrica:

Analizador de Redes Eléctricas (Trifásico). Permite medir y registrar los consumos de energía eléctrica

Multímetro Digital. Permite medir magnitudes eléctricas activas como corrientes y potenciales (tensiones) o pasivas como resistencias, capacidades y otras.

Tacómetro Digital. Permite medir la velocidad de los motores eléctricos.

Luxómetro. Permite medir los niveles de iluminación.

Procedimiento para la instalación de equipos con tensiones de servicio inferiores a 600 V “en caliente”

La instalación debe ser realizada por personal debidamente calificado como es el caso de un ingeniero electricista o técnico instrumentista eléctrico de mando medio pero con entrenamiento en los siguientes equipos: Dranetz, RPM, Memobox, ABB o similar y siempre supervisado por un ingeniero electricista de campo.

Tabla N°2.
Procedimiento

ETAPAS		RIESGOS POTENCIALES	PROCEDIMIENTO
1.	Asignación de la tarea	<ul style="list-style-type: none"> • Accidente por falta de apoyo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Toda tarea deberá efectuarse entre dos personas.
2.	Revisión de EPP (Equipo de Protección Personal)	<ul style="list-style-type: none"> • Accidente por no usar los EPPs. • Accidente por deterioro de los EPPs. 	<ul style="list-style-type: none"> • En cada tarea se deben usar los EPPs (casco, lentes, guantes dieléctricos, zapatos dieléctricos, herramientas aisladas). • Verificar el buen estado de los EPPs.
3.	Revisión del equipo registrador.	<ul style="list-style-type: none"> • Accidente por deterioro del equipo y sus componentes. 	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar el buen estado del equipo y sus componentes de tensión y corriente. • Verificar que el material aislante no tenga, cortes, rajaduras, abolladura, etc.
4.	Reconocimiento de la zona de trabajo	<ul style="list-style-type: none"> • Accidente por pisos húmedos, etc. • Accidente por mal estado de las instalaciones. 	<ul style="list-style-type: none"> • Inspeccionar la zona de trabajo y evaluar el riesgo. • En caso de alto riesgo, suspender el trabajo.
5.	Señalización de la zona de trabajo	<ul style="list-style-type: none"> • Accidente por intervención de terceros. 	<ul style="list-style-type: none"> • Delimitar la zona de trabajo utilizando cintas y/o carteles con indicación de peligro, que disuadan el acceso de terceras personas.
6.	Verificación de tensiones y corrientes del circuito	<ul style="list-style-type: none"> • Accidente por tensiones mayores a 600 V. • Accidente por corrientes elevadas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar el nivel de tensión del circuito (en caso de tensiones superiores a 600V suspender la tarea) • Verificar las corrientes del circuito y seleccione el reductor de corriente adecuado.
7.	Instalación del equipo Registrador	<ul style="list-style-type: none"> • Accidente por conexionado incorrecto. • Accidente por falla de aislamiento del circuito de potencia. • Accidente por desprendimiento de algún cable de potencia. • Accidente por corto circuito. • Accidente por exceso de confianza. 	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar el tipo de conexionado • Antes de hacer cualquier conexión, deberá conectar el conductor de verde del equipo a tierra. • Verificar el ajuste mecánico y la temperatura del circuito. • Verificar el aislamiento de los conductores del circuito. • No portar elementos metálicos que se puedan desprender y provocar un corto circuito. • Colocar el equipo de manera que no esté expuesto a circuitos energizados. • Evitar el exceso de confianza.



ETAPAS		RIESGOS POTENCIALES	PROCEDIMIENTO
8.	Datos del circuito y del equipo instalado	<ul style="list-style-type: none"> - Accidentes por no mantener distancias mínimas de seguridad. 	<ul style="list-style-type: none"> • La distancia mínima será de 50 cm.
9.	Transferencia de datos y retiro del equipo	<ul style="list-style-type: none"> • Accidente por desprendimiento de algún cable de potencia. • Accidente por corto circuito. • Accidente por exceso de confianza. 	<ul style="list-style-type: none"> • Evitar forcejeos en los cables de potencia • No portar elementos metálicos que se puedan desprender y provocar un corto circuito. • Evitar el exceso de confianza.

EPP: Equipo de protección personal

Fuente: Guía modelo N° 11 INDUSTRIA DE ALIMENTOS, MINEM 2008.

4.2.5 Etapa 5: Evaluación de Registros - Línea base energética: consumos y costos de la energía

Los registros obtenidos en la campaña de mediciones proporcionarán la información que deberá ser evaluada, validada y analizada, afín de verificar la consistencia de datos y descartar los datos no reales. Y servirá para obtener lo siguiente:

- El rendimiento y consumo real de los equipos generadores o consumidores de energía eléctrica o térmica por usos y sectores. Se incluyen los costos de los insumos y costo de producción, porque finalmente al empresario le interesa saber cuánto le cuesta implementar la eficiencia energética en su industria y cuál es el beneficio económico que va a obtener.
- El rango de eficiencia energética de los equipos o sistemas principales
- La calidad de energía y su aplicación para la seguridad y confort del personal (iluminación, ventilación, etc.) y las deficiencias en las instalaciones eléctricas de la empresa (seguridad eléctrica).
- La calidad de energía térmica en cuanto al uso, seguridad y confort del personal y las deficiencias en las instalaciones

que comprometan la seguridad de las personas.

- Identificación de malos hábitos de consumo.

Se realizan cálculos, estimaciones, balances de masa y energía, flujo gramas, etc, para determinar la participación de la energía en el proceso productivo. La intención será conocer en detalle cómo se está utilizando la energía en las áreas, zonas y hasta por equipo o maquinaria.

Una manera de evaluar los consumos es elaborando índices energéticos (relación del consumo energético con la producción) de tal manera de poder comparar lo actual con el futuro, luego de haber realizado mejoras en las instalaciones.

► Indicadores:

Consumo de energía eléctrica (kWh)/
Producción (t)

Consumo de combustible (gal ó Sm³ ó kg)/
Producción (t)

Finalmente con los resultados se constituye la línea de base que va servir como referencia para las futuras acciones a implementar y lograr el beneficio esperado.

El establecimiento de una línea de base permite evaluar el impacto de las recomendaciones asociadas con buenas



prácticas de mínima inversión y mejoras tecnológicas con grado de inversión orientadas a reducir costos de operación y mejorar la calidad del servicio.

Determinación de la Línea de Base:

Proporciona la información sobre el estado actual del consumo e indicadores energéticos, los cuales comparándolos con las siguientes auditorías, brindarán la información del grado de eficiencia que se viene desarrollando.

La línea base deberá estar expresada en forma cuantitativa y ser consistente con la situación real del sistema energético a efectos de comparación en un período determinado.

4.2.6 Etapa 6: Identificación de Oportunidades de Mejoras en Eficiencia Energética

En esta etapa se identifican las oportunidades de mejora, determinando el potencial de ahorro energético, los equipos críticos y recomendándose las alternativas técnicas de mejoramiento y/o sustitución.

En esta etapa se obtiene la siguiente información:

- Inventario de equipos y artefactos consumidores de energía
- Diagrama de flujo de procesos de la empresa.
- Diagrama de carga del consumo de energía, en Diagrama de Sankey o similar.
- Oportunidades de mejora energética (sustitución o mejora de equipos y/o cambio de hábitos)
- Determinación de los centros de costos energéticos, que nos permitirá conocer y mejorar el

consumo de cada energético por área o proceso especificado.

- Mejora en los procesos de la entidad.

4.2.7 Etapa 7: Evaluación técnica-económica-financiera de las Mejoras planteadas

Se evalúan los aspectos técnicos económicos, su costo y viabilidad de implementación, considerando el retorno de la inversión y las oportunidades identificadas para establecer cuantitativamente el ahorro económico y energético.

Se proponen mejoras que pueden estar en todo o parte del proceso productivo, tales como el acondicionamiento previo de la materia prima, recuperación de calor perdido, recuperación de material, cambio de fuente energética, mejora en la administración energética, recuperación de la eficiencia de los equipos, adopción de nueva tecnología, etc. Todo esto deberá ser sustentado técnicamente y en caso de requerir financiamiento se pueden adoptar diferentes mecanismos bancarios o entidades financieras de nuestro medio.



4.2.7.1 Evaluación técnica-económica

Evaluación del ahorro de energía proyectado

El ahorro de energía atribuible a las recomendaciones de buenas prácticas de consumo y el reemplazo de equipos, es función directa de la eficiencia de las unidades involucradas, capacidad de los equipos, horas de operación y diversas condiciones relacionadas con los procesos industriales.

El ahorro de energía se refiere a un período determinado, el cual puede ser mensual o anual. Los ahorros de energía asociados con sistemas eléctricos se expresan en kWh y la reducción de potencia se expresa en kW. Los ahorros de energía en sistemas térmicos son expresados en unidades del combustible utilizado. A partir de los ahorros expresados en esta unidad de referencia, es posible establecer porcentajes relacionados con la totalidad de los ahorros, incluyendo energía eléctrica y combustibles.

A continuación, se presenta un ejemplo. Se trata de la reparación o reemplazo de trampas de vapor defectuosas con lo cual se obtiene un ahorro de 14 %. El consumo de combustible (petróleo industrial) en la caldera es 45 gal/hora y opera durante 6 000 horas al año. Además, se considera el precio del petróleo industrial es de S/. 3,46 / galón y un monto de inversión de S/. 80 000 que será necesario para la mejora identificada que va a permitir el ahorro de energía. El costo de operación y mantenimiento se asumen en 30 % de la inversión.



Primero calculamos el ahorro económico (AE)

$$\begin{aligned} \text{AE} &= \text{Ahorro por reparación} \times \text{consumo de} \\ &\quad \text{combustible} \times \text{horas de operación} \\ \text{AE} &= 14 \% \times 45 \text{ gal/hora} \times 6\,000 \text{ horas} \\ \text{AE} &= 37\,800 \text{ gal/año} \end{aligned}$$

Evaluación del beneficio económico esperado

El beneficio económico en electricidad está relacionado, principalmente, al ahorro de energía proyectado. Es posible encontrar algunos casos, como el cambio de pliego tarifario, en los cuales el beneficio económico no está ligado

directamente con un ahorro de energía, o el beneficio económico por una reducción de la máxima demanda, en cuyo caso el ahorro de energía no es necesariamente el componente principal.

El cálculo del beneficio económico deberá estar expresado en el mismo período para el cual se ha efectuado el cálculo del ahorro económico (mensual o anual). En el proceso de cálculo del beneficio económico, se requiere establecer el precio del energético involucrado. En el caso de la electricidad, es posible encontrar diversos precios de la energía (kWh) y la potencia (kW), tanto para periodos de hora punta como fuera de punta. En esos casos es posible establecer un precio ponderado que considere estas diferencias y que resulte apropiado para estimar el beneficio económico.

En el caso de los combustibles, los precios de compra pueden tener alguna variación dependiendo del volumen o el proveedor. En esos casos es importante también establecer un precio promedio que resulte apropiado para estimar el beneficio económico. El precio que se considera es S/. 3,46 por galón.

El beneficio económico (BE) se calcula de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} \text{BE} &= \text{Ahorro de energía} \times \text{Precio de} \\ &\quad \text{combustible} \\ \text{BE} &= 37\,800 \text{ gal/año} \times 3,46 \text{ S/./galón} \\ \text{BE} &= 130\,788 \text{ Nuevos Soles/año} \end{aligned}$$

Evaluación del costo de implementación y retorno de inversión

El costo de implementación asociado a la recomendación que originará el ahorro de energía esperado, deberá ser calculado sobre la base de cotizaciones

de proveedores que proporcionen el valor real del equipo a reemplazar. En este costo deberá considerarse, principalmente, el costo de inversión inicial (una sola vez), mientras que los costos de operación y mantenimiento (periódicos) deberán ser descontados del beneficio económico (calculado en base al ahorro de energía).

Existen varios métodos para establecer el retorno de inversión de las oportunidades beneficio económico y recomendaciones para el ahorro de energía y obtención del beneficio económico. Entre ellos, se incluyen:

- Retorno de inversión (RI)
- Valor actual neto (VAN)
- Tasa interna de retorno (TIR)
- Relación Costo/Beneficio (B/C)

El periodo de retorno simple es lo suficientemente apropiado para evaluar la rentabilidad con retornos menores a los 2 ó 3 años. A medida que este retorno se hace más prolongado, se hace necesario considerar los métodos VAN y TIR.

El retorno simple se calcula mediante:

$$RI = \frac{IMP}{BE}$$

Donde:

IMP = Costo de implementación de la mejora (S/.)

BE = Ahorro económico (S./año)

RI = Retorno de inversión (años)

$$RI = \frac{S/. 80\ 000}{S/. 130\ 788 /año}$$

$$RI = 0,6116769 \text{ años} \times 12$$

$$RI = 7,34 \text{ meses}$$

Con este resultado se puede concluir que la inversión realizada en la mejora

identificada será recuperada en 7,34 meses, es decir en 7 meses 10 días aproximadamente.

Viendo que la inversión será recuperada en un periodo antes de un año, ya no requiere calcularse los otros indicadores.

En cuanto a los métodos de valor actual neto y tasa interna de retorno, se involucran las siguientes variables de análisis.

P = Valor Presente

A = Valor Anual

F = Valor Futuro

n = Vida Útil

i = Tasa de Interés

En éste contexto, es posible definir factores que permitan transformar el valor presente en anualidades o valor futuro, tal como se muestra a continuación.

Tabla N° 3. Fórmulas de valor presente y futuro

$\left(\frac{F}{P}\right) = (1 + i)^n$	$\left(\frac{F}{A}\right) = \frac{(1 + i)^n - 1}{i}$
$\left(\frac{P}{F}\right) = \frac{1}{(1 + i)^n}$	$\left(\frac{A}{F}\right) = \frac{i}{(1 + i)^n - 1}$
$\left(\frac{P}{A}\right) = \frac{(1 + i)^n - 1}{i(1 + i)^n}$	$\left(\frac{A}{P}\right) = \frac{i(1 + i)^n}{(1 + i)^n - 1}$

Fuente: Guía modelo N° 11 INDUSTRIA DE ALIMENTOS, 2008

Por ejemplo, para una tasa de descuento de 11 % en un periodo de 12 años el factor A/P resulta:

$$A/P = [11 (1+11)^{12}] / [(1+11)^{12} - 1]$$

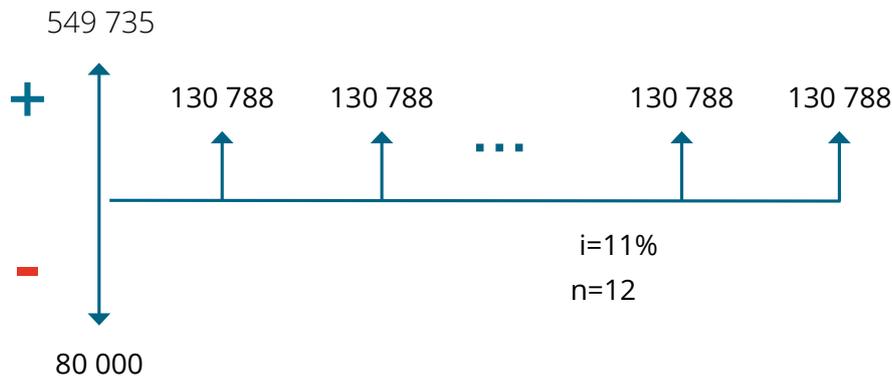
$$A/P = 0,15$$

Es decir un ahorro anual de 130 788 Nuevos Soles durante un periodo de



12 años a una tasa de descuento de 11 % equivale en el tiempo presente a 549 735 Soles. En la figura se muestra el análisis del VAN el cual resulta en un beneficio positivo de 549 735 Nuevos Soles.

Figura N° 6.
Análisis utilizando el Valor actual neto



Considerando los demás indicadores y los supuestos asumidos, podemos ver los siguientes resultados para un análisis de sensibilidad de la tasa de descuento, con lo cual puede comprobarse que el ahorro de energía es rentable:



Tabla N°4.
Tasas de Descuento

INDICADOR	TASA DE DESCUENTO		
	10 %	11 %	12 %
TIR (%)	143,33	143,33	143,33
VPN (S/.)	579 474	549 735	522 138
B/C	2,86	2,84	2,81

Fuente: Elaboración FONAM

4.2.7.2 Análisis de sensibilidad de los indicadores económico-financiero

El análisis de sensibilidad de los indicadores económico-financieros de la rentabilidad de un proyecto de eficiencia energética deberá considerar posibles variaciones tanto en el costo de implementación como en el beneficio económico.

Con respecto al ejemplo de cálculo mostrado en la Evaluación del costo de implementación y retorno de inversión, una variación de +/- 10 % tanto en el ahorro económico como en el costo de implementación incide en el retorno de inversión en el rango de 7,34 a 8,97 meses, según se muestra en el Tabla N° 5.

Tabla N° 5.
Análisis de sensibilidad del retorno de inversión (meses)

Variación del costo de implementación	Variación del Beneficio Económico				
	-10 %	-5 %	0	5 %	10 %
-10 %	7.34	7.34	6.61	6.29	6.01
-5 %	7.75	7.34	6.97	6.64	6.34
0	8.16	7.73	7.34	6.99	6.67
5 %	8.97	8.11	7.71	7.34	7.01
10 %	8.97	8.50	8.07	7.69	7.34

Fuente: Elaboración FONAM

4.2.7.3 Alternativas de financiamiento convencional

Los proyectos/programas de eficiencia energética pueden acceder al financiamiento denominado convencional de las entidades financieras pero tienen que sustentarse además del flujo de ingresos por el ahorro energético con ingresos por la venta de los productos.

En el Sistema financiero nacional se pueden encontrar financiamiento para los proyectos/programas de eficiencia energética en las siguientes entidades:

Banca Nacional/Fondos de Inversión de segundo piso como:

COFIDE (Corporación Financiera de Desarrollo Corporación Financiera de Desarrollo S.A.) que administra fondos del Programa tecnologías productivas eficientes para ser otorgados por las entidades de las microfinanzas por montos de hasta US\$ 50,000, así como proyectos de cambio de la Matriz energética con participación de los bancos por montos mayores a US\$ 2 millones (www.cofide.com.pe).

Fondo de Inversión Responsibility (www.responsability.com), Fondo de

segundo piso que tiene un Programa de financiamiento para proyectos energéticos a través de los Bancos para operaciones mayores de U\$ 500,000.

Banca Nacional de primer piso como:

Banco de Crédito del (www.viabcp.com), Banco BBVA Continental (www.bbvacontinental.pe), INTERBANK (www.interbank.com.pe), BANBIF (www.banbif.com.pe) entidades que pueden financiar operaciones de crédito de eficiencia energética.

Adicionalmente, hay una Línea de crédito ambiental de la Cooperación suiza que financia proyectos de eficiencia energética no mayores de US\$ 1 millón, esta línea la otorgan los bancos nacionales: BCP, SCOTIABANK y el INTERBANK financiando el 50 % de la operación crediticia.

Banca Internacional

BID (Banco Interamericano de Desarrollo) Banco multilateral americano que otorga para el sector privado créditos incluidos los de eficiencia energía con sus propios recursos y de los fondos climáticos pero para operaciones mayores de US\$ 10 millones. Adicionalmente pueden apoyar a la empresa con la asistencia técnica



de consultoría especializada (<http://www.iadb.org>).

Banco Mundial (Banco Internacional para la Reconstrucción y el Desarrollo – BIRD y Corporación Financiera Internacional – CFI).

El Banco Mundial es una de las principales entidades financieras multilateral del mundo y brinda asistencia financiera y técnica para los países en desarrollo de todo el mundo atiende el sector energía incluyendo programas de eficiencia energética con la salvedad que otorga directamente créditos a los Gobiernos no otorga créditos al sector privado.

Para apoyar financieramente al sector privado trabaja con su agente financiero el IFC y esta organización financia directamente al sector privado a proyectos energéticos como eficiencia energética con sus fondos propios o de los países aportantes que tienen compromiso con la Convención Marco de las Naciones Unidas (CMNUCC) (www.bancomundial.org). Igualmente, este banco trabaja también como segundo piso otorgando créditos a los bancos.

El Banco de Desarrollo de América Latina (CAF) es una institución financiera multilateral cuya misión es promover el desarrollo sostenible y la integración regional entre sus países accionistas. La CAF opera en conjunto con los sectores público y privado y provee múltiples servicios financieros a una gran cartera de clientes conformada por los gobiernos de sus países accionistas, compañías públicas y privadas e instituciones financieras (www.caf.com) otorga créditos a proyectos energéticos como eficiencia energética del sector privado.

Validación de las mejoras planteadas

Las mejoras planteadas a veces no resultan conveniente para el empresario debido a otras prioridades en el tema de inversiones, o a que los ahorros no superan las expectativas de la alta dirección. Por eso se debe proponer todas las alternativas separando las mejoras sin inversión, las de mediana y gran inversión. En todo caso una reunión previa con la alta dirección donde se analizarán las mejoras recomendadas con su respectiva inversión, retorno y financiamiento, determinarán cuales serán aprobadas, las mismas que serán incluidas en el informe final de la evaluación energética realizada. Cabe señalar también la posibilidad de elaborar un cronograma de actividades donde se programe las futuras acciones para implementar la eficiencia energética en la planta industrial.

4.2.8 Etapa 8: Informe de Auditoría Energética

La evaluación energética como documento final puede llamarse Auditoría Energética, Diagnóstico Energético, Estudio o Evaluación de Eficiencia Energética, Estudio de Uso Racional de Energía, etc, y de acuerdo al interés particular del empresario puede adoptar uno de estos nombres u otro similar.

El informe final de la auditoría energética debe contener, la línea base y las oportunidades de ahorro, así como la implementación de mejoras propuestas.

A continuación se muestra el contenido mínimo:

1. Resumen ejecutivo
2. Objetivo



3. Introducción
 - Antecedentes
 - Auditores energéticos
 - Características de la empresa
 - Suministro de electricidad, combustibles y otros energéticos
4. Estado actual del consumo de energía (línea base)
5. Análisis de los subsistemas energéticos
 - Equipos generadores y consumidores
 - Iluminación
 - Aire acondicionado, ventilación y refrigeración
 - Equipos electromecánicos
 - Otros subsistemas (red de vapor, bombeo, aire comprimido, etc.)
6. Mediciones eléctricas y térmicas
7. Oportunidades de mejoras detectadas
8. Evaluación técnico-financiera de las medidas de mejora y sugerencias
9. Cronograma de implementación de mejoras
10. Conclusiones y recomendaciones
11. Anexos mínimos:
 - Diagramas unifilares eléctricos, diagrama de Sankey o similar.

- Planos de distribución: eléctrico, agua, desagüe, etc.
- Consumo histórico de energéticos (electricidad, combustibles, energía solar, eólica, etc.)
- Mediciones realizadas
- Notas de cálculo de determinación de tamaños de equipos recomendados.
- Otros relevantes

4.2.9 Etapa 9: Propuesta de Implementación de Mejoras

Las propuestas de implementación de mejoras, también podrán considerar la utilización constante de tecnologías de auditoría energética de última generación presentes en el mercado, las cuales permitirán una administración o gestión de la energía a través del monitoreo en línea de sus consumos energéticos (entre otros indicadores) de forma inmediata. Las mismas que deberán ser incluidas en el Informe Final de Auditoría.



4.3 Seguimiento y monitoreo de las mejoras implementadas

Para implementar las mejoras recomendadas y lograr los beneficios económicos, existen varias modalidades, desde la firme decisión a través de un Comité de Energía formado al interior de la misma empresa, hasta la contratación externa de una Empresa de Servicios Energéticos que garantice el logro de este beneficio económico. La ventaja de lo último, es que en el contrato se puede estipular como objetivo la implementación

y el logro del beneficio económico por parte de la Empresa de Servicios Energéticos.

Dependiendo del tamaño de la empresa, las mejoras sin inversión pueden ser implementadas directamente sin la intervención de un tercero, pero si requiere invertir para lograrlo, es necesario garantizar el beneficio para recuperar la inversión, por lo tanto se sugiere adoptar medidas de control como se señala a continuación.

- **Monitoreo y fijación de metas (M&T)**

Existen varias modalidades de control para lograr los ahorros esperados, como aquellas reconocidas en muchos países por su efectividad, si es que se aplican correctamente, tal es el caso del Monitoring and Targeting (M&T) o un equivalente como es el plan de Medida y Verificación (M&V). En este documento nos vamos a referir al M&T como una metodología que permite programar actividades de ahorro de energía mediante el seguimiento, medición y control de los consumo energéticos en una Industria, a partir de una línea base establecida previamente en un diagnóstico energético.

En caso de solicitar financiamiento para implementar una mejora de ahorro de energía, el M&T puede sustentar ante la entidad financiera, que los beneficios económicos van a ser logrados en el plazo previsto por el programa.

La metodología de este sistema exige identificar los centros de consumo, aplicar e implementar llave en mano la recomendación, establecer indicadores que permitan hacer un seguimiento

permanente y medir periódicamente para demostrar el beneficio económico, el cual será comparado con la línea de base establecida al inicio del programa.

Los elementos esenciales del sistema M&T son:

- a. Registro: Medir y registrar el consumo de energía.
- b. Análisis: Establecer indicadores energéticos para comparar consumo y producción
- c. Comparación: Comparar consumos de energía antes y después del uso eficiente.
- d. Metas: Establecer la meta para reducir o controlar el consumo de energía.
- e. Monitoreo: Seguimiento permanente de la evolución del consumo de energía.
- f. Reporte: Reportar los resultados, incluyendo variaciones de la meta.
- g. Control: Controlar medidas de gestión para corregir variaciones.

A modo de ilustración, de este sistema en el Tabla N° 6 se muestra el ejemplo de una variación del consumo específico de energía en función de las toneladas de alimentos producidos.



Tabla N° 6.
Línea base de Consumo Específico
(Producción empresa de Confitería)

Mes	kWh	toneladas (t)	kWh/t
Enero	220 000	7 530	29,2
Febrero	213 690	7 490	28,5
Marzo	238 760	7 530	31,7
Abril	225 580	7 420	30,4
Mayo	190 430	7 580	25,1
Junio	174 270	7 530	23,1
Julio	159 760	7 200	22,2
Agosto	201 380	7 400	27,2
Setiembre	205 000	7 530	27,2
Octubre	192 770	6 980	27,6
Noviembre	221 980	7 630	29,1
Diciembre	275 860	8 100	34,1
PROMEDIO			28

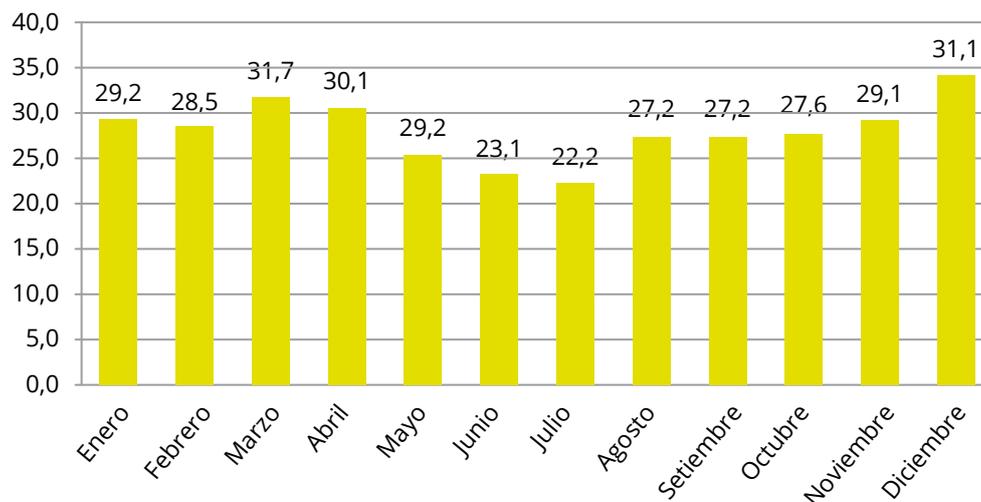
Fuente: Adaptación de Estudio de Alimentos, FONAM 2014.

En la Figura N° 7 se puede observar como varía el consumo específico kWh por tonelada a través del año.



Figura N° 7.
Variación Anual del Indicador Energético

Consumo específico kWh/t



Fuente: Adaptación de Estudio de Industria de Alimentos, FONAM 2014

Es normal que la cantidad de electricidad consumida varíe de acuerdo a la producción y otros factores, pero si hablamos del consumo específico, esta no debería tener variaciones por cuanto está referida a una unidad productiva solamente.

En la Figura N° 7 se observa como el consumo específico varía durante el año, por lo que se hace necesario analizar cuál es el motivo por el que una tonelada de caramelos y dulces consume 34,1 kWh en diciembre y la misma tonelada 22,2 kWh en julio del mismo año. Luego del análisis realizando y la implementación de las correcciones apropiadas, la tendencia recomendada debería aproximarse al menor consumo energético.

• **Protocolos de medición y verificación**



Luego de identificar las mejoras en la planta para lograr la eficiencia energética, se hace necesario su implementación para obtener el beneficio económico esperado. El M&T brinda las herramientas necesaria para lograr el ahorro, pero a su vez requiere de una medición y verificación precisa y confiable, más aun si se ha solicitado recursos a una entidad financiera.

Para validar las mejoras logradas en una industria es conveniente adoptar el protocolo IPMVP (International Performance Measurement and Verification Protocol), desarrollado por la Efficiency Valuation Organization (EVO).

• **El Protocolo IPMPV**

El protocolo define cuatro opciones de cálculo para la medición y verificación de los ahorros, tomando como referencia la

línea de base que luego será comparado, se deberá seleccionar una de las opciones de medición y verificación.

Opción A: análisis parcial de la zona aislada, donde se efectúa una medida de mejora energética

- Análisis solo de la mejora realizada en una zona o equipo consumidor.
- Medición efectiva solo del parámetro involucrado en la mejora y el resto puede ser estimado con datos estadísticos u otros proporcionados por la planta.
- La aplicación se usa generalmente para la sustitución de equipos, asumiendo que no hay interacción de consumos con otros equipos.

Opción B: análisis total de la zona aislada, donde se efectúa una medida de mejora energética

- Análisis solo de la mejora realizada en una zona o equipo consumidor.
- Medición efectiva de todos los parámetros involucrados dentro de los límites señalados para la mejora.
- La aplicación es generalmente utilizada para la sustitución de equipos, en los que se haya definido los límites de medición para la zona involucrada.

Opción C: Análisis de una instalación completa

- Análisis de toda la instalación, y donde se ubica la mejora recomendada.
- Medición efectiva y continua de todos los parámetros necesarios para lograr la mejora recomendada.

- La aplicación es generalmente utilizada en las plantas donde hay varias mejoras relacionadas entre sí.

Opción D: Análisis por simulación

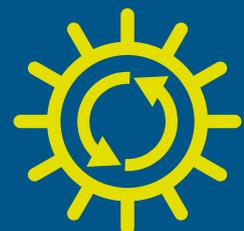
- Análisis calibrado utilizando programa de simulación.
- El programa puede simular o predecir consumo energético y/o consumo de escenarios de referencia.
- Se utiliza generalmente cuando no existe o no están disponible los datos de referencia. También se utiliza cuando los consumos a medir están encubiertos por otros factores difíciles de cuantificar. En caso que las opciones A, B y C sean muy difíciles de cuantificar o son muy costosas se puede usar esta opción D.







**USOS INADECUADOS DE
ENERGÍA Y LAS BUENAS
PRÁCTICAS PARA EL USO
EFICIENTE DE LA ENERGÍA**



5

USOS INADECUADOS DE ENERGÍA Y LAS BUENAS PRÁCTICAS PARA EL USO EFICIENTE DE LA ENERGÍA

El uso de la energía ha sido fundamental para el desarrollo mundial, desde los inicios de la industrialización esta ha sido utilizada en forma desmedida e irracional, nuestro país que también aspira a la industrialización no ha sido la excepción y es por eso que se debe impulsar las buenas prácticas en el uso de esta energía.

5.1 Buenas Prácticas (BP) para evitar usos inadecuados de la Energía

Las labores cotidianas en una planta industrial, suelen acostumbrar a los trabajadores y a directivos, a preocuparse más que el proceso productivo no se detenga, pasando por alto todo las anomalías o detalles negativos que se puedan percibir; y como no afecta a la marcha de la producción, no se le da mayor importancia.

Precisamente varios o muchas de estas anomalías pueden ser **malas prácticas de uso de energía** que originan derroches que afectan a la eficiencia productiva, elevando los costos de producción. Estas anomalías o malos hábitos pueden ser mejor apreciados en equipos, máquinas o accesorios de la planta industrial

Existen las buenas prácticas (BP), orientadas al uso eficiente de la energía asociada a la utilización adecuada de equipos y sistemas de producción que pueden significar oportunidades de mejora y optimización sin inversión o con muy baja inversión; logrando reducir consumo energético, menor costo de producción y mayor beneficio económico para la empresa.

Las buenas prácticas que pueden ser consideradas como oportunidades de ahorro sin o con baja inversión en una industria de alimentos, se muestran a continuación:

Calderas

- Calderas trabajando a elevadas presiones o por encima de lo requerido en el proceso, origina mayor consumo combustible. La buena práctica indica que la presión del caldero debe ser un poco más de la presión requerida por el proceso, con la finalidad de compensar solo las pérdidas de traslado del vapor. Si no es suficiente hay un problema de capacidad del caldero que debe ser analizado. **Mejora Sin inversión.**
- Considerar el uso de control electrónico para modulación de la operación de la caldera. **Mejora de Baja inversión.**
- Cuando no se controla la relación aire-combustible, el caldero consume más combustible. La buena práctica indica calibrar periódicamente la relación aire combustible utilizando equipo



de análisis de gases. Si no se logra la calibración, puede ser problema del quemador, del sistema de combustión o del combustible. **Mejora de Baja inversión.**

- Verificar el estado de las paredes externas del caldero y su temperatura, para determinar el nivel de fuga de calor, mediante un analizador termográfico. **Mejora de Baja inversión.**

Línea de distribución de vapor

- Las fugas de vapor en tuberías y accesorios (válvulas, trampas, etc), origina mayor consumo de combustible en el caldero. La buena práctica indica sellar las fugas reparando o cambiando tubos y accesorios e implementar un plan de mantenimiento periódico. **Mejora de Baja inversión.**
- Considerar que el retorno de condensado no es importante, es permitir mayor consumo de combustible en el caldero. La buena práctica indica recuperar la mayor cantidad posible de condensado hacia el caldero; esto también significa un ahorro importante de agua tratada. **Mejora de Baja inversión.**
- Mantener conectados tramos de tubería de vapor que ya no forman parte del proceso, es consumir más combustible en el caldero para mantener llena esta tubería. Se recomienda eliminar este tramo de tubería. **Mejora de Baja inversión.**

Refrigeración

- Mantener la cámara innecesariamente a muy baja temperatura, origina mayor consumo de electricidad. La BP

recomienda controlar el seteo de la temperatura requerida en la cámara, para la conservación de la carga. **Mejora Sin inversión.**

- No dar importancia a las infiltraciones en los ambientes refrigerados, ocasiona mayor consumo de electricidad. Verificar que no existan infiltraciones en los ambientes refrigerados. **Mejora de Baja inversión.**
- No controlar la operación productiva durante horas de punta, origina mayor gasto en la tarifa. La BP recomienda evaluar posibles ajustes en el proceso productivo. **Mejora Sin inversión.**
- Ubicar equipos de refrigeración en zonas cercanas a fuentes de calor o expuestas al sol, ocasiona mayor consumo de electricidad. La BP recomienda ubicarlos en zonas frescas, ventiladas y bajo techo. **Mejora de Baja inversión.**
- Evitar introducir cargas calientes a la cámara de frío, originando mayor consumo de electricidad. La BP recomienda introducir cargas lo más fría posible. **Mejora de Baja inversión.**
- El condensador de la cámara debe estar ubicado a libre circulación del aire, lejos de las paredes y de los rayos solares directos. **Mejora de Baja inversión.**

Aire Acondicionado

- Mantener ambientes muy fríos innecesariamente origina derroche de electricidad. La BP recomienda setear la temperatura utilizando estándares recomendados de acuerdo al ambiente enfriado, evitando así



consumos excesivos de electricidad para el confort. **Mejora Sin inversión.**

- Mantener sellados las paredes y puertas de los ambientes acondicionados, evitando infiltraciones de aire caliente; lo que evitaría mayor consumo de electricidad. **Mejora de Baja inversión.**
- Ubicar equipos de aire acondicionado en zonas cercanas a fuentes de calor o expuestas al sol, ocasiona mayor consumo de electricidad. La BP recomienda ubicarlos en zonas frescas, ventiladas y bajo techo. **Mejora de Baja inversión.**

Motores



- Tener motores operando en vacío en las áreas productivas es derrochar electricidad, se recomienda evitarlo. **Mejora de Baja inversión.**
- El arranque simultáneo de varios motores, ocasiona elevados picos de demanda con mayor consumo de electricidad, se recomienda evitarlos y hacer una mejor distribución de cargas. **Mejora de Baja inversión.**
- Al intercambiar motores internamente, puede resultar motores operando con bajo factor de carga y en condiciones distintas a las nominales, lo que origina mayor consumo eléctrico. La BP recomienda hacerlo con una previa redistribución de cargas. **Mejora de Baja inversión.**
- Evitar arranque frecuentes en un motor. Evitar sobre calentamiento y sobretensión del motor. **Mejora de Baja inversión.**

Bombas

- Si para atender cargas parciales, se utilizan bombas estranguladas, en serie o paralelo es una forma de derroche de electricidad. La buena práctica (BP) recomienda evitarlas. Utilizar una bomba de menor capacidad para aplicaciones específicas. **Mejora de Baja inversión.**
- Para incrementar la presión de las bombas, verificar si la causa de la baja de presión se debe fugas en las tuberías o válvulas. La buena práctica recomienda primero reparar las fugas antes de reemplazar la bomba. **Mejora de Baja inversión.**
- Poner particular atención a las bombas en paralelo, adicionar más bombas puede hacer que el sistema total sea progresivamente menos eficiente. **Mejora de Baja inversión.**
- Usar tuberías de baja fricción sobre todo cuando considere renovar las tuberías viejas. Minimizar el número de cambios de dirección en la tubería. Evaluar el redimensionamiento de tuberías y accesorios para optimizar la operación de la bomba. **Mejora de Baja inversión.**

Iluminación

- Mantener lámparas encendidas durante períodos no productivos, horas de descanso del personal o en zonas de almacenes sin personal en el interior, origina derroche de electricidad y mayor costo de operación; se recomienda evitarlo. Reemplazar lámparas por otras más eficientes en áreas de producción y

oficinas administrativas. **Mejora de Baja inversión.**

- Utilizar un solo interruptor para encender varias lámparas, no es adecuado, se recomienda independizarlo lo más posible. Separe los circuitos de iluminación para que su control no dependa de un solo interruptor y se ilumine solo sectores necesarios. Evaluar el uso de sensores de movimiento u ocupación, en particular en áreas de almacenamiento. **Mejora de Baja inversión.**
- Colocar lámparas y/o fluorescentes a gran altura obliga usar lámparas de más potencia para tener buena iluminación, con el consiguiente incremento del consumo eléctrico. Se recomienda variar las alturas de acuerdo a la iluminación requerida en el punto de operación. **Mejora de Baja inversión.**
- No encender todas las lámparas para efectuar tareas de mantenimiento o limpieza en horarios no productivos. Limpiar de polvo las lámparas y sus pantallas. Apagar las lámparas innecesarias y reducir al mínimo imprescindible la iluminación en exteriores. No sobre ilumine áreas innecesariamente, para ello verifique los estándares de iluminación por áreas, con un luxómetro. **Mejora de Baja inversión.**
- Si no se retiran las lámparas quemadas y/o defectuosas de las luminarias, ocasionaran un consumo de electricidad innecesario en el reactor de la lámpara. Reemplazar balastos magnéticos por balastos electrónicos. **Mejora de Baja inversión.**

- Para reducir consumos de electricidad en la planta industrial utilizar al máximo la luz natural o pintar de color claro las paredes y techos de las áreas de producción y oficinas administrativas. Considerar los colores claros en mobiliario de oficinas. **Mejora de Baja inversión.**

Compresores

- Usar aire comprimido para limpieza, aire fresco, etc, es derrochar la electricidad. Controlar la presión y utilizar el aire mínimo requerida por el proceso. Evitar operaciones en vacío. En ampliaciones o proyectos nuevos evitar el sobre dimensionamiento de los compresores. **Mejora Sin inversión.**
- Elevar la presión del compresor en lugar de reparar múltiples fugas en la línea de distribución, es derrochar electricidad. Buscar fugas de aire con un detector ultrasónico y repararlas lo más pronto posible. Verificar las caídas de presión a través de los filtros y reemplazarlos rápidamente. Usar válvulas solenoide para aislar máquinas con probables fugas. **Mejora de Baja inversión.**
- Ubicar la admisión de aire al compresor cerca de una fuente de calor, es reducir la eficiencia del equipo. La toma debe ser de aire frío externo directo o mediante ducto para el compresor, de acuerdo a las condiciones climáticas de la región. Evitar el ingreso de aire húmedo al compresor. **Mejora de Baja inversión.**
- Utilizar compresor para aplicaciones de aire a baja presión, es derrochar



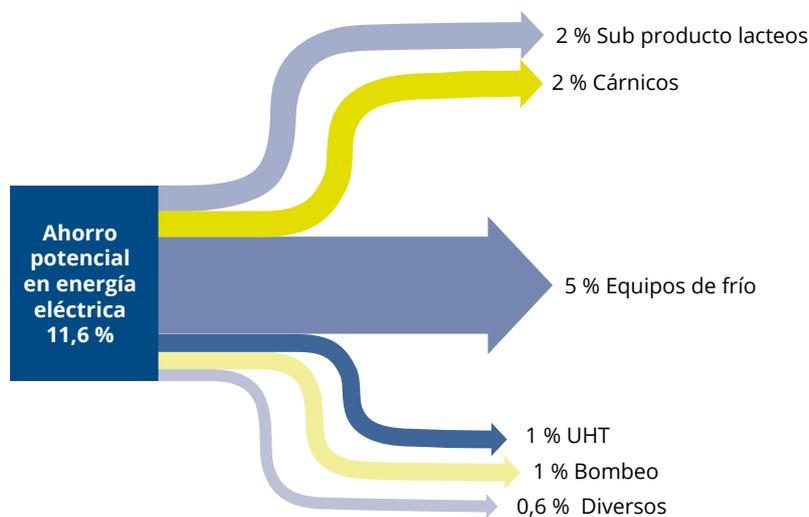
electricidad. Considerar alternativas como el uso de herramientas eléctricas en vez de usar aire comprimido. Considerar el uso de ventiladores o sopladores para aplicaciones que requieren poca presión. Mejora de Baja inversión.

5.2 Oportunidades de mejoramiento u optimización

A modo de ejemplo ilustrativo se muestra los potenciales ahorros identificados en una industria de alimentos luego de un estudio realizado.

Figura N° 8.

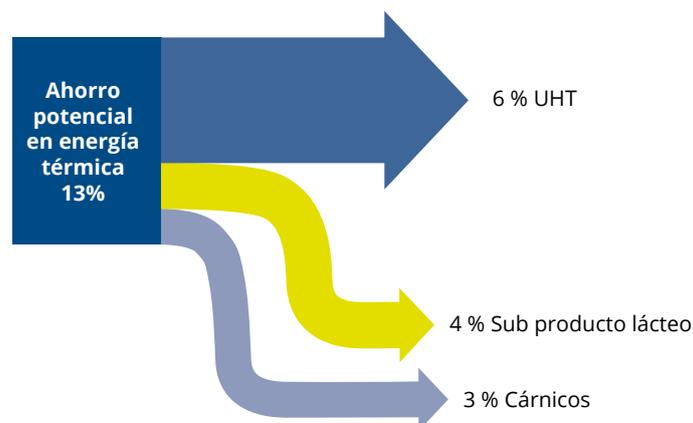
Ahorros potenciales de energía eléctrica en industria de alimentos



Fuente: Adaptación de la guía anterior, Guía N° 11 Industria de alimentos

Figura N° 9.

Ahorros potenciales de energía térmica en industria de alimentos



Fuente: Adaptación de la guía anterior, Guía N° 11 Industria de alimentos



Tabla N°7.
Mejoras energéticas y sus potenciales ahorros de energía

N°	Mejora energética	Potencial de ahorro	Periodo de retorno	Nivel de inversión (\$)
1	Uso de combustibles más limpios y económicos en calderas	De 10 a 30 %	Mediana plazo	5,000-30,000
2	Instalación de conmutadores de potencia que impiden la operación innecesaria de bombas de repuesto, en calderas	De 1 a 10 %	Menor a 1 año	Menor de 5,000
3	Instalación de un controlador automático para el funcionamiento de calderas	De 1 a 10 %	Menor de 3 años	8,000 a 30,000
4	Optimización de la Eficiencia de Combustión de la Caldera	De 2 a 10 %	Menor de 1 año	Menor a 1,000
5	Instalación de un control automático para sistemas de refrigeración.	De 2 a 10 %	Menor de 3 años	4,000 a 30,000
6	Instalar y mantener un control de purga automática en la torre de enfriamiento o en el condensador de evaporación	De 30 % a 60 %	Menor a 1 año	Menos 1000
7	Instalar limpiadores automáticos de tubos de condensador	De 3 % a 12 %	Menor a 1 año	\$30 - \$50 - \$100
8	Restablecer manualmente la temperatura del enfriamiento del agua.	De 4 % a 10 %	Inmediato	Mínimo
9	Instalar un control automático de temperatura para el enfriamiento del agua del enfriador	De 5 % a 5 %	mayor a \$1000	Menor a un año

Elaboración FONAM, Fuente: Energy Efficiency Manual de Donald R. Wulfinghoff

Las oportunidades de ahorro con media o alta inversión se muestran a continuación:

Calderas

- Instalar economizadores para recuperar calor de los gases de combustión y reducir consumo de combustible. **Mejora de Mediana inversión.**
- Evaluar la posibilidad de implementar un sistema de cogeneración (generación simultánea de calor y electricidad). **Mejora de Alta inversión.**
- Reemplazar quemadores obsoletos por otros más eficientes. **Mejora de Mediana inversión.**
- Usar gas natural en reemplazo del petróleo. Usar gas licuado de petróleo GLP en lugares donde no esté disponible el gas natural. **Mejora de Alta inversión.**
- Considerar el uso de calderas más pequeñas, para cargas parciales o para requerimientos de menor temperatura o presión. **Mejora de Alta inversión.**



Línea de distribución de vapor

- Las trampas de vapor, válvulas y otros accesorios no suelen evidenciar físicamente las fugas de vapor porque se produce en su interior. Esto también es pérdida de vapor y agua, y mayor consumo de combustible en el caldero. La buena práctica indica implementar un plan de mantenimiento periódico de reparación y/o reemplazo de trampas, válvulas y accesorios defectuosos. **Mejora de Mediana inversión.**

- Las tuberías calientes por carecer o tener deteriorado el aislamiento, origina mayor consumo de combustible en el caldero. La buena práctica recomienda reparar aislamientos y efectuar plan de mantenimiento periódico. **Mejora de Mediana inversión.**



- Aislar las tuberías de retorno de condensado al caldero. **Mejora de Mediana inversión.**

Proceso productivo

- Calentar insumos para procesos productivos que luego se enfrían y más adelante se vuelven a calentar, es un derroche de calor y origina mayor consumo de combustible. La buena práctica indica evaluar el proceso productivo considerando esta deficiencia para corregirla, o recuperar algún calor perdido para precalentar dicho insumo. **Mejora de Alta inversión.**
- Recuperar calor perdido de calderas u hornos, para precalentar o secar materia prima húmeda. **Mejora de Alta inversión.**

Refrigeración

- Las aperturas constantes de las cámaras de enfriamiento, ocasionan arranques y paradas frecuentes y mayor consumo de electricidad. La BP recomienda disponer de una antecámara de almacenamiento y programar el ingreso y salida de cargas. **Mejora de Mediana inversión.**

- Utilizar una sola unidad de refrigeración de gran capacidad para atender cargas parciales, origina consumo extra de electricidad. La BP recomienda analizar el reemplazo de otra cámara de menor capacidad, o programar adecuadamente el uso. **Mejora de Alta o baja inversión.**

- Sincronizar la operación del compresor con la resistencia de descongelamiento para evitar el traslape de la demanda. **Mejora de Mediana inversión.**

- En ampliaciones o proyectos energéticos nuevos evitar el sobre dimensionamiento de los equipos de enfriamiento. Considere el uso de refrigerantes menos contaminantes como el R-134. Evaluar la instalación de controladores de máxima demanda, si el proceso lo permite. **Mejora de Mediana inversión.**

- El mal estado del aislamiento de las tuberías y accesorios del sistema de enfriamiento, origina filtraciones de calor al sistema originando mayor consumo de electricidad. Programar la reparación y/o cambio de aislamiento en cámaras y ductos periódicamente. **Mejora de Mediana inversión.**

Aire Acondicionado

- Evitar en lo posible el uso de aire acondicionado en horas punta, con la finalidad de reducir el consumo de electricidad. Evaluar la instalación de controladores de máxima demanda si el proceso lo permite. **Mejora de Mediana inversión.**
- En ampliaciones o proyectos nuevos evitar el sobre dimensionamiento de los equipos de aire acondicionado. **Mejora de Mediana Inversión.**
- Considere el uso de variadores de velocidad para sistemas de aire acondicionado. **Mejora de Media inversión.**
- Considere el uso de motores de alta eficiencia en los ventiladores. Considere el uso de fajas de transmisión de alta eficiencia en los ventiladores. **Mejora de Mediana inversión.**
- Considere el uso de refrigerantes menos contaminantes como el R-134. **Mejora de Mediana inversión.**
- Verificar el estado de aislamiento y conservación de las tuberías y accesorios del sistema de aire acondicionado a fin de prevenir consumos excesivos de electricidad. **Mejora de Mediana inversión.**

Motores

- Reparar motores sin llevar un control de las veces que se ha realizado, contribuye a incrementar las pérdidas de eficiencia acumulada, con el consiguiente mayor consumo de electricidad. La BP recomienda efectuar mantenimiento de los motores según

especificaciones del fabricante. **Mejora de Mediana inversión.**

- Reemplazar motores de eficiencia estándar por motores de alta eficiencia o eficiencia premium. **Mejora de Alta inversión.**
- En ampliaciones o proyectos nuevos evitar el sobre dimensionamiento de los motores. Para la compra de motores nuevos, verificar que sea de alta eficiencia; efectuar la evaluación económica considerando costos de operación durante la vida útil en adición al costo de inversión inicial. Evaluar la incorporación de variadores de velocidad u otros accesorios que permitan ahorrar energía. **Mejora de Alta inversión.**
- Implementar variadores de velocidad en los motores donde lo permita el proceso. Utilizar fajas de transmisión de alta eficiencia. **Mejora de Mediana inversión.**
- Mejorar el factor de potencia mediante banco de condensadores individuales. **Mejora de Alta inversión.**

Bombas

- En ocasiones se utilizan bombas en condiciones de caudal y altura de presión distintas a lo establecido por el diseño original del sistema, originando mayor consumo de electricidad. La BP recomienda utilizar la bomba de acuerdo al caudal y altura de agua del diseño del fabricante. **Mejora de Mediana inversión.**
- Utilizar una sola bomba de gran capacidad para atender todo el proceso puede originar baja eficiencia



y mayor consumo eléctrico; evalúe el sistema más óptimo. **Mejora de Mediana inversión.**

- Si por razones de emergencia se intercambian bombas en diferentes partes de la planta, pasadola emergencia, considerar las características del proceso para el retorno de la bomba o reemplazarla por otra. **Mejora de Mediana inversión.**
- Controlar horas de operación, en particular durante horas punta. Programar el mantenimiento oportuno de la bomba. Evaluar la instalación de controladores de máxima demanda si el proceso lo permite. **Mejora de Mediana inversión.**
- Para adquirir un nuevo equipo, seleccionar una bomba eficiente y operarla cerca de su flujo de diseño. Comprobar si la presión de la bomba es satisfactoria. En ampliaciones o proyectos energéticos nuevos evitar el sobre dimensionamiento de las bombas. **Mejora de Mediana inversión.**
- En bombas de gran capacidad, es necesario un programa de monitoreo para calcular el tiempo óptimo de renovación. Efectuar mantenimiento oportuno según especificaciones del fabricante. **Mejora de Mediana inversión.**
- Evaluar la implementación de controles automáticos de presión y caudal. Implementar variadores de velocidad en el motor de la bomba. **Mejora de Mediana inversión.**



Iluminación

- Utilizar lámparas halógenas en lugar de vapor de mercurio, en áreas de producción; lámparas de vapor de sodio en áreas de almacenamiento. Evaluar el uso de tecnología más eficiente como son las luminarias LED, para todas las áreas donde sea posible. **Mejora de Mediana inversión.**
- Utilice “timer” o sensores de luz natural para luces exteriores. Utilice “Dimmers” para reducir la intensidad de luz en periodos que se necesite poca luz, ejemplo durante la limpieza. **Mejora de Mediana inversión.**

Nota: Los “timer” son dispositivos temporizadores programables y los “dimmer” son dispositivos que reducen el consumo de energía, principalmente de un foco.

Compresores

- Se operan los compresores en forma desordenada en lugar de instalar un tanque pulmón. Evaluar el uso del motor de alta eficiencia o eficiencia Premium para el compresor. Evaluar el uso de fajas de transmisión de alta eficiencia en el ventilador. **Mejora de Mediana inversión.**
- Utilizar el compresor en forma continua aun cuando el proceso no lo requiera es consumir electricidad inútilmente. Controlar las horas de operación, en particular durante el período de horas punta (18:00 a 23:00 h). Evaluar la instalación de controladores de máxima demanda

si el proceso lo permite. Considerar la instalación de un compresor pequeño para usarlo durante los períodos de baja demanda. **Mejora de Mediana inversión.**

- Dimensionar el tamaño del compresor según la demanda, si se necesitan varios compresores usar un controlador. Dar mantenimiento al equipo regularmente, y evitar el uso de repuestos de baja calidad. Utilizar lubricantes sintéticos que permitan reducir consumos de energía y mitigar el impacto ambiental. **Mejora de Mediana inversión.**
- Usar el calor residual del de enfriamiento del compresor para calentar agua para el proceso o alguna área de producción. **Mejora de Mediana inversión.**

Sistema Eléctrico

- Operar dentro de las horas punta (18:00 a 23:00 h) implica pagar una tarifa de mayor valor. Efectuando modulación de cargas, se puede seleccionar solo cargas imprescindibles para trabajar en horas punta, evitando de este modo un mayor pago por facturación. Registrar y controlar los consumos de energía en áreas prioritarias del proceso mediante la instalación de equipos de medición. **Mejora de Mediana inversión.**
- Revisando la facturación de energía eléctrica si existe consumo de energía reactiva importante, esto puede ser eliminado o reducido con un adecuado banco de compensación. Si ya se dispone de uno, revisar en forma periódica el correcto funcionamiento, o de lo contrario

seleccionar y ubicar adecuadamente el banco de compensación reactiva (Compensación global, parcial e individual). Actualizar periódicamente los diagramas unifilares. **Mejora de Alta inversión.**

- Los picos repentinos de máxima demanda en horas punta, implica mayor costo en la facturación; esto debe ser controlado y vigilado adecuadamente. Considerar el uso de controladores de máxima demanda, de acuerdo a las características del consumo de energía de la planta y las funciones del controlador. **Mejora de Mediana inversión.**
- Los transformadores de la planta industrial operando con baja carga o sobrecargados, implica pérdidas eléctricas y riesgo de siniestros; evitar esta situación planificando y redistribuyendo cargas, o financiar su reemplazo. Evaluar la compensación de energía reactiva en transformadores operando con baja carga. **Mejora de Alta inversión.**
- Mantener operativos equipos obsoletos en la línea operativa implica ineficiencia y mayor consumo de electricidad. Se debe planificar el crecimiento del sistema eléctrico de la planta con equipos nuevos y eficientes, a medida que lo requiere el proceso productivo. **Mejora de Alta inversión.**
- El crecimiento desordenado del sistema eléctrico de la planta como producto de la exigencia de demanda en el proceso productivo, implica mayor costo de facturación. Planificar un crecimiento ordenado y evaluar el cambio de nivel de Baja Tensión a



Media Tensión para reducir costos.
Mejora de Alta inversión.

- Mantener activos cables conductores con muchos años de antigüedad, pone en riesgo al sistema eléctrico de la planta, por recalentamiento, pérdidas de aislamiento y por ende fugas de corriente, por lo que se debe planificar la remodelación. **Mejora de Mediana inversión.**
- Si el consumo bordea los 1000 kW, evaluar la conveniencia de ser considerado cliente libre o regulado. Evaluar si la facturación proviene de la mejor opción tarifaria. **Mejora de Mediana inversión.**
- No se controla la calidad de la energía en la planta. Monitorear la calidad de la energía en forma periódica mediante el uso de analizadores de redes. **Mejora de Mediana inversión.**



- Evaluar la instalación de la compensación de energía reactiva (manual o automático). Evaluar la implementación de una subestación para comprar energía en media tensión. **Mejora de Alta inversión.**

Los rangos de inversión de las mejoras energéticas se muestran a continuación:

- Menos de US\$ 5,000 es **Baja inversión**
- De US\$ 5,000 a US\$ 30,000 es **Mediana inversión**
- Más de US\$ 30,000 es **Alta inversión**

Asimismo para calcular los potenciales ahorros de energía en diferentes equipos y gestionar un óptimo consumo de energía en planta, se cuenta con software de eficiencia energética. En la bibliografía se adjunta algunas referencias de éstos software.

5.3 Nuevas Tecnologías y su contribución en la Eficiencia Energética

- **Implementación de un skid de recuperación de energía de purgas**

Las calderas de vapor necesitan realizar purgas para controlar el nivel de los sólidos disueltos totales (SDT) en el agua al interior de la caldera, para esto se instala un sistema de control de SDT, mediante el cual se abre una válvula de forma automática permitiendo purgar el agua de la caldera cuando el nivel de SDT sobrepase el límite fijado. El calor del agua que se descarga a través de este sistema puede ser recuperado a través de un skid de recuperación de energía de purgas.

Funcionamiento

El vapor flash o revaporizado es liberado del agua caliente de purga cuando la presión cae después de la válvula de control de purga de los STD; este efecto se produce dentro del tanque de revaporizado o tanque flash. El revaporizado a baja presión se introduce en el tanque de almacenamiento de agua de alimentación a través de un inyector de vapor. Una trampa tipo flotador, montada en la salida inferior del tanque de revaporizado, descarga el agua residual de purga. Desde la descarga de la trampa, el agua residual de purga que aún está caliente pasa por

un intercambiador de calor de coraza y tubos, donde transmite su calor al agua fría de reposición. Luego el agua de purga ya enfriada puede descargarse al desagüe.

Fuente: Boletín Técnico La Llave N°69.

Figura N° 10.



- **Calderas de vapor de alta presión UL-S**

A diferencia de los sistemas de calderas antiguos, existen en el mercado nuevas calderas con quemadores de gas natural, que además ahorra alrededor del 10 % de energía, y las emisiones de CO₂ se reducen en la misma proporción. En las calderas automatizadas el proceso de arranque y salida se realiza presionando un botón o mediante una señal de solicitud externa, lo cual facilita el manejo de la caldera de vapor. Las funciones automáticas protegen el sistema de cargas innecesarias durante los arranques en frío y durante

el estado preliminar a la producción. Evita el arrastre de agua y los problemas derivados de ello, como la salinización, la corrosión y los golpes de agua. Todas las funciones automáticas se pueden activar en el control de la caldera, manejable mediante pantalla táctil. Gracias a esta variante de control se obtiene seguridad en el proceso. Estas calderas disponen de un innovador sistema automático de arranque. Además el personal de servicio se ve aliviado de numerosas tareas manuales, como la apertura progresiva de la válvula de vapor principal.

También forma parte del equipamiento un economizador integrado que permite un servicio económico y ecológico. Cuenta con una instalación para desgasificación parcial del agua de alimentación, que suministra agua de alimentación procesada térmicamente a la caldera de vapor y recoge el reflujo de agua condensada.

Fuente: <https://issuu.com/revistaindustriaalimentaria/docs/revista26>



- **Instalación del sistema de control de nivel en calderas, con sensor de tipo capacitivo (LP20) para solucionar problemas de arrastre y calidad de vapor:**

Este sensor nos permite la posibilidad de un monitoreo continuo en todo el rango de control, sin necesidad de calibrarlo a pesar que las condiciones de operación son algo extremas (10 bar y 184 °C), este va acompañado de un **preamplificador de señal PA20 (nos permite operar a niveles de conductividad muy bajas) y un controlador dedicado LC2650**, el cual tiene muchas funcionalidades que hacen segura y confiable la implementación, dentro de su funcionalidad tenemos:

control modulante (válvula de control) o control on-off (encendido y apagado de la bomba), puede trabajar con líquidos de baja conductividad (5 microsiemens/cm), se puede realizar control de 1, 2 y 3 elementos, pantalla gráfica de estados: Set point, valor medido, alarmas, diagramas de tendencia, certificaciones varias para la aplicación (dentro de ellas UL abierta), etc., además el sistema se complementa con la selección de una válvula de control SPIRATROL con actuador neumático para convertirla en válvula de control normalmente cerrada (falla segura), diseñada para variaciones de apertura y cierre bastante rápidas, otorgándole al sistema una gran estabilidad de control. Este sistema brinda los siguientes beneficios:



- Nivel más estable bajo cualquier condición de carga.
- Eliminación del arrastre asociado a la inestabilidad del nivel de agua en la caldera (se pudo comprobar que el régimen de purga de la trampa del manifold se redujo considerablemente, es decir, es muy poco lo que actualmente purga la trampa).
- Mejora sustancial en la presión de operación de la caldera.
- Un régimen de generación de vapor más estable a diferentes cargas.
- Importante mejora en la calidad de vapor (libre de arrastre).
- Ya no se tienen incidencias de apagado de la caldera por bajo nivel.
- Reducción del ratio: consumo de combustible/tonelada de producción.
- Menor supervisión.

Fuente: Boletín Técnico La Llave N°67

• Instalación de los eliminadores de aire

Los eliminadores de aire son dispositivos similares a una válvula automática la cual poseen una capsula termostática que cierra en presencia de vapor. A diferencia de las trampas termostáticas estas capsulas tienen una mezcla de agua destilada con alcohol, la cual le permite a la mezcla tener un punto de ebullición cercano al del agua (2 o 3 °C menos), con ello aseguramos que cuando entre en contacto con el vapor cierre por completo. Existen fabricantes que no disponen de estos dispositivos e instalan trampas termostáticas (diferencial de 5 °C a más), que en presencia de vapor cierran antes sin conseguir el mismo efecto que los eliminadores de aire (al no lograr evacuar el mismo volumen de incondensables, son menos eficientes afectando el coeficiente de transferencia de calor en equipos que emplean vapor como medio de calentamiento y no reducen el nivel de acidez en la misma medida).

Instalación de los eliminadores de aire: los lugares más adecuados para instalar eliminadores de aire son:

- En el distribuidor o manifold de distribución de vapor.
- En los puntos elevados de las líneas de distribución de vapor y finales de línea.
- En las acometidas o líneas de ingreso de vapor a equipos consumidores (lo más cercano al equipo).

Beneficios del empleo de los eliminadores de aire:

El empleo de eliminadores de aire trae varios beneficios porque se reduce el

empleo de químicos (secuestrante de oxígeno), además se elimina el CO₂ generado en la caldera como el aire que ingresa a la red de vapor durante una parada de la planta, es decir, se reduce el nivel de acidez del condensado, además, con la eliminación de cualquier gas diferente al vapor del sistema de distribución generamos un aumento en los coeficientes de transferencia de calor, mejorando la eficiencia térmica de los procesos.

Fuente: Boletín Técnico La Llave N°79

- **La cogeneración: una tecnología que ahorra combustible, disminuye la factura energética y evita emisiones de gases de efecto invernadero**

La cogeneración es la producción conjunta y en proceso secuencial de energía eléctrica (o mecánica) y energía térmica útil (utilizable) a partir del mismo combustible (gas natural, carbón, etc.).

Las instalaciones de cogeneración cuentan con diversos equipos – motores de combustión, turbinas, calderas, intercambiadores de calor, etc. – integradas adecuadamente mediante sus flujos energéticos para obtener un mayor aprovechamiento (rendimiento) del combustible consumido.

Dependiendo de las características de la demanda de calor y del nivel de la temperatura de su utilización, una instalación de cogeneración (diseñada con criterios de optimización) podría aprovechar hasta el 90 % de la energía contenida en el combustible consumido.

En nuestro país, el apoyo y fomento de la cogeneración disminuiría el consumo

de recursos fósiles y las emisiones de gases de efecto invernadero, disminuiría las importaciones de combustible fósil, e impulsaría el mercado de servicios de ingeniería/tecnología y ventas de equipos industriales.

- **Sistemas de refrigeración: Equipos de compresión de desplazamiento positivo de doble etapa**

Generación de aire comprimido.

Es recomendable implementar equipos que en su diseño incorporen mejoras significativas, como los equipos de compresión de desplazamiento positivo de doble etapa (tipo pistón o tornillo) y equipos centrífugos que proveen las menores potencias específicas, por lo tanto un menor consumo energético. La producción de aire del compresor debe ser lo más cercana posible a la demanda de la planta. Es económicamente inaceptable operar los equipos durante largos períodos a carga baja, debido a las ineficiencias de los motores eléctricos. En algunas ocasiones es recomendable tener compresores de diferentes tamaños para cumplir con la demanda, tratando de que los equipos individualmente trabajen a su máxima capacidad.

Sistemas de Control.

Con una relativa baja inversión, se pueden conseguir ahorros entre el 5 % al 20 % del costo total de generación. Controles de arranque y paro automático, por ejemplo, eliminan el consumo de energía en períodos de baja demanda. En instalaciones con múltiples compresores, sistemas basados en microprocesadores proveen la facilidad de arrancar o parar



los equipos de acuerdo a la demanda, con variaciones muy bajas en la presión entregada. El sistema escoge el compresor más adecuado para cumplir la demanda en un turno de producción y luego cambiará a otro o a una combinación para cumplir con la demanda del segundo turno y así sucesivamente. Los sistemas de velocidad variable, modifican su producción de aire de manera proporcional a la velocidad de rotación, convirtiéndose en los equipos más eficientes para operar con demandas variables o a cargas parciales.

Fuente: Boletín Técnico La Llave N°1

- **Recuperación de calor de un sistema de aire comprimido y reducción de sus costos**

En el mundo del aire comprimido, es típico hablar de ciclos de evaluación de 10 años. El costo operativo total en este período está compuesto básicamente por tres rubros: costo inicial, costo de mantenimiento y costo de energía, siendo este último el más representativo, ya que llega a ser del orden del 70 %.

Cuando se comprime el aire, se genera calor como una consecuencia natural del proceso. La transformación de energía que se realiza en un compresor se representa en el siguiente diagrama:

Figura N° 11.



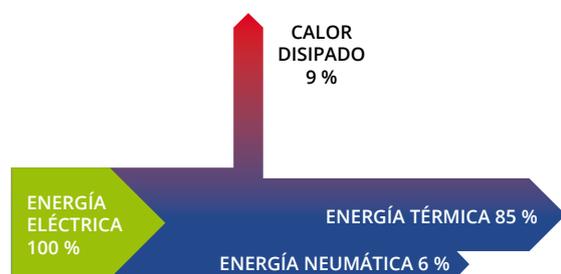
Como se puede observar, la energía que se usa en forma de energía neumática es apenas entre el 6 % y el 7 % de la energía eléctrica usada por el compresor. La gran mayoría se transforma en calor, siendo extraído del compresor por su sistema de enfriamiento. En la mayoría de las instalaciones este calor es considerado un problema y tratamos de eliminarlo, típicamente disipándolo al medio ambiente. Si cambiamos este punto de vista, podemos considerar a este calor como una fuente de energía que es posible aprovecharla.

Del total de la energía térmica que genera un compresor, alrededor del 90 % es recuperable, el resto se pierde como radiación y como calor remanente que se queda con el aire comprimido.

En términos prácticos podemos decir que del total de la energía eléctrica suministrada al compresor, el 85 % lo podemos recuperar en forma de energía térmica.

Entonces nuestro nuevo diagrama de transformación de energía cambiaría, siendo apenas el 9 % de la energía no aprovechable.

Figura N° 12.



Cuando se planifica una recuperación de calor, es preciso conocer qué cantidad de calor se tiene disponible en los compresores, esto significa conocer su

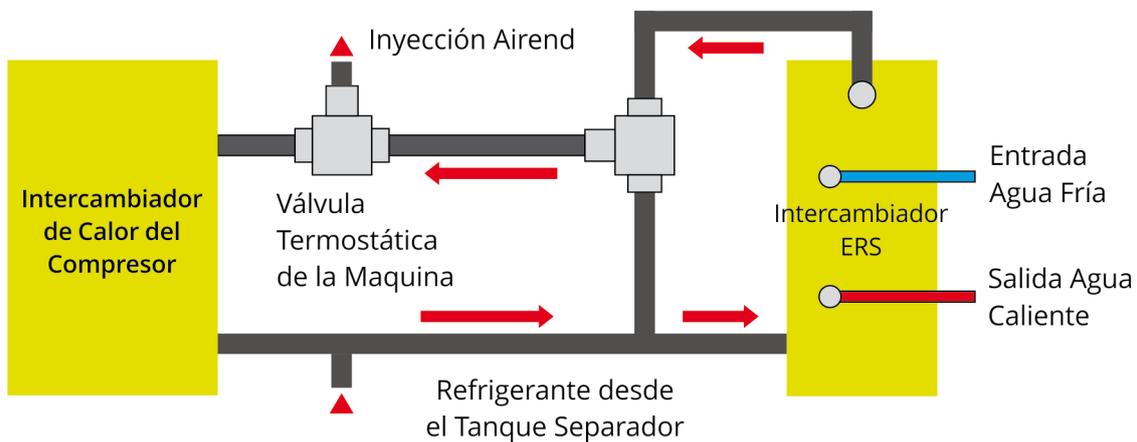


patrón de carga. Claro está, que el calor es recuperable cuando el compresor se encuentra realizando el proceso de compresión, es decir que se encuentra en estado de carga.

Si se tienen por ejemplo dos compresores de 75 kW, uno operando a plena carga y otro al 50% de carga, el consumo promedio será 112.5 kW. Considerando los criterios anteriormente indicados, la energía térmica disponible para calentamiento será de 95.6 kW, multiplicado por el número de horas que trabajen los equipos.

Para recuperar esta energía, se requiere de inversiones adicionales, que son relativamente bajas en comparación al beneficio que se puede obtener. Tal vez la forma más comprensible de recuperación es a través de los sistemas de calentamiento, que bien pueden ser para calentar agua que posteriormente puede usarse en otras aplicaciones como: precalentamiento de agua para calderas, agua para procesos, duchas, calentamiento de habitáculos y muchas otras aplicaciones que requieran agua templada o caliente.

Figura N° 13.



Si tenemos un sistema con un compresor de 75 kW trabajando a plena carga, tenemos la posibilidad de recuperar $63.75 \text{ kW} \times 8,000 \text{ horas/año} = 510,000 \text{ kW-h/año}$.

Producir esta cantidad de energía por métodos convencionales (calentadores eléctricos o a diesel) equivale a un gasto de 30,600 USD/año con un calentador eléctrico o 15,500 USD/año con un calentador de combustión a diesel, que corresponde al nivel de ahorro que podríamos tener al sustituir el sistema de calentamiento convencional por el de recuperación de calor del compresor.

Figura N° 14. Intercambiador de Calor ERS



Ingersoll Rand ofrece para sus equipos el sistema ERS, que es un intercambiador de calor especialmente diseñado para transferir el calor de compresión capturado en el refrigerante al agua, que puede alcanzar temperaturas de hasta 70oC y usarse en las aplicaciones antes indicadas.

Fuente: Boletín Técnico La Llave N°8





IMPORTANCIA DE LA GESTIÓN ENERGÉTICA



6 IMPORTANCIA DE LA GESTIÓN ENERGÉTICA

6.1 Formación de un Comité de Gestión de la Energía (CGE)

La formación de un comité de gestión de la energía es de vital importancia porque contribuirá en la implementación de mejoras energéticas de forma ordenada y sostenible en el tiempo.

El comité de gestión de la energía apoyará la implementación de las mejoras energéticas que contribuyan al uso eficiente de la energía. El tamaño del comité depende de la complejidad de la organización.

La creación de un comité interdisciplinario con un representante de cada área, resulta

un mecanismo eficaz para comprometer a las diferentes áreas de la empresa en la planificación e implementación de las mejoras energéticas.

Es recomendable que los integrantes del comité cuenten con el perfil apropiado, con condiciones de liderazgo, con conocimientos específicos de energía y de los equipos y procesos de la empresa.

El comité deberá ser presidido por un miembro representante de la alta gerencia y con poder de decisión en la empresa.



En la Figura N° 11, se muestra a modo de ilustración el organigrama de un comité de uso eficiente en un Industria de alimentos, en el cual destaca la participación del representante de la alta gerencia (presidente del comité).

Figura N° 15.
Organigrama de un Comité de Gestión de la Energía



Fuente: Elaboración FONAM,

Responsabilidades y Funciones del Comité

- ✓ Analizar los consumos de energía en las distintas áreas.
- ✓ Identificar oportunidades para el ahorro de energía.
- ✓ Seleccionar los proyectos de energía a ser implementados en función a las mejoras energéticas prioritarias.
- ✓ Garantizar el seguimiento de las actividades de implementación de mejoras energéticas, identificando responsables y fechas de cumplimiento.
- ✓ Se deberán sostener reuniones periódicas que promuevan la participación de todo el personal de la empresa, y de este modo motivarlos a que propongan ideas orientadas al uso eficiente de la energía.

Las ideas propuestas por el personal deberán ser analizadas y evaluadas por los representantes de las diferentes áreas a fin de presentarlas en forma concisa al presidente del comité para su respectiva evaluación y decisión.

Los jefes de cada área, directivos y la alta gerencia deben comprometerse totalmente en contribuir al éxito del CGE, motivando a que los empleados entreguen sus mejores esfuerzos.

En el caso, que la empresa sea una pequeña o micro empresa, mínimamente se deberá contar con un gestor energético, que será el personal a cargo de la supervisión e implementación de mejoras energéticas contempladas en los proyectos de ahorro de energía, y deberá cumplir con las funciones y responsabilidades del comité.

6.2 Sistema de Gestión de la Energía (SGE) y la importancia de contar con la Certificación ISO 50001

El SGE de acuerdo a su definición según la norma internacional ISO 5001, es "El Conjunto de elementos interrelacionados mutuamente o que interactúan para establecer una política y objetivos energéticos, y los procesos y procedimientos necesarios para alcanzar dichos objetivos"

De lo anterior se puede afirmar que un SGE sirve para gestionar la energía de forma sistemática y eficiente, garantizando una mejora continua.

Es una herramienta de gestión voluntaria, en la cual una organización introduce, de forma sistemática, la variable "energía" en todas las actividades y operaciones de su proceso productivo, con el objetivo de mejorar continuamente su desempeño energético. Igual que en los demás sistemas, la norma se basa en el ciclo de mejora continua "Planificar-Hacer-Verificar-Actuar" (PHVA) e incorpora la gestión de la energía a las prácticas habituales de la organización tal como se ilustra en la Fig. 16.



Figura N° 16.
Modelo de Gestión de la Energía ISO 50001



Elaboración FONAM, Fuente: Norma Internacional ISO 50001:2011



A continuación se presentan los aspectos generales de las Fases a implementar en un SGE enmarcado al ciclo de mejoramiento continuo PHVA:

FASE I: Planificar - ¿Qué hacer? ¿Cómo hacerlo?

Se basa en entender el comportamiento energético de la organización para establecer controles y objetivos que permitan mejorar el desempeño energético. En esta Fase se debe considerar realizar lo siguiente:

a) La Política Energética

La empresa u organización deberá contar con una sólida política energética que servirá de apoyo hacia la implementación de un SGE. El comité de gestión de la

energía tendrá a cargo la elaboración de la política energética y deberá ser aprobada por la alta gerencia, mediante un documento firmado que incluya las principales líneas de actuación en materia de gestión de la energía.

La política energética deberá ser una declaración breve y concisa para el fácil entendimiento de los miembros de la organización y pueda ser aplicada en sus actividades laborales, tiene que ser apropiada a la naturaleza y a la magnitud del uso y consumo de la energía de la empresa, incluyendo un compromiso de mejora continua en el desempeño energético.

La Política Energética deberá desarrollarse conjuntamente a las metas estratégicas de la organización y de acuerdo con otras políticas (calidad, ambiente, etc.).

b) Auditoría energética (Diagnóstico Energético)

La auditoría energética o llamada también Diagnóstico Energético, desarrollado en el ítem 4.2., realiza un balance total de la energía ingresada, analiza e identifica los usos y consumos significativos de la energía y propone oportunidades de mejora de ahorro energético y la administración óptima de la energía.

Determina la situación actual “línea de base energética” en función a indicadores de desempeño energético (IDEs), para el planteamiento de objetivos, metas y planes de acción.

c) Objetivos, Metas y Planes de Acción

La organización deberá establecer objetivos, metas y planes de acción, en función a los resultados del diagnóstico energético, con la finalidad de mejorar su desempeño energético. Los objetivos y metas deberán ser documentados y, contar con el detalle necesario para asegurar que sean cumplidos en tiempos definidos.

Asimismo, los objetivos y metas planteados por la organización deberán ser coherentes y consistentes con lo planteado en la política energética.

La organización deberá implementar planes de acción que permitan dar seguimiento y monitoreo a los objetivos y metas.

En los planes de acción se deberá considerar la identificación del personal y sus responsabilidades indicando sus tareas específicas y el área a la cual pertenece, los plazos previstos para el

logro de metas y el método de verificación de resultados.

FASE II: Hacer – Hacer lo planificado

Se basa en implementar proyectos de energía en función a los objetivos y metas planteadas en los planes de acción, con el fin de controlar y mejorar el desempeño energético.

a) Controles Operacionales:

La organización deberá definir criterios bajo los cuales operará en el marco del SGE, buscando siempre el mejoramiento continuo del desempeño energético.

Se deberá identificar aquellas operaciones relacionadas con el uso significativo de la energía y para cada una de ellas se desarrollará instructivos de trabajo en los que se especifiquen principalmente los criterios de operación (modos y horarios de funcionamiento de los principales equipos consumidores de energía), criterios de mantenimiento (periodicidad con la que se realizaran las tareas de mantenimiento de los principales equipos consumidores de energía) y parámetros de control.

b) Sensibilización y capacitación

Todos los miembros de la organización deben ser conscientes de la importancia de reducir los derroches de energía, y conseguir ahorros de energía, beneficios económicos, y por ende también beneficios ambientales.

Se deberá considerar capacitar y sensibilizar a los miembros del comité del sistema de gestión de la energía, directivos de cada área y otros que estén involucrados, sobre la aplicación y la



importancia de las prácticas de ahorro de energía en el desarrollo de los trabajos que vienen realizando.

c) Implementación de proyectos sobre mejoras energéticas

Los proyectos de energía a ser implementados deben ser coherentes con la política energética de la organización, en caso de contar con varios proyectos se debe considerar un orden de prioridad principalmente en función a los recursos necesarios para su implementación.

Se podría iniciar con proyectos que rindan ahorros modestos pero de fácil implementación, sobre todo en aquellos proyectos donde se pueda implementar medidas sencillas, de pérdidas de energía detectada en un diagnóstico energético. Los ahorros logrados motivarán a que el comité de gestión de la energía busque mayores ahorros en otras áreas.



FASE III: Verificar - ¿Las cosas pasaron según lo que se planificaron?

Se basa en realizar el monitoreo de procesos y productos así como la medición de los mismos, en base a la política energética, objetivos, metas y características de las operaciones, para finalmente reportar los resultados obtenidos.

a) Monitoreo, medición y análisis

Implementar controles y sistemas de reporte que permitan a la organización realizar un seguimiento de su desempeño energético.

Para comprobar que una determinada actividad se está llevando a cabo correctamente es necesario realizar las medidas y el seguimiento oportuno.

Es importante que la organización desarrolle los medios y herramientas necesarias para monitorear, medir y analizar su desempeño energético a través de aquellas operaciones y variables relacionadas con los usos significativos de la energía.

Por ejemplo, se debe monitorear, medir y analizar principalmente los Consumos de combustibles, Eficiencia de quemadores, Horas de operación de los equipos, Mantenimientos, Tasas de consumo de combustibles, Pérdidas de energía y la Efectividad de planes de acción.

Con los datos registrados se puede determinar si el progreso se está logrando, comparar los resultados de la implementación de una medida de ahorro de energía versus los consumos de la línea base.

Se deberá informar sobre las mejoras implementadas, a través de los informes a las jefaturas correspondientes. Trazar las metas futuras y monitorear el progreso hacia las nuevas metas.

b) Comunique los resultados y Celebre el éxito

Este paso es sumamente importante. Los informes regulares tomados de los datos monitoreados, motiva al personal, demuestra que están progresando hacia sus objetivos.

Se deberá presentar los resultados de forma gráfica, usando tablas, diagramas de cumplimiento, que sean publicados dónde el personal pueda visualizarlos.

El éxito de la implementación de las oportunidades de mejora en eficiencia energética deberá ser evaluada comparando el consumo de energía de la línea base antes de la implementación versus el consumo de energía (estimado) posterior a la implementación de las mejoras energéticas.

Asimismo se debe reconocer los logros y la contribución destacada del equipo. La celebración del éxito de una meta se debe celebrar como un hito en el rumbo de la mejora incesante de la eficiencia energética en la planta.

c) Auditoría Interna

El objetivo de implementar procedimientos de auditorías internas, no conformidades, acciones correctivas y acciones preventivas, es establecer los controles sistemáticos que aseguren que los SGE funcionan de acuerdo a lo planeado y definido por las empresas, cumpliendo los requerimientos de la ISO 50001.

La empresa debe definir un procedimiento que asegure la correcta conformación del equipo de auditores internos, y la organización de la auditoría, así como la corrección de no conformidades. En una auditoría interna, si en la organización se han implementado otros sistemas de gestión basados en normas ISO, los procedimientos ya existentes

deberían cumplir con la totalidad de los requerimientos del estándar ISO 50001.

d) No conformidades, corrección, acción correctiva y acción preventiva

Las desviaciones del comportamiento previsto por la propia organización deben ser identificadas y tratadas, éstas se pueden detectar a través de:

- Evidencias relacionadas con el desempeño energético de la organización.
- En procesos rutinarios de evaluación del SGE como, por ejemplo, la revisión por la gerencia.
- Detección de problemas reales o potenciales por parte del personal.

Las desviaciones identificadas deberán ser transmitidas a quien corresponda en cada caso, quien decidirá si se trata de una no conformidad y cuáles serán las medidas aplicables, considerando que una No conformidad es el incumplimiento de un requisito.

Una vez identificado el hallazgo se deberán tomar las medidas pertinentes para corregirlas, iniciándose el programa de acciones correctivas y preventivas.

Para ello, se deberá realizar un análisis de sus causas. En función de la naturaleza del hallazgo detectado, deberán tomarse unas medidas, acciones correctivas para eliminar la causa de una no conformidad detectada, acciones preventivas para eliminar la causa de una no conformidad potencial.



FASE IV: Actuar - ¿Cómo mejorar la próxima vez?

Se basa en la toma de acciones para mejorar continuamente el desempeño energético en base a los resultados.

a) Revisión por la Alta Dirección

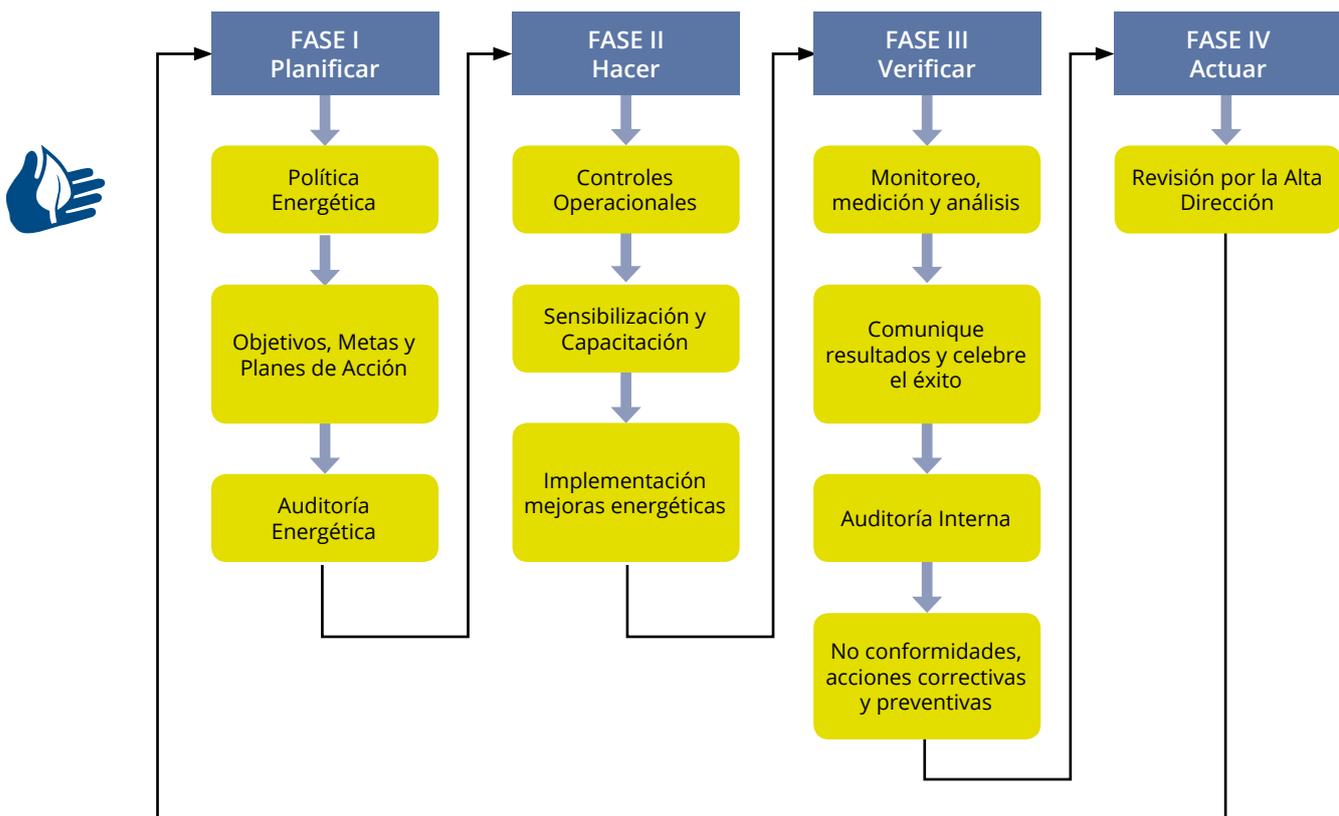
La alta gerencia debe realizar una revisión periódica de la política de energía, objetivos, metas y planes de acción, con el fin de asegurar que el SGE es adecuado a la organización y efectivo en su ejecución.

Se sugiere que la alta gerencia realice la revisión al menos una vez al año, de manera que pueda contar con resultados del desempeño energético, objetivos, metas y auditorías.

Se deberá definir un tipo de registro o reporte de las conclusiones que tome la alta gerencia frente a su revisión.

La revisión por la dirección consiste en analizar los resultados del sistema de gestión y en la toma de decisiones para actuar y promover la mejora continua.

Figura N°17.
Aspectos Generales del ciclo de Deming aplicado al SGE



Elaboración FONAM, Fuente: Guía Chilena ISO 50001

Importancia de contar con la Certificación ISO 50001

La norma ISO 50001 busca apoyar a las organizaciones en estructurar e implementar un sistema integral de gestión energética de forma sistemática, integral, sustentable y orientada a objetivos, mejorando continuamente el rendimiento energético mediante un monitoreo continuo de los flujos de energía. Esta norma además de contribuir con el cumplimiento de requisitos legales, genera reducción de los costos de energía y por ende obtención de ahorros económicos, asimismo contribuye con la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero.

De otro lado brinda ventajas competitivas a las empresas por contar con procesos eficaces, personal concientizado en el uso eficiente de la energía e imagen empresarial, mostrándose como una empresa comprometida con el ambiente que desarrolla sus procesos productivos con responsabilidad energética-ambiental.

Cabe resaltar que aquellas empresas que cuenten con una auditoría energética (diagnóstico energético) desarrollado

en sus instalaciones, tienen una primera herramienta que les servirá para poder implementar el sistema de gestión de la energía en la empresa y aplicar a la certificación de la ISO 50001.

Ventajas de contar con un SGE:

- Facilita la adopción de un enfoque sistemático para la mejora continua de la eficiencia energética.
- Facilita el cumplimiento de la legislación vigente.
- Reducción de costos de la energía y por ende mejora de la competitividad de la empresa.
- Reducción de emisiones de gases de efecto invernadero en beneficio de la lucha contra el cambio climático.
- Es compatible con otros sistemas de gestión: calidad ISO 9001, ambiental ISO 14001, de la seguridad y salud en el trabajo OHSAS 18001. La estructura común facilita su uso y la integración del SGE en los demás sistemas de gestión.
- Mejora la credibilidad e imagen de la empresa en medios.
- Reduce la amenaza de los competidores sobre la "imagen"



6.3 El etiquetado como garantía de compra eficiente

Actualmente el Ministerio de Energía y Minas viene desarrollando el Proyecto de "Normas y Etiquetado e Eficiencia Energética en Perú" - PNUD 00077443, cuyo objetivo principal es contribuir a la comercialización de equipos y artefactos de consumo eficiente de la energía. Asimismo proteger al consumidor y reducir el impacto ambiental.

La etiqueta energética de los equipos y artefactos es una herramienta informativa que permite saber de forma rápida y sencilla la eficiencia energética con la que operan, es decir mide la capacidad de realizar su función con un consumo de energía menor.

El consumidor será uno de los actores más beneficiados, cuando realice la compra de un equipo o artefacto que cuente con el etiquetado de eficiencia energética, su compra se verá garantizada por la eficiencia registrada en el etiquetado y tendrá opción de elegir los artefactos más eficientes.

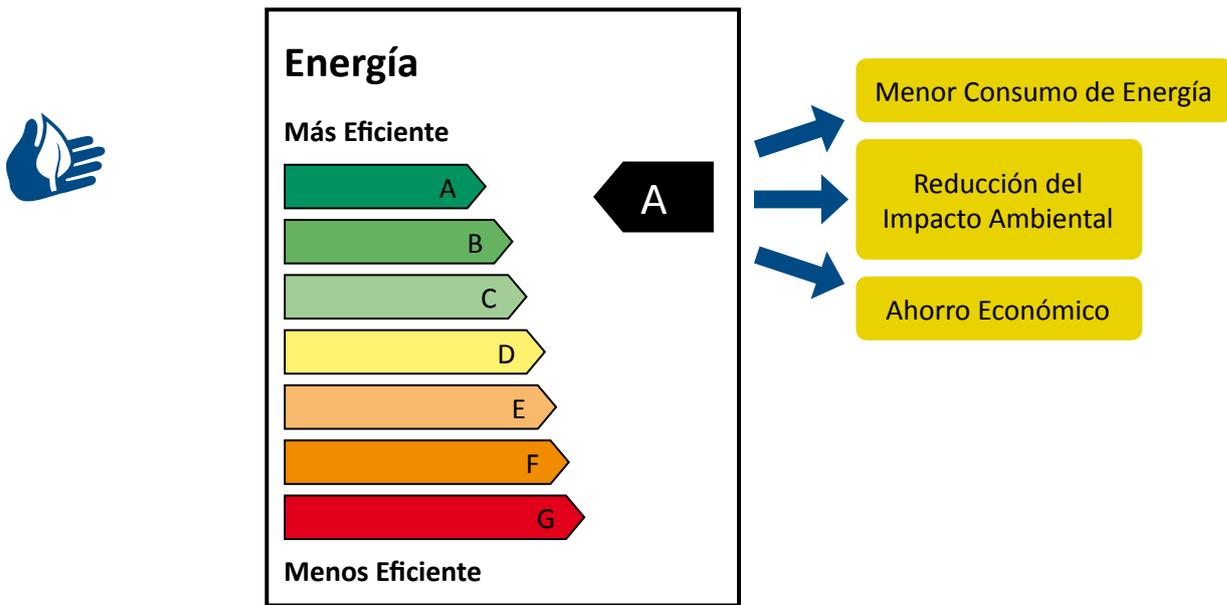
Con la vigencia de la norma de etiquetado de eficiencia energética, los equipos y artefactos que estarán obligados a llevar una etiqueta que precise su eficiencia energética son: lámparas, refrigeradoras, lavadoras, secadoras, calentadores

de agua, aire acondicionado, motores eléctricos y calderas industriales.

El etiquetado se basa en una escala de clasificación por letras y colores, que va desde la A y el color verde, para los equipos más eficientes, a la G y el color rojo, para los equipos menos eficientes.

A pesar que los aparatos más eficientes son los más caros en el momento de la compra, sus costos se amortizan generalmente antes de la finalización de su vida útil por lo que el ahorro es mucho mayor.

Figura N° 18.
Etiqueta de Eficiencia Energética y sus beneficios



Elaboración FONAM, Fuente: MINEM



CASOS EXITOSOS



7 CASOS EXITOSOS

Empresa de Confitería y el Ahorro de energía en conquista de nuevos mercados

Este es el caso de una empresa ubicada en la Provincia Constitucional del Callao, Lima, se dedica a elaborar productos de confitería, en especial caramelos y gomas de mascar.

Tiene dos líneas de producción: caramelos y gomas de mascar, en ambos casos el proceso es parecido con algunas particularidades.

Una primera actividad donde la materia prima se diluye y mezcla (caramelos), se muele, diluye y mezcla con saborizantes

(goma). Luego ambos se someten a cocción. La mezcla de caramelo cocida se enfría con agregado de saborizantes; la mezcla cocida de goma pasa a fusionamiento con arroz y agregados de ingredientes. La mezcla enfriada de caramelo pasa a la etapa de conformado con más agregados y estampado que define el tamaño del caramelo; la goma fusionada pasa por el recubrimiento y a la máquina seleccionadora que le da el tamaño final. Finalmente ambos caramelo y goma pasan a la etapa de envoltura y empaquetado.



Figura N° 19. Proceso Productivo Empresa Confitería



Fuente: Elaboración FONAM

7.1 Caso 1:

Mejora Implementada:

Optimización de la combustión

Un diagnóstico energético detectó, que las calderas que utilizan GLP como combustible, estaban trabajando entre 70 y 72 % de eficiencia cuando

lo recomendable es de un 83 % o más; esto debido a un pésimo control de la combustión, luego de corregir esta anomalía contando con el apoyo de un analizador de gases de combustión, se pudo mejorar la eficiencia logrando un ahorro de S/ 32 500 anuales.

Tabla N° 8.

Ahorros logrados por la implementación de mejoras energéticas

Sistema	Situación Original	Mejora Implementada	Ahorros	Inversión		Retorno de la Inversión
			S/año	Concepto	S/	años
Calderas, optimización de la combustión	Baja eficiencia operativa del caldero 70 a 72 %	Recuperación de eficiencia hasta el 83 %, por regulación de la combustión	32 500	Adquisición de analizador de gases de combustión y servicio de regulación.	5,800	0,18

Fuente: Elaboración FONAM



7.2 Caso 2:

Mejora Implementada:

Reducción de pérdidas en la distribución de vapor

El mismo diagnóstico energético detectó que a lo largo de la línea de distribución de vapor en la planta, se encontraban pérdidas de vapor y calor, evidenciado por fugas de vapor y calor, debido a trampas,

válvulas y accesorios defectuosos, asimismo aislamientos deteriorados y defectos en tramos de tuberías de vapor que había experimentado ampliaciones no planificadas. Luego de reparar fugas, reemplazo de trampas y accesorios, colocar aislamientos y reordenar la distribución de vapor, se logró un ahorro de 3 a 4 % en equivalente de combustible consumido en la caldera, que significó S/ 5,400 anuales.

Tabla N° 9.
Ahorros logrados por la implementación de mejoras energéticas

Sistema	Situación Original	Mejora Implementada	Ahorros	Inversión		Retorno de la Inversión
			S/año	Concepto	S/	años
Reducción de pérdidas en la distribución de vapor	Fugas de vapor y pérdidas de calor.	En los tubos de distribución de vapor, reparación de fugas, cambio de trampas de vapor y otros accesorios, reparación de aislamientos y reordenamiento para mejor distribución de vapor	5,400	Adquisición de nuevas trampas y accesorios, materiales aislantes, soldadura y tubos nuevos	5,800	1

Fuente: Elaboración FONAM

Beneficios

Los beneficios de estos ahorros es haber reducido el consumo de combustible para la misma cantidad de caramelos y gomas producidos, lo que implica mayor eficiencia productiva; a parte que también se reduce el consumo de agua blanda debido a que se evitan las fugas de vapor al ambiente.



7.3 Caso 3:

Empresa de Alimentos Balanceados y la eficiencia Energética para reducir costos e incrementar la competitividad

La eficiencia energética puede aplicarse a también en la industria del sector alimentos en sus distintos rubros, obteniéndose importantes ahorros y excelentes resultados. Tenemos como caso exitoso internacional a una empresa de Alimentos Balanceados, empresa mexicana comprometida con el cuidado ambiental y convencido que la eficiencia energética no solo le ha generado ahorros económicos sino también mejorar su competitividad empresarial.

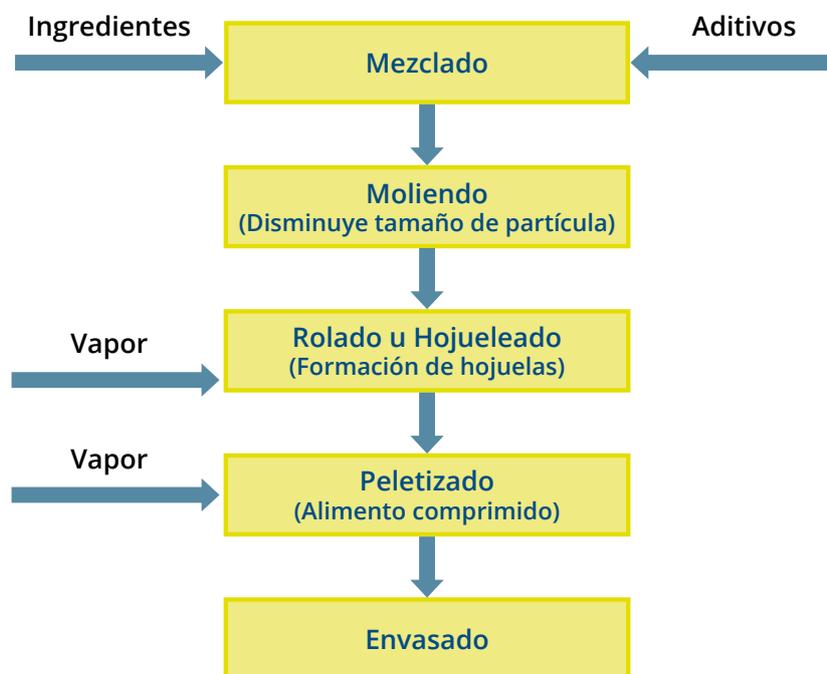
Figura N° 20.
Instalaciones de la empresa



Fuente: Revista del Fideicomiso (FIDE) para el Ahorro de Energía Eléctrica de Enero a Marzo 2015

De manera general, la línea de producción está compuesta por cuatro procesos:

Figura N° 21.
Etapas del proceso productivo



Elaboración FONAM, Fuente: Revista del Fideicomiso (FIDE) para el Ahorro de Energía Eléctrica de Enero a Marzo 2015



Actualmente, en su catálogo figuran más de 150 fórmulas de alimentos para ganado lechero, pollo, cabras, cerdos, caballos, borregos y venados, además de contar con la capacidad de preparar fórmulas especiales solicitadas bajo pedido.

La eficiencia del proceso de producción es tal, que una sola persona puede realizar el proceso de mezcla de ingredientes para la producción de las diversas fórmulas.

La eficiencia energética vista como una solución de competitividad

Desde el año 2012, la empresa se dio la tarea de buscar alternativas que aumentaran la eficiencia del proceso de producción, disminuyendo los costos y, por ende, incrementando su competitividad.

Uno de los escenarios más viables fue la integración de un sistema de cogeneración que ayudara a reducir la demanda de energía eléctrica de la red de la Comisión Federal de Electricidad (CFE) y aprovechar la energía térmica excedente, y emplearlas en dos procesos clave: el rolado y la peletización.

Lamentablemente en ese año no se llegó a concretar el proyecto debido a que la gerencia de operación de la planta no contaba con los suficientes argumentos como para declarar la viabilidad del proyecto. Es por ello, que la gerencia viajó al extranjero para corroborar de primera mano sus bondades.

Tras regresar del viaje de inspección, la empresa decidió contratar los servicios externos de una consultora para realizar mediciones energéticas, tanto de energía eléctrica como térmica, para evaluar la viabilidad del proyecto y justificar la compra de los equipos.

La gerencia investigó los tipos de crédito que podían ajustarse más a sus necesidades. Por año y medio evaluaron

diversas opciones de crédito privadas, hasta presentaron el proyecto para su evaluación ante FIDE (Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica). Finalmente FIDE apoyó con un crédito a Alimentos Balanceados Simón Bolívar para la compra de un sistema de cogeneración sobre el ahorro que se estimó.

La empresa pudo cubrir la mensualidad del crédito con los ahorros, conciliando la petición de la directiva de no comprometer la producción ni el flujo del negocio.

Mejora implementada

El sistema de cogeneración y sus grandes ahorros energéticos

Tras analizar los posibles escenarios, se decidieron por la adquisición de un sistema de cogeneración de 400 kW con base en un equipo CHP (Combined Heat and Power) totalmente integrado, compuesto por dos motogeneradores que operan a gas natural.

Este sistema es capaz de generar 400 kW eléctricos y con el aprovechamiento de la energía térmica por la generación se obtienen 567 kW térmicos, permitiendo abastecer alrededor del 80 % de sus necesidades de electricidad, con costos por kW/hora menores que el pagado a la CFE.



En cuanto a la energía térmica, el calor de los gases de escape y la energía del radiador son capturados en este sistema por intercambiadores de calor con la finalidad de precalentar el agua que alimenta la caldera que se encarga de inyectar el vapor a los procesos de rolado de grano y peletizado. Esto permite reducir el consumo de gas natural. Así la empresa logró satisfacer 100 % de las necesidades térmicas en sus procesos de producción.

Como beneficio adicional a la implementación de este sistema se encuentra la reducción de la demanda eléctrica facturable y por tanto ahorros considerables en el recibo de energía eléctrica.

Debido a las características del sistema elegido, no se debió parar la producción. Se instaló en dos días y se dedicó uno más

al acondicionamiento. Es decir, tomó sólo tres días instalarla y echarla a andar.

Beneficios

Como ya se mencionó antes, los principales beneficios fueron la optimización en el uso del gas y en el proceso de generación de energía eléctrica. Los ahorros empezaron a reflejarse al cabo de dos meses y, desde entonces, se han mantenido constantes. La variación en el índice del ahorro radica en el tamaño de la producción; si hay mayor demanda en los procesos de rolado y peletización, se genera más agua caliente y se incrementa el ahorro, creciendo el beneficio.

Tras la instalación del sistema de cogeneración, el ahorro asciende a 447,606.08 soles. De acuerdo con las estimaciones de FIDE, la inversión se recuperará en 3.8 años.



Tabla N° 10.
Ahorros logrados por la implementación de mejoras energéticas

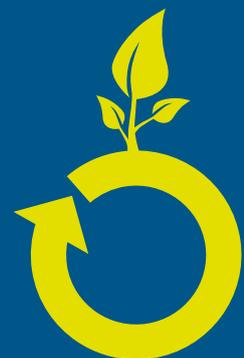
Mejora	Ahorro	Inversión	
	S/año	Concepto	S/
Instalación de un Sistema de Cogeneración	447,606.08	Adquisición de un sistema de cogeneración de 400 kW con base en un equipo CHP totalmente integrado, compuesto por dos motogeneradores que operan a gas natural	1,685,709.74

Elaboración FONAM, Fuente: Revista del Fideicomiso (FIDE) para el Ahorro de Energía Eléctrica de Enero a Marzo 2015





EL CONSUMO DE ENERGÍA Y EL IMPACTO AMBIENTAL PARA EL CAMBIO CLIMÁTICO



8

EL CONSUMO DE ENERGÍA Y EL IMPACTO AMBIENTAL PARA EL CAMBIO CLIMÁTICO

El desarrollo de la humanidad ha significado el incremento de las necesidades del ser humano y la atención de las mismas está representando el uso de diversos recursos del planeta y dentro de ello el uso de los combustibles fósiles para generar diversos tipos de energía y su aplicación en diversas actividades económicas como la industrial.



Este uso, cada vez mayor de los combustibles fósiles como energía, aunado a la generación de residuos sólidos y líquidos, han provocado el incremento de los gases de efecto invernadero de procedencia antropogénica, lo que a su vez generó el efecto de incremento de la temperatura media de la tierra denominado “Calentamiento Global” y lo que desencadena una serie de efectos como la intensificación de los desastres naturales que conlleva a grandes pérdidas materiales.

Es por todas estas evidencias que en 1988 se creó el Panel Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático – IPCC cuya misión es evaluar en términos exhaustivos, objetivos, abiertos y transparentes la mejor información científica, técnica y socioeconómica disponible sobre el cambio climático en todo el mundo.¹

El IPCC elaboró su Primer Informe de Evaluación² el cual se publicó en 1990 donde se confirmó mediante pruebas científicas que el Cambio Climático es un problema evidente y por lo cual la Asamblea General de las Naciones Unidas estableció el Comité Negociador Intergubernamental que redactó la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático – CMNUCC.

Finalmente, la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático, aprobada en 1992 y que entró en vigor en 1994 reconoce que el cambio climático requiere la unión de esfuerzos a nivel mundial de todos los países quienes, mediante compromisos comunes pero diferenciados, brinden apoyo de acuerdo a sus condiciones de desarrollo social y económico.

- En 1988 se creó el Panel Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático por iniciativa de la Organización Meteorológica Mundial (OMM) y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA).
- En 1992 se creó la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático – UNFCCC por la Asamblea General de las Naciones Unidas

¹ <http://ipcc.ch/pdf/ipcc-faq/ipcc-introduction-sp.pdf>

² https://www.ipcc.ch/ipccreports/1992%20IPCC%20Supplement/IPCC_1990_and_1992_Assessments/Spanish/ipcc_90_92_assessments_far_overview_sp.pdf

El objetivo de esta Convención (CMNUCC) es lograr la estabilización de las concentraciones de gases de efecto invernadero – GEI en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropógenas peligrosas en el sistema climático (CMNUCC, 1992).

Tabla N° 11.
Gases de Efecto Invernadero

Nombre	Fórmula
Dióxido de Carbono	CO ₂
Metano	CH ₄
Óxido Nitroso	N ₂ O
Hidrofluorocarbonos	HFC
Perfluorocarbonos	PFC
Hexafluoruro de azufre	SF ₆

Fuente: Elaboración FONAM

Dicha Convención (CMNUCC) contempla al Desarrollo Sostenible como el pilar de las acciones de mitigación y adaptación del Cambio Climático, para lo cual toma diversas medidas en cuanto al inventario de emisiones de GEI y en cuanto a las medidas de reducción de las mismas.

Mitigación Intervención humana destinada a reducir las fuentes o intensificar los sumideros de gases de efecto invernadero (GEI).

Adaptación Ajuste en sistemas humanos o naturales en respuesta a los estímulos climáticos actuales o esperados o sus efectos, que modera los daños o explota oportunidades beneficiosas. Hay dos tipos de adaptación: reactiva, es decir después de la manifestación de impactos iniciales, y la adaptación planificada la cual puede ser reactiva o anticipatoria (emprendida antes que los impactos sean aparentes). Además, la adaptación puede ser a corto o largo plazo, localizada o extendida, y pueden tener varias funciones y tomar varias formas.

Fuente: IPCC

Así mismo reconoce que los países en general y en especial los países en desarrollo como Perú requieren el acceso a diversos recursos para lograr el desarrollo económico y social sostenible y que para ello incrementan cada vez más su consumo de energía, sin embargo la Convención busca que este consumo de energía sea de forma eficiente y que

en su mayoría de apliquen medidas de producción de energía limpia con el fin de controlar las emisiones de GEI mediante la aplicación de nuevas tecnologías y mediante el acceso al financiamiento con el apoyo de los países desarrollados.

De esta manera la CMNUCC estable una serie de compromisos de los países

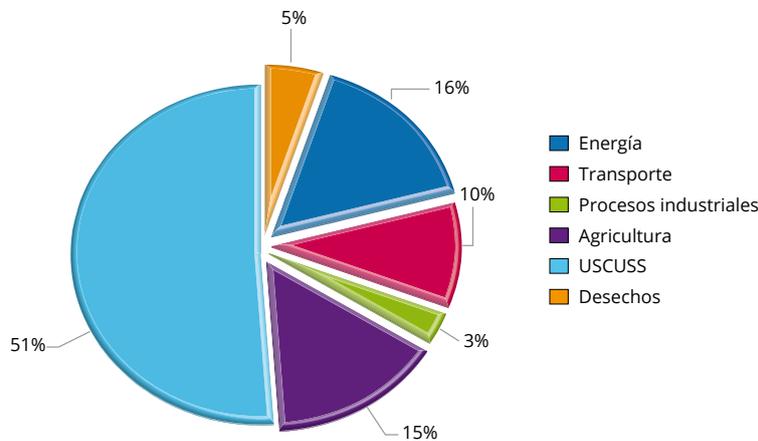


(Partes) que coadyuven a la mitigación y adaptación del Cambio Climático, protegiendo principalmente a las Partes más vulnerables a estos efectos, ya sea por su geografía, su ubicación, su condición social o económica para hacerle frente a estos efectos.

8.1 El impacto atmosférico del consumo de energía

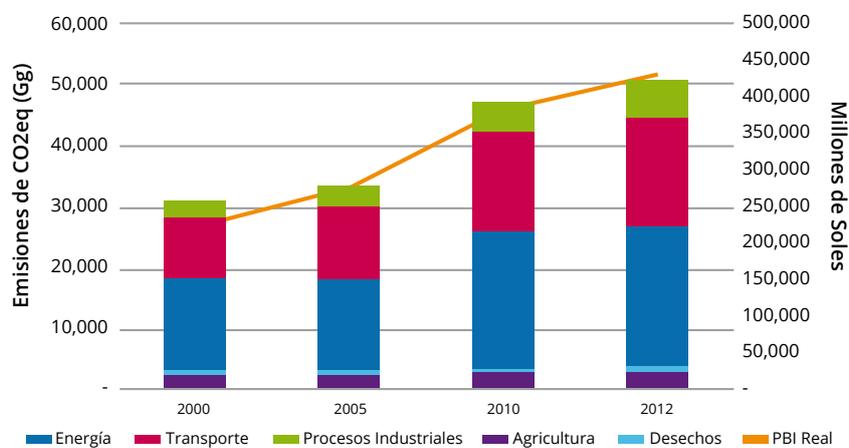
De acuerdo al Inventario nacional de emisiones la industria participa con un 3 % de las emisiones totales del país. Es por ello, la importancia de implementar acciones de eficiencia energética a fin de detener o reducir las emisiones de CO₂ generados por el sector industrial.

Figura N°22.
Participación de emisiones GEI a nivel nacional



Fuente: MINAM 2012, USCUSS: Uso, Cambio de Uso de Suelo y Silvicultura

Figura N°23.
Emisiones nacionales de GEI por sectores sin Uso, Cambio de Uso de Suelo y Silvicultura (USCCUSS)



Existe una correlación directa entre el crecimiento económico y las emisiones

Fuente: MINAM 2012



8.2 El uso eficiente de la energía como compromiso mundial para la lucha contra el cambio climático

La CMNUCC, el Protocolo de Kyoto y el reciente acuerdo de París de que la temperatura del planeta no se incremente a no más de 2°C y para ello promover el Desarrollo Bajo en emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) compromete a los países a considerar esta responsabilidad para los países y también para el Perú. Una forma de atender esta responsabilidad es promover la eficiencia energética que contribuye a la reducción del consumo de energía y por lo tanto a la reducción de GEI. Para ello los países con el apoyo de los países desarrollados trabajarán de la siguiente manera:

- Promover y apoyar con su cooperación el desarrollo, la aplicación y la difusión, incluida la transferencia, de tecnologías, prácticas y procesos que controlen, reduzcan o prevengan las emisiones antropógenas de gases de efecto invernadero no controlados por el Protocolo de Montreal en todos

los sectores pertinentes, entre ellos la **energía**, el transporte, la industria, la agricultura, la silvicultura y la gestión de desechos;

- Aquellos países desarrollados que conforman la Convención, deberán asumir medidas relacionadas con el financiamiento, los seguros y la transferencia de tecnología con el fin de brindar soporte para atender las necesidades y preocupaciones específicas relacionados a los efectos adversos del cambio climático de las Partes que son países en desarrollo incluyendo a los países cuyas economías dependen en gran medida de los ingresos generados por la producción, el procesamiento y la exportación de **combustibles fósiles y productos asociados de energía intensiva, o de su consumo**; cuya sustitución les ocasiona serias dificultades.



8.3 Oportunidades de los compromisos mundiales

Las oportunidades de los compromisos mundiales con la energía están asociadas principalmente a las acciones de mitigación para la reducción de emisiones de GEI. Estas acciones se han tratado en las diversas reuniones COPs de los países miembros de la CMNUCC y se tomaron acuerdos como el Protocolo de Kioto que promovió un mercado regulado para la venta de reducciones y adicionalmente se formó el mercado voluntario de carbono. Luego hubo

compromisos de Acciones Nacionales Apropriadas de Mitigación (NAMAs) y recientemente las Contribuciones Nacionalmente Determinadas (INDCs).

En todas estas acciones el sector energético se considera de significativa participación ya que medidas de eficiencia energética y de empleo de energías limpias son medidas de mitigación que contribuirán a la reducción de emisiones.

8.3.1 Mercado regulado - El Protocolo de Kioto

En 1998, se firma el Protocolo de Kioto, un acuerdo importante que establece compromisos y metas de reducción de emisiones de GEI de 37 países industrializados y la Unión Europea (denominados Países Anexo I dentro del Protocolo de Kioto), reconociendo que son los principales emisores de GEI y por lo tanto responsables del cambio climático³.

Este Protocolo de Kioto promueve la elaboración de políticas y medidas para cumplir con los objetivos, diferentes en cada país pero que contemple para el caso de energía lo siguiente⁴:

- ✓ Fomento de la eficiencia energética en los sectores pertinentes de la economía nacional.
- ✓ Investigación, promoción, desarrollo y aumento del uso de formas nuevas y renovables de energía, de tecnologías de secuestro de dióxido de carbono y

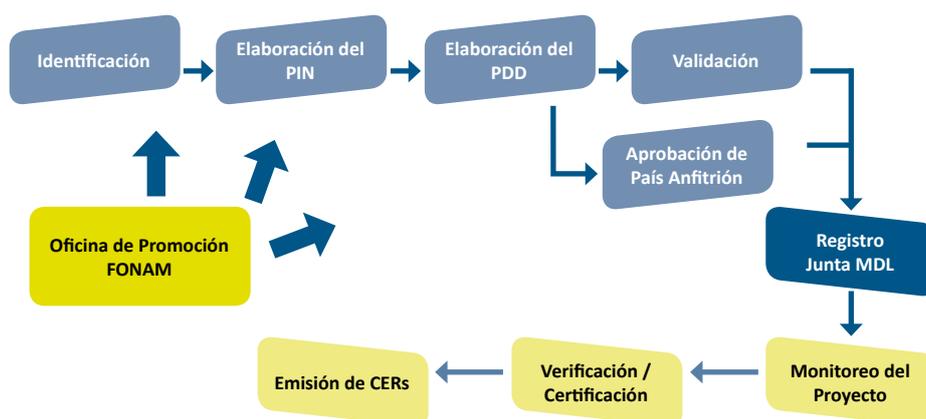


de tecnologías avanzadas y novedosas que sean ecológicamente racionales.

Para facilitar el cumplimiento de dichos compromisos, el Protocolo de Kioto establece tres mecanismos de flexibilidad: Mecanismo de Desarrollo Limpio, Implementación Conjunta y Comercio de Emisiones.

- ✓ **Mecanismo de Desarrollo Limpio:** Es el único mecanismo que incluye la participación de los países No Anexo I como el Perú. Los países Anexo I ponen en práctica proyectos de reducción de emisiones de GEI en territorio de países No Anexo I, a partir de lo cual se pueden conseguir los Certificados de Reducción de Emisiones – CERs. De esta manera el MDL fomenta el desarrollo de iniciativas sostenibles en países No Anexo I gracias al aporte de los países Anexo I, quienes por su compromiso de reducción de emisiones de GEI, apoyan estas iniciativas. Aplicar al MDL considera el siguiente proceso:

Figura N°24.
Proceso de aplicación al MDL



PIN: Nota Informativa del Proyecto, CER: Certificado de reducción de emisiones
 PDD: Proyecto de Diseño de Documento/Estudio de factibilidad de carbono
 Fuente: Elaboración FONAM

3 Estos compromisos aplican al principio de la CMNUCC de ser “responsabilidades comunes pero diferenciadas”
 4 Protocolo de Kioto - CMNUCC

8.3.2 Mercado Voluntario de Carbono

En paralelo al desarrollo del Mercado de Carbono regulado por el Protocolo de Kioto, se desarrolló el Mercado Voluntario de Carbono, que como su nombre lo indica, no se encuentra vinculado a ninguna norma de compromisos de reducción de emisiones sino que al contrario se desarrolla de manera voluntaria entre entidades que voluntariamente desean desarrollar iniciativas de lucha contra el cambio climático y lo registran en Estándares Internacionales que se

han ganado credibilidad por el tipo de proyectos que registran. Estas iniciativas también reciben créditos de carbono por las reducciones o secuestro de carbono que resulta de su implementación, a estos créditos se les denomina VERs por sus siglas en inglés o Reducción de Emisiones Voluntarias. El proceso de aplicación es similar al MDL, sin la carta del país anfitrión que en el caso de Perú es el MINAM (Ver Figura 24).

Los Estándares asociados a energía, dentro de este mercado voluntario son los siguientes:

Tabla N° 13.
Estándares del Mercado Voluntario

Estándares a Nivel Mundial	Alcance
VCS (Verified Carbon Standard)	Energía (renovable / no renovable), distribución de energía, demanda de energía, industrias manufactureras, industria química, entre otros.
GS (Gold Standard)	Energía Renovable, Eficiencia Energética
American Carbon Registry Standard (ACRS)	Eficiencia Energética y Energía Renovable

Fuente: Elaboración FONAM



8.3.3 Caso del Perú

El Perú es un país líder en el mercado mundial del carbono y ha mostrado mucha competitividad teniendo a diciembre del 2015 un potencial de inversiones de proyectos de reducción de emisiones de GEI que representan más de US\$ 13 mil millones con alta participación de proyectos de energía como se puede observar en la siguiente Tabla:

Tabla N°14.
Potencial de Proyectos de Reducción de Emisiones de GEI de Perú Kyoto y Voluntario

Sector	Reducción de Emisiones (tCO ₂ e/año)	Inversión (Millones US\$)	Nº Proyectos
Hidroeléctricas	18,070,249.69	7,972.36	88
Líneas de transmisión	30,327.00	130.41	5
Solar	1,028,998.00	385.30	6
Eólicos	2,874,654.60	1,175.90	9
Residuos Sólidos	6,154,218.00	645.33	22
Transporte	649,146.00	742.50	4
Biomasa	1,618,906.00	243.41	22
Cambio de Combusti-ble	600,313.00	150.54	9
Cogeneración	36,359.00	15.92	7
Eficiencia Energética	3,621,513.00	1,725.53	19
Petroquímico	160,000.00	8.00	1
Geotérmico	224,406.00	140.00	1
TOTAL	35,069,090.29	13,335.20	193

Fuente: Elaboración FONAM



Los proyectos de eficiencia energética de la industria alimentaria pueden aplicar al mercado de carbono ya que al reducir el consumo de energía generan menos emisiones de CO₂, los pasos a seguir para el MDL son los indicados en la figura 24 y para el mercado voluntario es casi igual, sin la carta de aprobación del MINAM. De todo el proceso la elaboración del PDD/Estudio de carbono es la fase principal ya que ahí se indica la calificación como proyecto de carbono y la cantidad de CERs del proyecto de eficiencia energética.

Los proyectos de carbono MDL y del mercado voluntario pueden ser

canalizados en Perú a través del FONAM y otras entidades promotoras.

El Fondo Nacional del Ambiente (FONAM) es una institución de derecho privado, sin fines de lucro encargada de promover la inversión pública y privada en el desarrollo de proyectos prioritarios ambientales en el Perú. Sus actividades se dirigen a promover la inversión en planes, programas y proyectos orientados al mejoramiento de la calidad ambiental, el uso sostenible de los recursos naturales, y el fortalecimiento de las capacidades para una adecuada gestión ambiental. Más información en www.fonamperu.org

8.4 Financiamiento climático

La preocupación a nivel mundial sobre los efectos del cambio climático y la creciente lucha contra el mismo, ha generado compromisos climáticos principalmente de países desarrollados. Uno de estos compromisos es la reducción de sus emisiones de GEI mediante diversos mecanismos y políticas internas y además el compromiso de los países desarrollados, principales responsables del Cambio Climático de apoyar el financiamiento para las diversas medidas de lucha contra el cambio climático a nivel mundial principalmente para ser implementados en países en desarrollo y países vulnerables a los efectos del cambio climático. Estos compromisos se efectuaron en el Marco de las reuniones anuales de la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático.

Es importante indicar que por los compromisos contraídos los países desarrollados han estado financiando directamente proyectos energéticos y programas de eficiencia energética a través de los bancos de sus países.

Uno de estos mecanismos financieros recientes que se suman a los indicados líneas arriba es el Fondo Verde del Clima el cual fue adoptado el 2011 por la CMNUCC y el cual tiene como objetivo financiar actividades de mitigación y adaptación al cambio climático mediante el aporte de los países desarrollados por US\$ 100,000 millones anuales para el año 2020 y recientemente en París hay un nuevo objetivo colectivo cuantificado al 2025 (sobre la base de \$100 mil millones

anuales al 2020). Actualmente, el Fondo Verde del Clima ha recibido aportes por más de US\$ 10,200 millones.

Una proporción importante del financiamiento para el clima va dirigido a mitigación y dentro de ello para proyectos/ programas de eficiencia energética y de energías renovables

Adicionalmente, a los recursos financieros del Fondo Verde del Clima hay otras fuentes financieras como el Fondo Fiduciario, GEF (Fondo Mundial para el Medio Ambiente). Casi la totalidad de los recursos se han destinado a proyectos de mitigación, incluida la energía renovable (36 %), la eficiencia energética (30 %), y las tecnologías de baja emisión de gases de efecto invernadero (13 %).

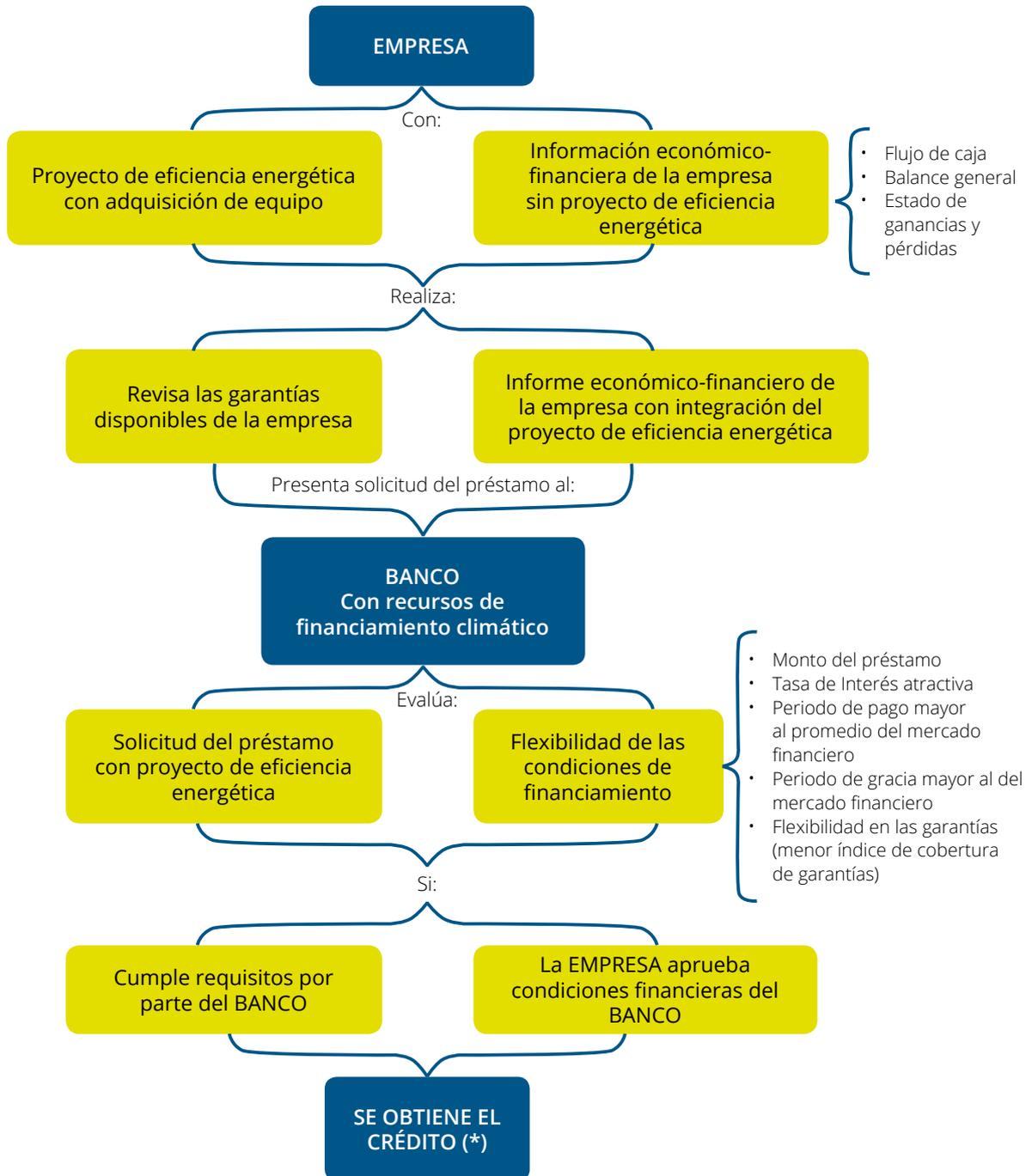
En conclusión, existen diversos compromisos financieros globales que realizan los Países Desarrollados, Bancos de Desarrollo Multilaterales y otras instituciones hacia los países en desarrollo con el fin de financiar proyectos de mitigación y adaptación para la lucha contra el Cambio Climático. Esto es una oportunidad de financiamiento para los proyectos de eficiencia energética.

En el Perú hay recursos de estos fondos aportados de KfW por 120 MM de € y de JICA por US\$ 80MM para ser aplicados entre otros sectores también a los proyectos de eficiencia energética, esto es una oportunidad financiera para las empresas industriales. Estos recursos se encuentran administrados por COFIDE.



Estos recursos del financiamiento climático y de fondos de inversión con responsabilidad ambiental se pueden acceder en los bancos y el proceso a seguir para acceder a dichos fondos es el siguiente:

Figura N° 25.
Ciclo de un préstamo con recursos de financiamiento climático



(*) Con posibilidad de obtener asistencia técnica no reembolsable.

Fuente: Elaboración FONAM



BIBLIOGRAFÍA



9

BIBLIOGRAFÍA

- ✓ Manual de ahorro y eficiencia energética del sector Centrales Hortofrutícolas Cooperativas agroalimentarias, Fundación Biodiversidad, Ministerio del Medio Ambiente y Medio Rural y Marino – España
- ✓ Guía de Buenas Prácticas de Ahorro y Eficiencia Energética en Regiones, en el Sector Alimentos, FONAM-IICA/AEA.
- ✓ Guía Metodológica de Diagnóstico Energético, FONAM-BID/FOMIN
- ✓ Guía Modelo N° 11 Elaboración de Proyectos de Guías de Orientación del Uso Eficiente de la Energía y de Diagnóstico Energético – Industria de Alimentos de la Dirección General de Electricidad – Ministerio de Energía y Minas – Perú
- ✓ Manual de Eficiencia Energética para PYMES, Fabricación y envasado de productos alimenticios de la Escuela de Negocios – Centro de Eficiencia de Gas Natural FENOSA – España
- ✓ Lineamientos de Política de cambio climático para el sector energético, Julia Justo – OLADE 2015
- ✓ Guía de implementación de la ISO 50001, Agencia Chilena de Eficiencia Energética
- ✓ <http://www.smarkia.com/es/blog/como-aplicar-el-protocolo-internacional-de-medida-y-verificacion-ipmvp>
- ✓ http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/199/1/quispe_rs.pdf



Referencias de material audiovisual sobre eficiencia energética:

- ✓ Agencia AChEE - Eficiencia Energética: El desafío de la Industria y Minería
<https://www.youtube.com/watch?v=u518bR-ITMU>
- ✓ Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica – Industrias
<https://www.youtube.com/watch?v=ITdRnb5yo80>
- ✓ Agencia AChEE - Caso de Exito "Acción Eficiente" empresa: DOSAL
<https://www.youtube.com/watch?v=rkucBz3BuT8>
- ✓ Agencia AChEE - Caso de Exito "Acción Eficiente" empresa: Miguel Torres
<https://www.youtube.com/watch?v=2IV8gJOHSOI>
- ✓ Solución de gestión energética para la industria
<https://www.youtube.com/watch?v=gi9QNlmyhYw>
- ✓ Eficiencia energética en iluminación en la industria (planta y almacenes) con tecnología LED
<https://www.youtube.com/watch?v=1iRLAi4f6f8>

Referencias de Softwares gratuitos disponibles para aplicaciones de eficiencia energética en planta:

- ✓ Calculadora para ahorro en iluminación, climatización y agua caliente
<http://ovacen.com/herramienta-eficiencia-energetica/>
- ✓ Ahorro de Energía en Motores, Bombas y Ventiladores:
<http://www.automation.siemens.com/sinasave#/en/home>
- ✓ Herramientas de Software: Gestionar el consumo energético de su planta:
<http://www.energy.gov/eere/amo/software-tools>
- ✓ Estimating appliance and home electronic energy use:
<http://energy.gov/energysaver/estimating-appliance-and-home-electronic-energy-use>
- ✓ RETScreen es un sistema de software de gestión de la energía limpia para la eficiencia energética:
<http://www.nrcan.gc.ca/energy/software-tools/7465>







GLOSARIO



10 GLOSARIO

Acrónimos

PUEE	Programa de uso eficiente de la energía.
COFIDE	Corporación financiera de desarrollo S.A.
CONAM	Consejo Nacional del Ambiente.
SNI	Sociedad Nacional de Industrias.
PRODUCE	Ministerio de la Producción.
MTC	Ministerio de Transportes y Comunicaciones.
LCE	Ley de Concesiones Eléctricas.
COES	Comité de Operación Económica del Sistema.
DEP	Dirección Ejecutiva de Proyectos del MEM.
DGE	Dirección General de Electricidad del MEM.
INEI	Instituto Nacional de Estadística e Informática.
MEM	Ministerio de Energía y Minas.
OLADE	Organización Latinoamericana de Energía.
OSINERGMIN	Organismo Supervisor de Inversión en Energía y Minería.
SEIN	Sistema Eléctrico Interconectado Nacional.
SENAMHI	Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología.
CENERGIA	Centro de Conservación de la Energía y el Ambiente.
BRG	Barra de referencial de generación.



Términos

- **MECANISMO DE DESARROLLO LIMPIO (MDL):** Mecanismo flexible del Protocolo de Kyoto que permite comercializar las reducciones de emisiones certificadas de gases de efecto invernadero, de un país en vías de desarrollo como el Perú a otro desarrollado, en Perú el CONAM es la autoridad nacional designada para el MDL y otorga la carta de aprobación nacional, en el ciclo internacional de este tipo de proyectos.
- **USO EFICIENTE DE LA ENERGÍA (UEE):** Es la utilización de los energéticos en las diferentes actividades económicas y de servicios, mediante el empleo de equipos y tecnologías con mayores rendimientos energéticos y buenas prácticas y hábitos de consumo.
- **COGENERACIÓN:** Es el proceso de producción combinada de energía eléctrica y energía térmica, que hace parte integrante de una actividad productiva, mediante el cual la energía

eléctrica es destinada al consumo propio o de terceros.

- **USUARIOS EN MEDIA TENSIÓN (MT) Y BAJA TENSIÓN (BT):**

Son usuarios en media tensión (MT) aquellos que están conectados con su empalme a redes cuya tensión de suministro es superior a 1 kV (kV = kilovolt) y menor a 30 kV. Son usuarios en baja tensión (BT) aquellos que están conectados a redes cuya tensión de suministro es igual o inferior a 1 kV.

- **HORAS DE PUNTA (HP) Y HORAS FUERA DE PUNTA (HFP):**

a) Se entenderá por horas de punta (HP), el período comprendido entre las 18:00 y las 23:00 horas de cada día de todos los meses del año.

b) Se entenderá por horas fuera de punta (HFP), al resto de horas del mes no comprendidas en las horas de punta (HP).

- **POTENCIA CONTRATADA:** Es la potencia máxima acordada entre el suministrador y el cliente en el punto de entrega del sistema eléctrico.

- **DEMANDA MÁXIMA MENSUAL Y DEMANDA MÁXIMA MENSUAL EN HORAS DE PUNTA:**

a) Se entenderá por demanda máxima mensual, al más alto valor de las demandas integradas en períodos sucesivos de 15 minutos, en el periodo de un mes.

b) Se entenderá por demanda máxima mensual en horas de punta, al más alto valor de las demandas integradas en períodos sucesivos

de 15 minutos, en el periodo de punta a lo largo del mes.

c) Se entenderá por demanda máxima mensual fuera de punta, al más alto valor de las demandas integradas en períodos sucesivos de 15 minutos, en el periodo fuera de punta a lo largo del mes.

- **POTENCIA ACTIVA (kW):** Significa la potencia requerida para efectuar trabajo a la velocidad de un kilojoule por segundo. Es la unidad de medida de la potencia eléctrica activa.

- **ENERGÍA ACTIVA (kW.h):** Significa kilowatt hora. Es una unidad de medida de la energía eléctrica activa.

- **POTENCIA REACTIVA (kVAR):** Los componentes inductivos usan la energía que reciben en crear campos magnéticos que reciben y la devuelven al circuito, de manera que no se toma energía efectiva de la fuente. Unidades: Sistema Internacional: Volt- Ampere Reactivo (VAR).

- **ENERGÍA REACTIVA (kVAR.h):** Significa kilovar hora. Es una unidad de medida de la energía eléctrica reactiva.

- **FACTOR DE POTENCIA:** El factor de potencia (FP) o $\cos \varphi$ se define como la razón de la potencia activa a la potencia aparente. Es decir:

$$FP = \text{Potencia Activa} / \text{Potencia Aparente}$$

- **FACTURACIÓN DE ENERGÍA ACTIVA:** La facturación por energía activa se obtendrá multiplicando el o los consumos de energía activa, expresado en kW.h, por el respectivo cargo unitario.



- **FACTURACIÓN DE LA POTENCIA ACTIVA DE GENERACIÓN:** La facturación de Potencia Activa se obtendrá multiplicando los respectivos kilowatts (kW) de Potencia Activa registrada mensualmente, por el precio unitario correspondiente al cargo por potencia de generación, según se señala en las condiciones específicas para cada opción tarifaria.
- **FACTURACIÓN DE LA POTENCIA ACTIVA POR USO DE LAS REDES DE DISTRIBUCIÓN:** La facturación de Potencia Activa se obtendrá multiplicando los respectivos kilowatts (kW) de Potencia Activa por el precio unitario correspondiente, según se señala en las condiciones específicas para cada opción tarifaria.

La potencia variable será determinada como el promedio de las dos mayores demandas máximas del usuario, en los últimos seis meses, incluido el mes que se factura.

- **FACTOR DE CARGA:** El factor de carga es la relación entre la demanda media y la máxima demanda:

Factor de carga = (Demanda media / Máxima demanda)

La demanda media es la relación entre el consumo de energía y el total de horas del periodo de facturación. Cabe mencionar cada día representa 24 horas, independientemente de que algunas instalaciones no trabajan 24 horas.

Tabla N°15.
Niveles de Tensión



Abreviatura	Significado
MAT	Muy Alta Tensión : mayor a 100 kV
AT	Alta Tensión : mayor a igual 30 kV y menor o igual 100 kV
MT	Media Tensión : mayor a 1 kV y menor a 30 kV
BT	Baja Tensión : menor o igual a 1 kV

- **COSTO MARGINAL O CMG:** Definido por el COES cada 15 minutos y utilizado en las valorizaciones mensuales de las transferencias de energía activa.



ANEXOS



11

ANEXOS

11.1 Facturación de energía eléctrica

Una forma de lograr ahorro económico en la fábrica es administrando bien la energía, en este caso la electricidad, cuyo sistema tarifario permite elegir al empresario el sistema que más conviene al empresario desde el punto de vista económico.

Para interpretar correctamente una factura, es importante conocer la terminología tarifaria y algunos conceptos básicos, los cuales normalmente lo define el OSINERGMIN en su página Web (<http://www2.osinerg.gob.pe/gart.htm>). El sistema de tarifas en el Perú, se basa en el libre mercado y en la libre competencia entre suministradores de energía, distinguiendo a dos tipos de clientes: Libres y Regulados.



a. Clientes Libres

Los clientes o empresas con consumos eléctricos en potencia superiores a 1 MW son considerados clientes libres. Los precios de la electricidad para un cliente libre se fijan en una libre negociación de precios y modalidades entre las empresas generadoras ó distribuidoras y el cliente libre, dentro del marco de la Ley de Concesiones Eléctricas (D.L. 25844).

En condiciones de competencia se ha previsto que los clientes libres sean atendidos ya sea por las generadoras o por las distribuidoras en competencia por el servicio a brindar, a diciembre de 2007

el 61 % de clientes libres eran atendidos por empresas distribuidoras y el resto (39 %) por generadoras. Los cargos en común acuerdo pueden ser diversos desde los más sofisticados como los de diferenciación de horario estacional hasta los más simples como un solo cargo por energía.

- **Recomendaciones para Clientes Libres**

En muchas empresas es factible optimizar el Contrato de Suministro Eléctrico de un cliente libre, para lo cual se debe identificar los aspectos relevantes que lleven a la formulación de una Estrategia de Negociación con las empresas suministradoras, a efectos de identificar alternativas disponibles para la modificación del Contrato de Suministro y mejorar las condiciones contractuales de acuerdo a las expectativas de precios de mercado en su coyuntura actual, asimismo, se debe evaluar la factibilidad de migrar de Cliente Libre a Cliente Regulado. En la evaluación de los contratos tarifarios se debe considerar los diversos precios medios de electricidad para clientes libres por nivel de tensión y por empresas suministradoras. Para mayor detalle vea <http://www2.osinerg.gob.pe/gart.htm>.

A continuación se presenta algunas consideraciones a ser tomadas por la gerencia para la reducción de la factura de energía eléctrica:

- Renegociación del Contrato, mediante una estrategia adecuada técnico-legal.
- Compensación Reactiva, para eliminar el pago por energía reactiva mediante la instalación de bancos de condensadores.
- Reducción de las horas punta de potencia de 5 a 2 horas, existen varios contratos de clientes libres que se benefician con esta cláusula en sus contratos, lo que permite administrar mejor la máxima demanda.
- Facturación de potencia coincidente con la máxima demanda del SEIN; es una opción viable que permite reducir los costos de facturación por máxima demanda.
- Contrato mediante compra al mercado Spot, nueva posibilidad de obtener mejores precios de energía y potencia que puede incorporarse en los contratos tarifarios.
- Control de la máxima demanda mediante: desplazamiento de cargas de algunos procesos de operación no continuos, reducción de picos de demanda y autogeneración en Horas Punta.
- Regulación óptima de la tensión y calidad de energía; para evitar el deterioro prematuro de los equipos eléctricos y reducir el consumo de energía.
- Mediante el traslado de cliente libre hacia regulado, se puede obtener beneficios económicos previa evaluación y se aplica en caso de que la máxima demanda de un cliente libre sea menor a 1 MW.

• Conociendo su factura eléctrica:

A continuación se hace una descripción de las características de la factura de energía eléctrica de clientes libres.

La facturación mensual por potencia incluirá los siguientes cobros:

- Cobro por potencia en Horas de Punta.
- Cobro por exceso de la Máxima Demanda Comprometida (MDC) coincidente con la máxima demanda del SEIN serán facturados aplicando como precio el 25 % del precio de la Potencia en Horas de Punta.
- Cobro por Peaje de Conexión al Sistema Principal de Transmisión considerando el total de la potencia facturada.
- Cobro por las compensaciones por uso del Sistema Secundario de Transmisión de acuerdo a los peajes establecidos por el OSINERGMIN.



La facturación de energía se hará sobre la energía activa consumida por el cliente de acuerdo a los registros de la medición.

La facturación de excesos sobre la energía asociada se efectuará sólo si la demanda máxima registrada por el cliente excediera la potencia contratada.

La energía a facturarse en cada punto de suministro y medición en Horas Punta y Fuera de Punta, será igual al producto de la energía registrada durante el respectivo

periodo de facturación por el factor de pérdidas de energía (fpe) entre la Barra de Referencia de Generación (BRG) y el punto de suministro y medición asociado por el precio de energía activa asociada.

La facturación mensual por energía activa incluirá los siguientes cobros:

- Cobro por Energía Activa en Horas de Punta.
- Cobro por Energía Activa en Horas Fuera de Punta.

- Cobro por exceso de consumo de energía activa sobre la energía asociada a los periodos de 15 minutos donde se excede la MDC.
- Cobro por las compensaciones por uso del Sistema Secundario de Transmisión y Sistema de Distribución.
- Cargo por electrificación rural (Ley N° 28749).

A modo de ejemplo, se presenta el detalle de los cargos de una factura de un cliente libre.

Tabla N° 14.

DESCRIPCIÓN		CONSUMOS	PRECIO UNITARIO	VALOR VENTA (soles)
1.	Potencia contratada de h.p. (coincidente con el día y hora MD SEIN)	15 240 kW	17,11 S/. /kW- mes	260 756
2.	Exceso de potencia en h.p.	740 kW	34, 22 S/. /kW-mes	2235 3
3.	Potencia adicional contratada en h.f.p.	7 440 kW	3, 09 S/. /kW-mes	22 990
4.	Energía activa en horas punta	12 859 000 kW.h	0,0938 S/. /kW.h	12 062
5.	Energía activa en h.f.p.	76 019 000 kW.h	0,0899 S/. /kW.h	68 341
6.	Peaje de conexión	15 240 kW	8,79 S/. /kW-mes	133 960
7.	Peaje Potencia Hora Punta por uso de SST	14 500 kW	0, 3117 S/. /kW-mes	4 520
8.	Cargo Base Peaje Secundario Equivalente en energía HP SST	12 859 000 kW.h	0,0768 cent S/. /kW.h	9 876
9.	Cargo Base Peaje Secundario Equivalente en energía HFP SST	76 019 000 kW.h	0,0768 cent S/. /kW.h	58 383
10.	Peaje energía Activa Hora Punta por uso SST	12 601 820 kW.h	0,6141cent S/. /kW.h	77 388
11.	Peaje energía Activa Hora Fuera Punta por uso SST	74 498 620 kW.h	0,5952 cent S/. /KW.h	443 416
12.	Exceso de energía reactiva inductiva	134 430 kVAR.	3,72 cent S/. /kVAR.h.	5 001
Sub Total				1 122 014



b. Clientes Regulados

Los clientes o usuarios de electricidad cuyas demandas sean inferiores a 1 MW pertenecen al mercado regulado (cliente regulado), para los cuales las tarifas la regulan la Gerencia Adjunta de Regulación Tarifaria (GART) del OSINERGMIN, mediante resoluciones que emiten en forma periódica. Por los niveles de consumo las plantas de alimentos de tamaño mediano son clientes regulados en media tensión.

Para estos clientes el OSINERGMIN ha establecido una serie de opciones tarifarias a libre elección de acuerdo a sus tipos de consumos. Los clientes regulados sólo pueden ser atendidos, a precios regulados, por una Empresa Distribuidora dada la existencia de un monopolio natural.

Las opciones tarifarias del mercado regulado se encuentran normadas por la GART del OSINERGMIN mediante sus Resoluciones semestrales de precios en barra y de períodos de cuatro (04) años para los costos de distribución, para mayor detalle vea el siguiente enlace:

<http://www2.osinerg.gob.pe/Tarifas/Electricidad/PliegosTarifariosUsuarioFinal.aspx?>

Los usuarios podrán elegir libremente cualquiera de las opciones tarifarias vigentes publicadas por el OSINERGMIN, cumpliendo previamente con ciertos requisitos técnicos que exige la respectiva opción tarifaria. La opción tarifaria elegida por el usuario que se supone la más económica, tiene vigencia un año.

Para mayor detalle de los pliegos tarifarios, se puede recurrir al siguiente enlace: <http://www2.osinerg.gob.pe/gart.htm>

Por lo común hay tres conceptos de cargo para formular las facturas eléctricas: demanda máxima, energía consumida y factor de potencia, adicionalmente se aplican diversos complementos, según especifica la legislación vigente (la definición de estos conceptos se presenta en el Glosario de Términos).

• Conociendo su factura eléctrica:

A continuación se hace una descripción detallada de la característica de la facturación o recibo de energía eléctrica de clientes regulados, con la finalidad de que el usuario interprete adecuadamente la información que se consigna en ella.

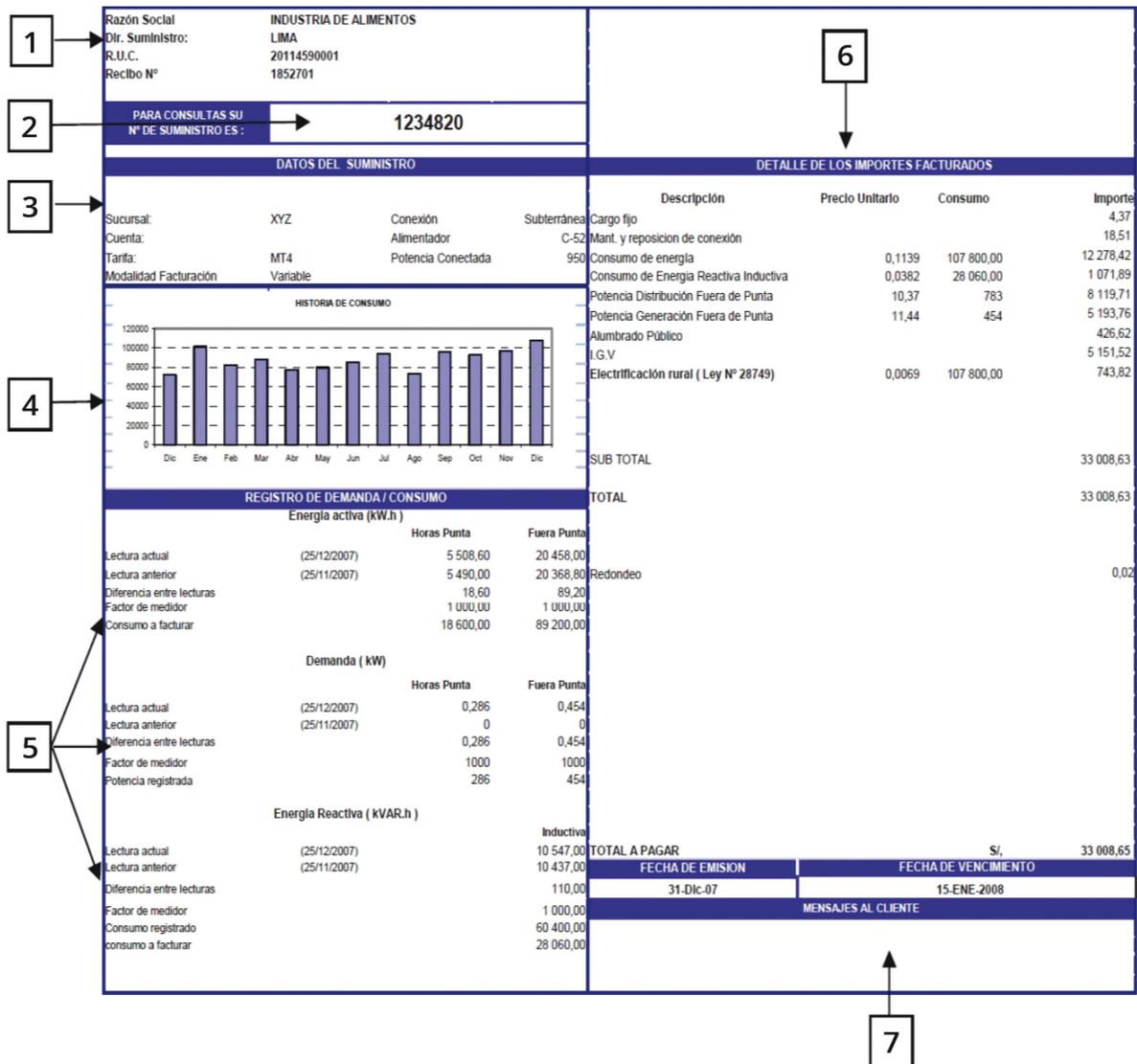
Donde:

1. Nombre del titular del suministro de energía.
2. Número de cliente o número de suministro eléctrico, este número identifica al cliente de la empresa eléctrica y podrá realizar las consultas o reclamo ante la empresa eléctrica.
3. Son datos técnicos del suministro y son de información para el cliente.
4. El gráfico muestra la evolución de su consumo eléctrico durante un año atrás.
5. Es la información correspondiente al periodo de lectura, al consumo de energía y potencia mensual registrados por el medidor, la cual se obtiene de la diferencia de la lectura anterior con la lectura actual, multiplicada por el factor de medición.
6. Detalle de los consumos eléctricos y sus respectivos costos a facturarse.



- Mensajes al cliente, recordatorio sobre su fecha de vencimiento y corte, en caso de atraso en sus pagos, nuevos servicios, saludos en fechas especiales, etc.

Figura N° 26.
Modelo de factura cliente regulado – Industria de Alimentos



Consideraciones a ser tomadas por la gerencia y el comité de energía para la reducción de la factura de energía eléctrica de un cliente regulado.

- Conocimiento de los tipos de tarifas eléctricas existentes y la posibilidad de elegir el más conveniente para la empresa.
- Conocimiento del perfil de carga

actual e histórica, sobre la base del consumo de energía (kWh) y demanda (kW), para determinar el posible cambio de tarifa.

- Compensación Reactiva, para eliminar el pago por energía reactiva.
- Control de la máxima demanda: desplazamiento de cargas y reducción de picos de demanda.

- Autogeneración en Horas Punta, para reducir la máxima demanda en horas punta y obtener la calificación del usuario como presente en fuera de punta.

Un programa de control de la demanda eléctrica es factible en aquellos procesos cuya operación tiene fuertes variaciones en la demanda máxima y bajo factor de carga, como son empresas relacionadas con alimentos, fundición, papeleras, minería, textil, etc.

11.2 Facturación de Gas Natural

Las tarifas del servicio de distribución de Gas Natural se encuentran reguladas por el Estado Peruano a través de OSINERGMIN.

Los cargos a facturar al consumidor según D.S. 042-99-EM son:

- El precio del Gas Natural (Boca de Pozo).
- La Tarifa por Transporte (Red Principal).
- La Tarifa de Distribución (Otras Redes).
- El Costo de la Acometida, cuando sea financiada.
- Los Tributos que no se encuentren incorporados en la tarifa de Distribución. (IGV, CED).

El uso de Gas Natural en el sector industrial permite obtener ahorros significativos con respecto al uso de otros combustibles, para lo cual se deberán hacer inversiones en la adecuación de las instalaciones industriales para utilizar gas natural.

Si se desea hacer una nueva instalación para usar gas natural, se puede consultar al distribuidor de gas, vía correo electrónico servicioalcliente@calidda.com.pe. cuáles son los procedimientos para el diseño, construcción e instalación de una nueva acometida.

Categorías de Consumidores

Existen categorías de Consumidores para la Concesión de Distribución de Gas Natural por Red de Ductos de Lima y Callao, de acuerdo al Tabla siguiente:

Tabla N° 15.

Categoría	Rango de Consumo (sm ³ /mes) *
A	Hasta 300
B	301 - 17 500
C	17 501 - 300 000
D	Más de 300 000

(*) sm³: metro cúbico estándar según el numeral 2.19 del Artículo 2° y Artículo 43° del Reglamento de Distribución de Gas Natural por Red de Ductos, aprobado por DS 042-99-EM.



Facturación del Gas Natural (FG)

El procedimiento de Facturación aplicable a los Consumidores de la Concesión de Distribución de Gas Natural por Red de Ductos (otras redes) de Lima y Callao, es como sigue:

$$FG = PG \times EF \dots\dots\dots (1)$$

$$EF = Vf \times PCSGN \dots\dots\dots (2)$$

$$EC = Vs \times PCSGN \dots\dots\dots (3)$$

Donde:

- FG : Facturación por el Gas Consumido expresado en Soles.
- PG : Precio del Gas Natural, expresado en S/./GJ (Soles por Giga Joule), aplicado a los clientes y fijado en función al precio libremente pactado entre el Productor y el Distribuidor.
- EF : Energía Facturada, expresada en GJ/mes.
- EC : Energía Consumida en un mes, expresado en GJ/mes.
- Vf : Volumen del Gas Natural Facturado en el periodo, en metros cúbicos (sm³), corregido a condiciones estándar de presión y temperatura (15°C y 101,325 kPa). Calculado según el procedimiento definido en el contrato respectivo.
- Vs : Volumen del Gas Natural consumido en el periodo facturado, en metros cúbicos (m³), corregido a condiciones estándar de presión y temperatura (15°C y 101,325 kPa).
- PCSGN : Poder Calorífico Superior promedio del Gas Natural correspondiente al periodo facturado, expresado en Giga Joule (GJ) por metro cúbico (sm³). Está referido a condiciones estándar de presión y temperatura (15°C y 101,325 kPa).

Las facturas de gas natural, deberán incluir la siguiente información: lectura inicial y final del medidor, el volumen consumido a condiciones de la lectura (Vr), el factor de corrección del volumen (Ks), el volumen a condiciones estándar (Vs), el

volumen facturado (Vf), el precio del gas natural (PG), el poder calorífico superior promedio del gas natural (PCSGN), la tarifa de distribución por Otras Redes (MD, MC, CED), las tarifas de la Red Principal y los montos facturados por FG, FRP y FDOR.



11.3 Factores de Conversión – Energía

Tabla N° 17.

		kWh	kcal
Wh	wat hora	10 ⁻³	0,86
kWh	kilo wat hora	1	860
MWh	Mega wat hora	10 ³	0,86 x 10 ³
GWh	Giga wat hora	10 ⁶	0,86 x 10 ⁶
TWh	Tera wat hora	10 ⁹	0,86 x 10 ⁹
Kcal	kilocaloría	1,16 x 10 ⁻³	1
Te	termia	1,163	1,000
J	julio	2,778 x 10 ⁻⁷	2,389 x 10 ⁻⁴
TJ	Tera julio	2,778 x 10 ²	2,389 x 10 ⁵

Tabla N° 19.

		kcal	Tep
tep	tonelada equivalente de petróleo	10^7	1
ktep	miles de tep	10^{10}	10^3
Mtep	millones de tep	10^{13}	10^6
tec	tonelada equivalente de carbón	7×10^6	0,7

11.4 Formatos para el diagnóstico energético

Figura N° 17.

FORMATO DE MEDICIÓN PARA MOTORES			
Compañía _____		_____	
Fecha _____		Ubicación _____	
		Proceso _____	
		Departamento _____	
Datos Generales		Perfil de operación	
Equipo que acciona _____		Tiempo de operación anual _____ hrs/año	
Datos de Placa del Motor		Tipo de carga	
Fabricante _____		1. Carga constante, durante la operación <input type="checkbox"/>	
Modelo _____		2. Carga arranca y para, cte cuando opera <input type="checkbox"/>	
Numero de serie _____		3. Carga arranca y para, fluctuante cuando opera <input type="checkbox"/>	
Tipo de motor _____		Datos de Medición	
Potencia: HP,Kw _____		Con instrumentos de medición	
Voltaje (V) _____		Voltaje (Voltios)	
Corriente (A) _____		Va _____	
Velocidad de sincronismo (RPM) _____		Vb _____ Vavg _____	
Velocidad a plena carga (RPM) _____		Vc _____	
Factor de potencia a plena carga (%) _____		Corriente (amperios)	
Eficiencia a plena carga (%) _____		Ia _____	
Temperatura (°C) _____		Ib _____ Iavg _____	
Clase de aislamiento _____		Ic _____	
Tipo de conexión _____		Factor de potencia (PF) _____	
Rebobinado		Potencia (hp/kw) _____	
Si <input type="checkbox"/>		Velocidad de operación (RPM) _____	
Cuantas veces <input type="checkbox"/>		Frecuencia de operación (Hz) _____	
No <input type="checkbox"/>			
Carga del Motor (%) _____			
Observaciones			





Dirección General de Eficiencia Energética
Av. Las Artes Sur 260 San Borja. Lima - Perú
Teléfono (+511) 4111100
webmaster@minem.gob.pe