



PONTIFICIA
UNIVERSIDAD
CATÓLICA DE
VALPARAÍSO

NBC
Núcleo Biotecnología Curauma

Manual De Gestión Energética Para La Agroindustria 4.0

Manual elaborado por NBC en el marco del PDT “Maule
4.0 agroindustria para el desarrollo circular” código
23PDT-246820

2024



Proyecto apoyado por



BLUE OAK CORP
BUSINESS & CONSULTING PARTNERS

Elaborado por

Andrés Morales Vargas
Jefe de Sustentabilidad y Cambio Climático
NBC- PUCV
amorales@nbcpucv.cl

Dr. Cristian Cárdenas
Asesor en Eficiencia Energética
Universidad de Florida



INDICE

I. Presentación	08
.....	
II. Eficiencia Energética: Conceptos y Normativas	10
.....	
III. Estructura del Manual	13
.....	
IV. Desarrollo de la Gestión Energética	14
.....	
A) Etapas Objetivos	15
.....	
IV.1. Preguntas orientadoras	15
IV.2. Producto del desafío: Plan de Gestión Energética	16
IV.2.1. ¿Por qué hacer un diagnóstico energético?	16
IV.2.2. ¿En qué consiste una inspección energética a las instalaciones de la empresa?	16
IV.2.3. ¿Cómo sistematizar la información?	17
IV.2.4. ¿Qué hago con la información levantada?	18
IV.2.5. ¿Qué es un Plan de Gestión Energética	19
IV.2.6. ¿Por qué es importante un Plan de gestión energética?	19
IV.2.7. ¿Qué es el Informe de la Inspección en Gestión Energética?	20
IV.2.8. ¿Cuáles son los componentes de la Inspección Energética?	20
IV.3. ¿Cómo empezamos un Plan de Gestión Energética?	21
IV.4. ¿Cuál será la estructura del Plan en Gestión Energética?	21
IV.4.1. Resumen Ejecutivo	21
IV.4.2. Objetivos Generales y Específicos	22
IV.4.3. Metodología Aplicada	22
IV.4.4. Descripción de la situación actual	22
IV.4.5. Análisis de acuerdo con el nivel de profundidad adoptado	23
IV.4.6. Conclusiones	23
IV.4.7. Anexos y evidencias	23
.....	
B) Levantamiento Línea Base	25
.....	
IV.5. Descripción física y energética de la instalación	25
IV.5.1. ¿Qué es?	25
IV.5.2. ¿Por qué es importante?	25

IV.5.3. ¿Cómo se realiza?	26
IV.5.4. Ejemplo	26
IV.6. Sistemas consumidores de energía	27
IV.6.1. ¿Qué es un sistema consumidor de energía?	27
IV.6.2. ¿Por qué es importante?	27
IV.6.3. ¿Cómo se realiza?	27
IV.6.4. Ejemplo	27
IV.7. Análisis de registros de consumo	28
IV.7.1. ¿Qué es?	28
IV.7.2. ¿Por qué es importante?	28
IV.7.3. ¿Cómo se realiza?	28
IV.7.4. Ejemplo	29
IV.8. Empalmes eléctricos. Análisis tarifario	29
IV.8.1. ¿Qué es?	29
IV.8.2. ¿Por qué es importante?	29
IV.8.3. ¿Cómo se realiza?	30
IV.9. Balance energético	30
IV.9.1. ¿Qué es?	30
IV.9.2. ¿Por qué es importante?	30
IV.9.3. ¿Cómo se realiza?	30
IV.9.4. Ejemplo	31
IV.10. Determinación de línea Base Energética	31
IV.11. Medidas de Eficiencia Energética (EE) a implementar	32
IV.11.1. ¿Qué es?	32
IV.11.2. ¿Por qué es importante?	34
IV.11.3. ¿Cómo se realiza?	34
IV.11.4. Ejemplo de medidas de Eficiencia Energética	34
IV.12. Evaluación técnica económica de las medidas	35
IV.12.1. ¿Qué es?	35
IV.12.2. ¿Por qué es importante?	35
IV.12.3. ¿Cómo se realiza?	35
IV.13. Identificación de barreras a la implementación	36
IV.13.1. ¿Qué es?	36
IV.13.2. ¿Por qué es importante?	36
IV.13.3. ¿Cómo se realiza?	36
IV.13.4. Ejemplo sobre identificación de barreras	37

IV.14. Clasificación de Medidas de Eficiencia Energética	38
IV.14.1. ¿Qué es?	38
IV.14.2. ¿Por qué es importante?	38
IV.14.3. ¿Cómo se realiza?	38
IV.14.4. Ejemplo	38
<hr/>	
C) Desarrollo de Plan de Gestión Energética	40
Paso 1: Levantamiento de información previa a la inspección	40
Paso 2: Inspección Visual	41
Paso 3: Completar instrumento de levantamiento de información	41
Paso 4: Reflexión y análisis de resultados	42
Paso 5: Elaboración del Plan de Gestión Energética	42
Paso 6: Implementación, seguimiento y monitoreo de acciones	43
<hr/>	
D) Difusión de Resultados	43
IV.15. Otras ideas para la difusión	43
<hr/>	
V. Ejemplos de Medidas de Eficiencia Energética	44
V.1. Oportunidades de Eficiencia Energética en Energía Eléctrica	44
V.1.1. Recambio de luminarias	44
V.1.2. Recambio de motores de baja eficiencia por motores de eficiencia premium	45
V.1.3. Cambio de tarifa de suministro eléctrico	48
V.2. Oportunidades de Eficiencia Energética en Energía Térmica	48
V.3. Utilización de energías renovables no convencionales (ERNC)	50
V.3.1. Uso de biomasa residual para la producción de energía	50
V.3.2. Sistema solar térmico para agua caliente	51
<hr/>	
VI. Glosario	52
<hr/>	
VII. Bibliografía	57

I. PRESENTACIÓN

El presente manual está orientado a impulsar una gestión energética en la Agroindustria, lo cual permitirá mejorar la productividad y competitividad de cada una de las empresas que componen este rubro mediante el desarrollo de un **Diagnóstico Energético** y el posterior **Plan de Gestión Energética**.

El presente documento tiene como finalidad facilitar la implementación del concepto de eficiencia energética a nivel de agroindustria, tanto para pymes como para grandes empresas, brindando los conceptos necesarios para la elaboración e implementación de un Plan de Gestión de la Energía (SGE); proporcionando, además, un marco de referencia que permita el desarrollo de diagnósticos energéticos para la detección de oportunidades de mejora.

El desarrollo de este Manual provee una estructura que sirve como guía para dar el manejo adecuado a los asuntos relacionados con el desempeño energético, enfatizando siempre en la mejora continua tanto en el desempeño energético como en el desarrollo de un Plan de Gestión de Energía.

Invitamos a leer esta guía con detención y a usarla constantemente como consulta para apoyar por medio de distintos criterios y herramientas, la realización de diagnósticos energéticos para la comprensión de los consumos energéticos y la evaluación de oportunidades de mejora en las empresas.



II. EFICIENCIA ENERGÉTICA: CONCEPTOS Y NORMATIVA

El consumo de energía es un parámetro determinante para el desarrollo de cualquier industria, ya que sin ello no sería posible utilizar gran parte de las maquinarias presentes en los procesos y avanzar hacia una producción cada vez más eficiente y sustentable. Por ello, nace la necesidad de que las empresas trabajen implementando el concepto de “Eficiencia Energética” en su organización.

La eficiencia energética, es el conjunto de acciones que permiten optimizar la relación entre la cantidad de energía consumida y los productos y servicios finales obtenidos en la industria, “haciendo más con menos”, cumpliendo todas las necesidades de producción con el menor consumo posible de energía, sin afectar el confort de la instalación y/o la cantidad producida, protegiendo el medio ambiente, asegurando el abastecimiento y fomentando un comportamiento sostenible en su uso, lo cual se expresa en menores costos de producción.

La eficiencia energética es el mayor recurso que una empresa podría tener, ya que permite ser más competitivos en el mercado y entrega una serie de beneficios extras, entre los que se encuentran:





Ley de eficiencia energética 21.305

A nivel de pymes existe en la actualidad una falta de regulaciones que incentiven a la implementación de sistemas de gestión de la energía, los cuales permiten generar ahorros económicos al utilizar menor cantidad de energía y/o aumentando la producción.

En Chile se promulgó y entró en vigor la ley 21305 de eficiencia energética, la cual en su artículo 2, se señala que las empresas que deben cumplir con las indicaciones y obligaciones asociadas a la ley son aquellas que mantienen consumos superiores a 50 Tcal o bien aquellas que cumplen con los criterios señalados en los decretos cuatrimestrales emitidos por el Ministerio de Energía, en este caso, el primero es el Decreto Exento 163, sin discriminar al tipo de subsector económico permanezcan.

En su artículo segundo, el decreto indica que las empresas que cumplan copulativamente con los siguientes criterios deberán reportar al ministerio sus consumos energéticos:

1

Empresas por RUT cuyos ingresos anuales por ventas y servicios y otras actividades del giro son mayores a 1.000.000 UF anuales en el último año calendario.

2

Empresas por RUT que tuvieren contratados 200 trabajadores o más.

3

Empresas por RUT que poseen actividades vigentes a abril del año anterior.

4

Empresas por RUT cuya clasificación de contribuyente corresponde a Persona Jurídica Comercial o Sociedades Extranjeras.

Una vez reportados los consumos anuales al Balance Nacional de Energía, y conforme a lo dispuesto en el artículo 9 del Reglamento, en base a la información entregada anualmente por las empresas respecto a sus consumos de energía desagregados por uso y su Intensidad Energética del año calendario anterior, el Ministerio de Energía identificará a aquellas que tienen consumos sobre 50 tera-calorías, las cuales serán catalogadas como consumidores con capacidad de gestión de la energía ("CCGE"), quienes deberán implementar y mantener un Sistema de Gestión de Energía ("SGE") según los requisitos indicados en el Reglamento. De la misma manera, según lo dispuesto en el inciso primero del artículo 10 del Reglamento, los CCGE cuentan con un plazo de 12 meses contado desde la publicación de la resolución en el Diario Oficial, para implementar uno o más SGE. No obstante, de acuerdo con el inciso tercero del artículo primero transitorio del Reglamento, para esta primera resolución, los CCGE con consumos de energía entre 50 y 100 teracalorías anuales en el año anterior informado, podrán diferir en doce meses el plazo indicado en el artículo 10 mencionado.

Una correcta gestión de la energía permitirá que las empresas sean más competitivas en el mercado, ya sea mediante un aumento de producción o bajando sus precios. La competitividad de las plantas conlleva un menor impacto ambiental y un mayor impacto en lo que es la responsabilidad social de las empresas como industria.



III. ESTRUCTURA DEL MANUAL

Para el desarrollo de la Gestión Energética a nivel empresarial se deben desarrollar una serie de etapas, las cuales pueden centrarse en las siguientes:

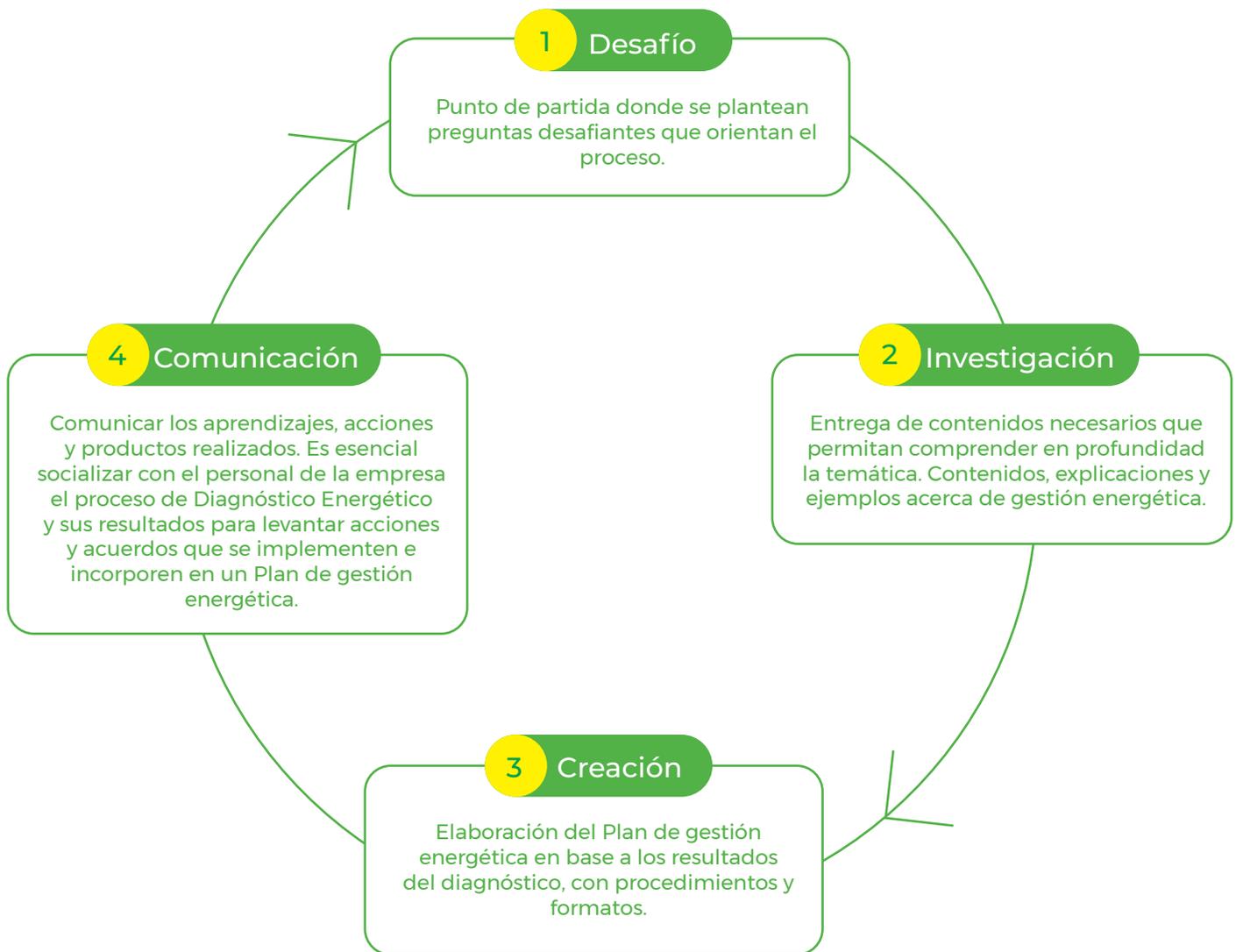


Figura 1: Ruta de aprendizaje y estructura del Manual de Gestión Energética

IV. DESARROLLO DE LA GESTIÓN ENERGÉTICA

Una correcta gestión de la energía permite que las empresas sean más competitivas en el mercado, ya sea mediante un aumento de producción o bajando sus precios.

La competitividad de las plantas implica conllevar un menor impacto ambiental y un mayor impacto en lo que es la responsabilidad social de las empresas como industria.

Para realizar una correcta gestión de la energía se debe planificar, ajustar y controlar su uso y consumo, con el fin de maximizar la productividad y el confort de la instalación, minimizando costos y emisiones, a través de un uso consciente y efectivo de la energía.

Se deben conocer las instalaciones involucra a cabalidad, identificando las diferentes áreas de la empresa (oficinas, bodega, planta productiva, entre otros) y los procesos existentes, lo cual permitirá identificar los puntos en donde se encuentran los sistemas y/o equipos consumidores de energía (iluminación, sistemas de extracción, motores eléctricos, entre otros).

En general, para realizar una adecuada gestión de energía se deben cumplir una serie de etapas:

Definición
de objetivos

Levantamiento
línea base

Desarrollo de
plan de gestión
energética

Difusión de
resultados

El desarrollo de cada una de estas etapas identificadas anteriormente, se traducirá en:

Identificar usos de la energía en las instalaciones, incluyendo información sobre tipos de energía, leyes, contratos y acciones que afectan su uso.

Identificación de procesos que usan energía en la organización, identificando cada uno de los sistemas consumidores de energía que los componen.

Realizar el seguimiento de los índices de control, tales como: consumo de energía, costos de consumo y demanda, valores contratados, registrados y facturados, factor de potencia y factores de utilización de los equipamientos y/o de las instalaciones.

Medir los índices de control, indicar correcciones, proponer alteraciones, ayudar en la contratación de mejoras, implementar o acompañar las mejoras.

Capacitar a los usuarios de las instalaciones en el uso racional la energía.

Implementar un plan de difusión de resultados.

A.- Etapas Objetivos

IV.1. Preguntas orientadoras



Al finalizar las actividades propuestas en el manual se podrá señalar que se conoce el consumo de energía de la empresa y que se posee un Plan de Gestión Energética conocido por todos los actores de la organización.

IV.2. Producto del desafío: Plan de Gestión Energética

A continuación, se muestran una serie de preguntas con sus respectivas respuestas que permitirá tener una primera aproximación al desarrollo de un plan de gestión energética.

IV.2.1. ¿Por qué hacer un diagnóstico energético?

Un diagnóstico energético es el estudio y análisis del uso de la energía en una instalación con el fin de identificar oportunidades de ahorro energético, por lo que es una herramienta esencial para la comprensión del uso y consumo de energía del establecimiento educacional.

El diagnóstico energético es una herramienta clave para identificar sistemas y equipos consumidores de energía en el establecimiento, siendo primordial el desarrollo de una inspección visual de la instalación.

IV.2.2. ¿En qué consiste una inspección energética a las instalaciones de la empresa?

La **inspección energética** consiste en una evaluación completa y certera de la empresa, en la cual se busca conocer qué hay en la instalación y cómo funciona, ya que resulta imposible calcular el impacto de las medidas sin conocer a fondo la instalación.

En esta etapa se debe levantar un catastro de equipos consumidores de energía, el cual debe recoger las características de los distintos tipos de equipos identificados en la instalación y sus respectivos equipos auxiliares, así como su horario de utilización y su forma de uso.

IV.2.3. ¿Cómo sistematizar la información?

La información obtenida en la inspección energética se debe sistematizar para obtener una descripción detallada de los sistemas consumidores de energía de la organización. Estos sistemas y equipos consumidores de energía se deben clasificar según los siguientes criterios:



iluminación



calefacción



aire
acondicionado



Equipos
de oficina



motores



compresores



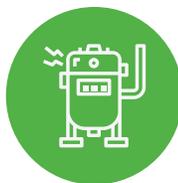
equipos de
bombeo



Ventiladores



refrigeración



calderas



otros
(incluye
electrodomésticos)

Una vez clasificados los equipos consumidores de energía, se debe determinar el consumo de energía anual en kWh de cada uno de ellos. Para esto será necesario disponer de la potencia de cada equipo, horas de uso en las mañanas, horas de uso en la tarde, días de uso semanales y el porcentaje (%) de ocupación en las distintas estaciones del año (verano, otoño, invierno y primavera).

IV.2.4. ¿Qué hacer con la información levantada?

A partir del catastro realizado y de la información levantada sobre de los energéticos identificados, se pueden elaborar diferentes gráficos de estudio, de los cuales se recomiendan los siguientes:

Gráfico de suministros:

consiste en desglosar por fuentes de energía utilizadas todo el consumo energético de la instalación. Es decir, se basa en dividir el consumo energético total diferenciando el consumo eléctrico y el consumo de combustibles (diésel, gas natural, leña, entre otros), como lo muestra el siguiente ejemplo en la Figura 2.

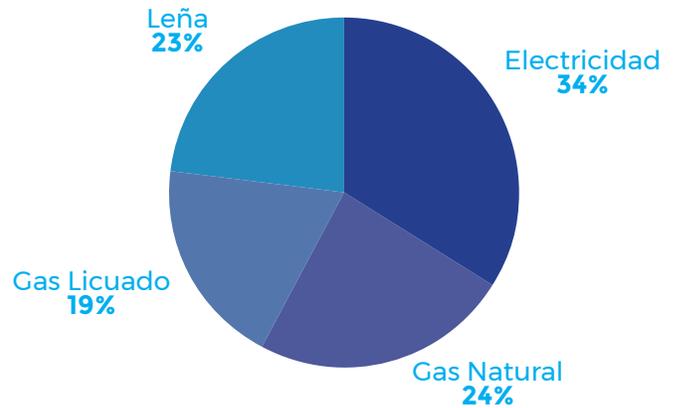


Figura 2: Distribución de consumo de energía

Sistemas consumidores de energía:

consiste en desglosar el consumo de energía de la instalación, es decir, se debe indicar el porcentaje de consumo de una determinada fuente de energía para cada sistema consumidor de energía que lo compone. Además, se recomienda analizar la demanda energética de cada sistema, información que puede ser muy útil al momento de analizar temas tarifarios. Un ejemplo de esto lo muestran las Figura 3a y 3b.

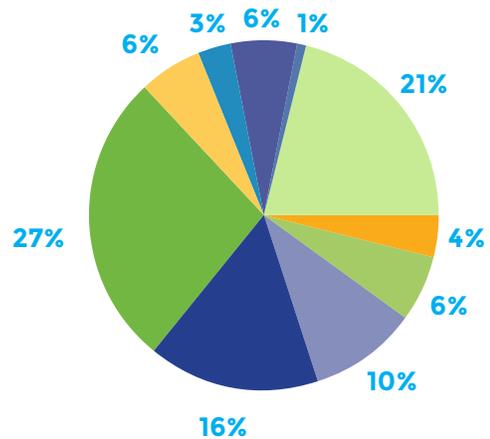


Figura 3a: Distribución de energía eléctrica



Figura 3b: Distribución de potencia eléctrica

La importancia de este análisis se basa en conocer exactamente cuál es el peso relativo de cada uno de los sistemas consumidores de energía en el consumo total de la instalación. Con este conocimiento se puede priorizar y determinar qué medidas tienen un mayor potencial de ahorro.

IV.2.5. ¿Qué es un Plan de Gestión Energética

El **plan de gestión energética** es un documento que contiene objetivos con sus respectivas metas y medidas concretas para reducir el consumo energético en la empresa.

La implementación, mantenimiento y actualización del plan permite reportar resultados medibles, demostrando con datos duros las medidas implementadas relacionadas con el uso eficiente de los recursos energéticos de la organización.

IV.2.6. ¿Por qué es importante un Plan de gestión energética?

El desarrollo e implementación de un plan de gestión energética permite la **reducción de costos**, asociada a la reducción de consumo energético. Además, ayuda a mantener niveles de consumo estables en el tiempo gracias a una adecuada gestión del uso de la energía.

La reducción del consumo energético también conlleva **beneficios de carácter ambiental**, ya que permite disminuir las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) derivadas del consumo de diferentes fuentes de energía.

IV.2.7. ¿Qué es el Informe de la Inspección en Gestión Energética?

Es el resultado del trabajo realizado en la organización para levantar todos los factores asociados a los usos de la energía permite que se puede tener una visión del estado energético actual de la empresa, así como identificar oportunidades de mejora energética para **mejorar su desempeño energético**.

El estudio tarifario es un aspecto complementario importante al desempeño energético, ya que suele ser parte de un diagnóstico energético, permitiendo generar mayores ahorros económicos a la empresa.

IV.2.8. ¿Cuáles son los componentes de la Inspección Energética?

A continuación, se muestra una estructura de carácter general para desarrollar una inspección energética. Esta estructura puede variar en función de los objetivos particulares de cada inspección.

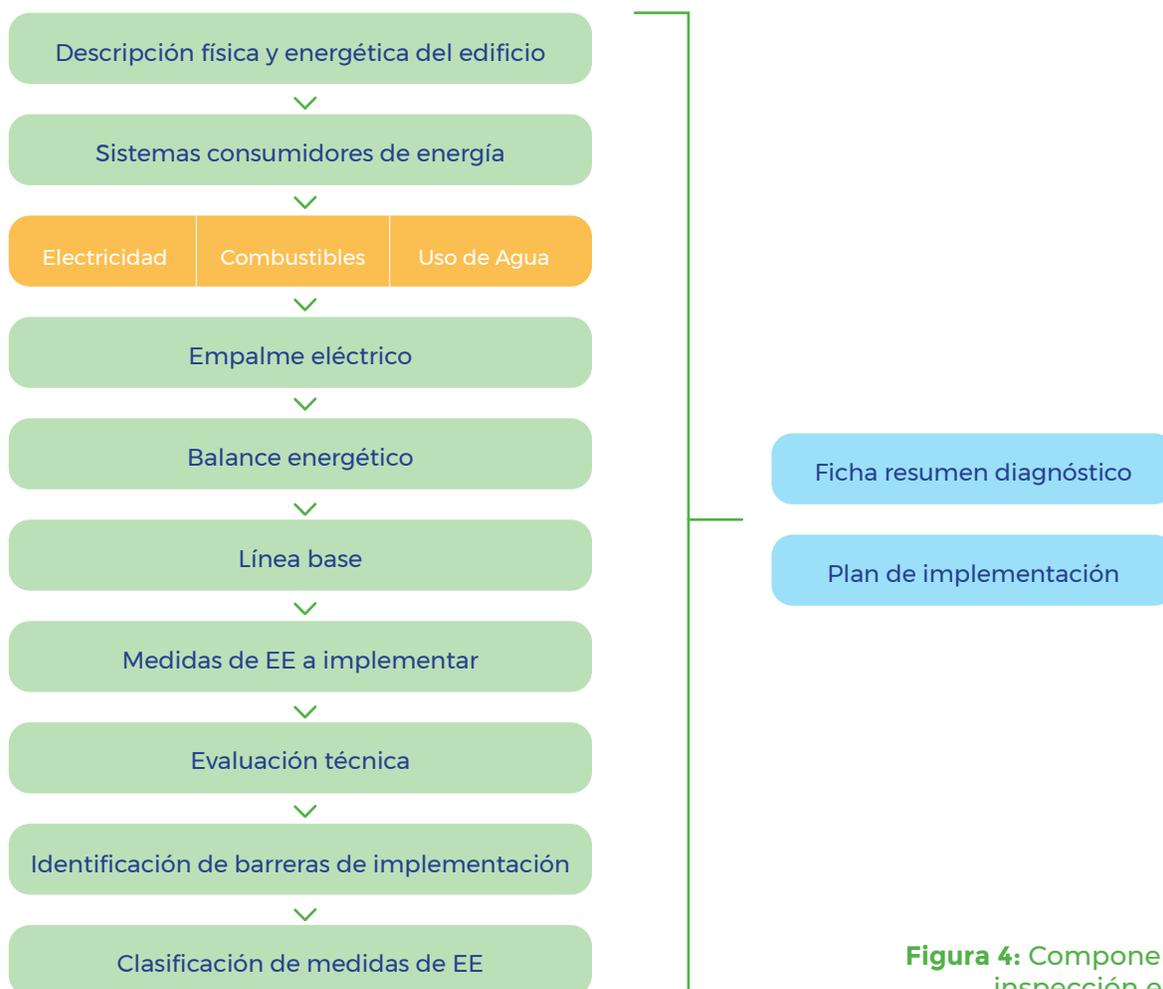


Figura 4: Componentes de la inspección energética

IV.3. ¿Cómo empezamos un Plan de Gestión Energética?

Lo primero que se debe hacer es tomar la decisión respecto de qué nivel de profundidad se requiere. A continuación, se muestran los niveles de profundidad ordenados de menor a mayor complejidad, precisión y costo:

1 Diagnóstico comparativo:

En base a un análisis de los consumos y cobros de energía se compara la instalación evaluada con otras de similares características y/o valores típicos.

2 Identificación de oportunidades:

Recorrido de las instalaciones para la detección de fuentes de gestión evidentes de mantenimiento, operacionales y tecnológicas.

3 Identificación y análisis de oportunidades:

Además de lo anterior, se incluyen actividades de monitoreo, medición y/o pruebas de sistemas para una detección de oportunidades menos evidentes, sumado a una evaluación económica detallada de cada oportunidad.

4 Identificación de oportunidades:

Lo anterior, sumado a la evaluación de iniciativas más complejas, que puedan requerir simulaciones computacionales, mediciones o estudios de más largo plazo para tener fundamentos de decisión en inversiones de optimización a escala mayor.

IV.4. ¿Cuál será la estructura del Plan en Gestión Energética?

Finalmente, para el desarrollo del Plan de gestión energética, independientemente del nivel de profundidad, se recomienda la siguiente estructura:

IV.4.1. Resumen Ejecutivo

Es importante iniciar con un texto que resuma el contenido del documento. Se deben presentar los principales aspectos que constituyeron el diagnóstico, incluyendo información relevante respecto de la situación actual, su problemática energética principal, su relación con los objetivos propuestos y las principales acciones realizadas. Es importante señalar, además, los principales indicadores energéticos de la empresa en la situación actual y futura, así como las oportunidades de ahorro detectadas.

IV.4.2. Objetivos Generales y Específicos

Debe agregarse el alcance del Plan en cuanto a la dimensión y profundidad de sus actividades indicándose claramente cuales son los objetivos buscados.

IV.4.3. Metodología Aplicada

La metodología debe indicar las etapas del Plan y las actividades involucradas.

En la metodología se deben señalar, además, las referencias a procedimientos de medición, identificación de los responsable de cada fase del Plan y los criterios de evaluación de los equipos consumidores de energía.

En caso de requerir mediciones, se deben identificar claramente los objetivos de la medición, los puntos de muestreo y los equipos utilizados (a través de su marca, modelo, etc.).

IV.4.4. Descripción de la situación actual

La descripción de la situación actual de la empresa debe enfocarse en obtener datos precisos de sus características físicas y sistemas consumidores de energía. Se recomienda registrar, por lo menos, los siguientes datos:



IV.4.5. Análisis de acuerdo con el nivel de profundidad adoptado

Este apartado incorpora todos los resultados observados. Es el contenido central del Plan de gestión energética. Para ello se recomienda registrar la siguiente información:

Descripción física y energética de la empresa.

Sistemas consumidores de energía.

Análisis de registros de consumo.

Empalmes eléctricos.

Análisis tarifario.

Balance energético del edificio.

Medidas de Eficiencia Energética a implementar.

Evaluación técnica económica de las medidas.

Identificación de barreras a la implementación.

Clasificación de Medidas de Gestión Energética.

IV.4.6. Conclusiones

Las conclusiones deben incorporar las actividades realizadas, los resultados y pasos a seguir para hacer una adecuada gestión de la energía.

IV.4.7. Anexos y evidencias

Finalmente, se deben dejar registro de toda la documentación que fundamente y evidencie las actividades realizadas y sus resultados. Algunos ejemplos de los documentos que se pueden incorporar como anexo son los siguientes:

Memorias de cálculo.

Criterios utilizados.

Estimaciones realizadas.

Registro de mediciones.

Toda la información recopilada durante el estudio



B.- Levantamiento Línea Base

En esta sección se encontrarán todos los contenidos necesarios que permitirán comprender en profundidad los temas y procesos para el desarrollo del plan de gestión energética en la empresa.

Ya conocida la estructura de los componentes del diagnóstico, ahora se revisará cada uno de aquellos componentes, respondiendo a las preguntas: ¿Qué es? ¿Por qué es importante? ¿Cómo se realiza? Finalmente se encontrará un ejemplo que ayudará a graficar cada componente.

IV.5. Descripción física y energética de la instalación

IV.5.1. ¿Qué es?

La descripción física es una representación gráfica a escala que muestra la distribución de los espacios físicos del lugar, siendo el punto de partida para el desarrollo de un diagnóstico energético.

La descripción energética consiste en la identificación de los tipos de energéticos utilizados en el establecimiento, indicando el modo operacional de cada uno de ellos en el funcionamiento diario de la empresa.

IV.5.2. ¿Por qué es importante?

La descripción física y energética ayuda a identificar en qué dependencias de la empresa son usados cada uno de los equipos consumidores de energía identificados, pudiendo determinar la distribución de cargas de la instalación.

Por otro lado, estos esquemas permiten verificar si el espacio es apropiado para su finalidad prevista, analizando cualquier problema potencial y rediseñar espacios antes de avanzar hacia etapas de planificación y construcción más elaboradas. Todas estas acciones permitirán aprovechar de mejor manera los espacios convirtiéndolos más eficientes energéticamente.

IV.5.3. ¿Cómo se realiza?

Para la elaboración de una descripción física y energética del lugar, es necesario:

Determinar los principales espacios que componen el establecimiento.

Determinar el tamaño de cada uno de los espacios del establecimiento para elaborar un diagrama a escala.

Identificar principales energéticos utilizados en la instalación.

IV.5.4. Ejemplo

A continuación, en la Figura 5, se muestra un ejemplo de descripción física y energética básica de una instalación industrial.

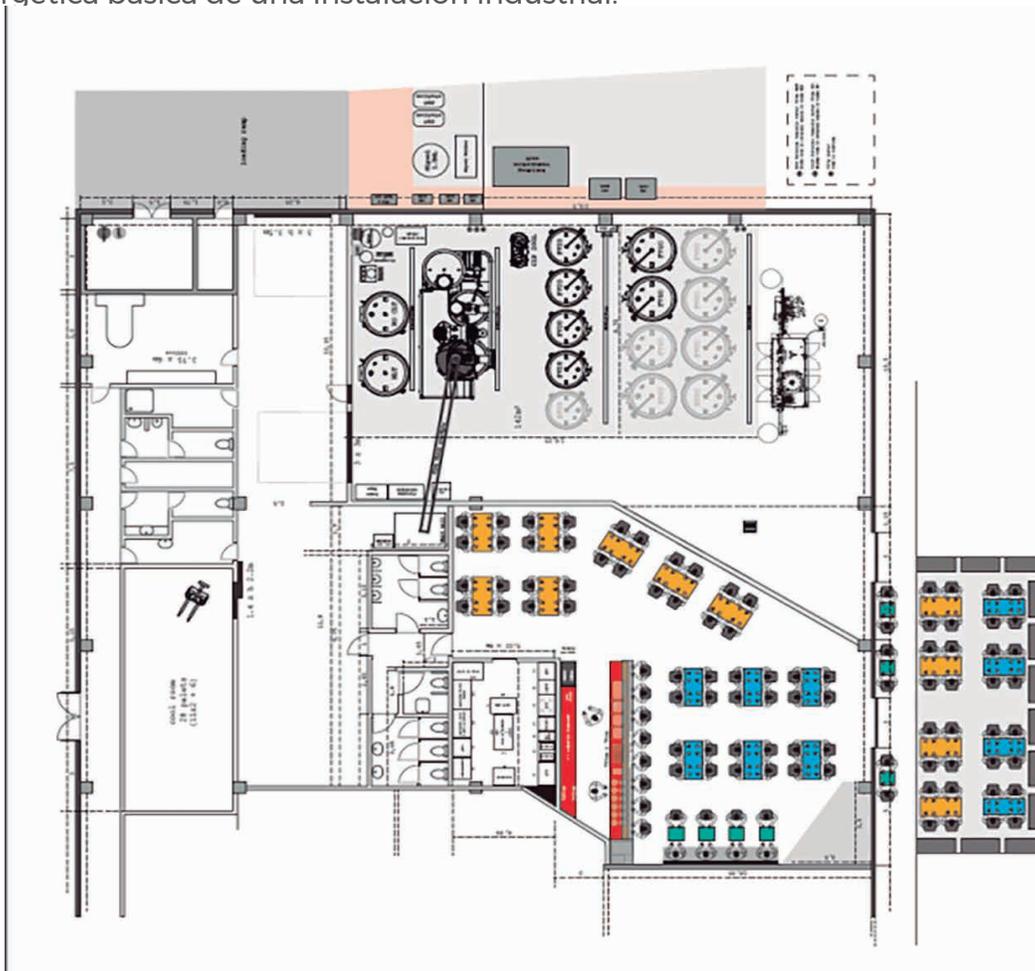


Figura 5: Ejemplo de una descripción física y energética básica de una instalación industrial.

IV.6. Sistemas consumidores de energía

IV.6.1. ¿Qué es un sistema consumidor de energía?

Los sistemas consumidores de energía corresponden a la clasificación entregada a cada uno de los equipos consumidores de energía identificados en el establecimiento, permitiendo comprender el uso de la energía en la instalación para tomar las mejores decisiones en relación con la eficiencia operacional y energética.

IV.6.2. ¿Por qué es importante?

La identificación de los sistemas consumidores de energía permite determinar los usos finales de la energía en la empresa, verificando el impacto en el consumo final de cada uno de ellos. Esto es muy importante, puesto que se podrá priorizar inversiones en los sistemas que tengan mayores impactos energéticos en la organización.

IV.6.3. ¿Cómo se realiza?

Su realización consiste en identificar cada uno de los equipos consumidores de energía que el establecimiento dispone y clasificarlos en el sistema que corresponda, según su finalidad de uso.

IV.6.4. Ejemplo

Algunos ejemplos de sistemas consumidores de energía se muestran a continuación:



IV.7. Análisis de registros de consumo

IV.7.1. ¿Qué es?

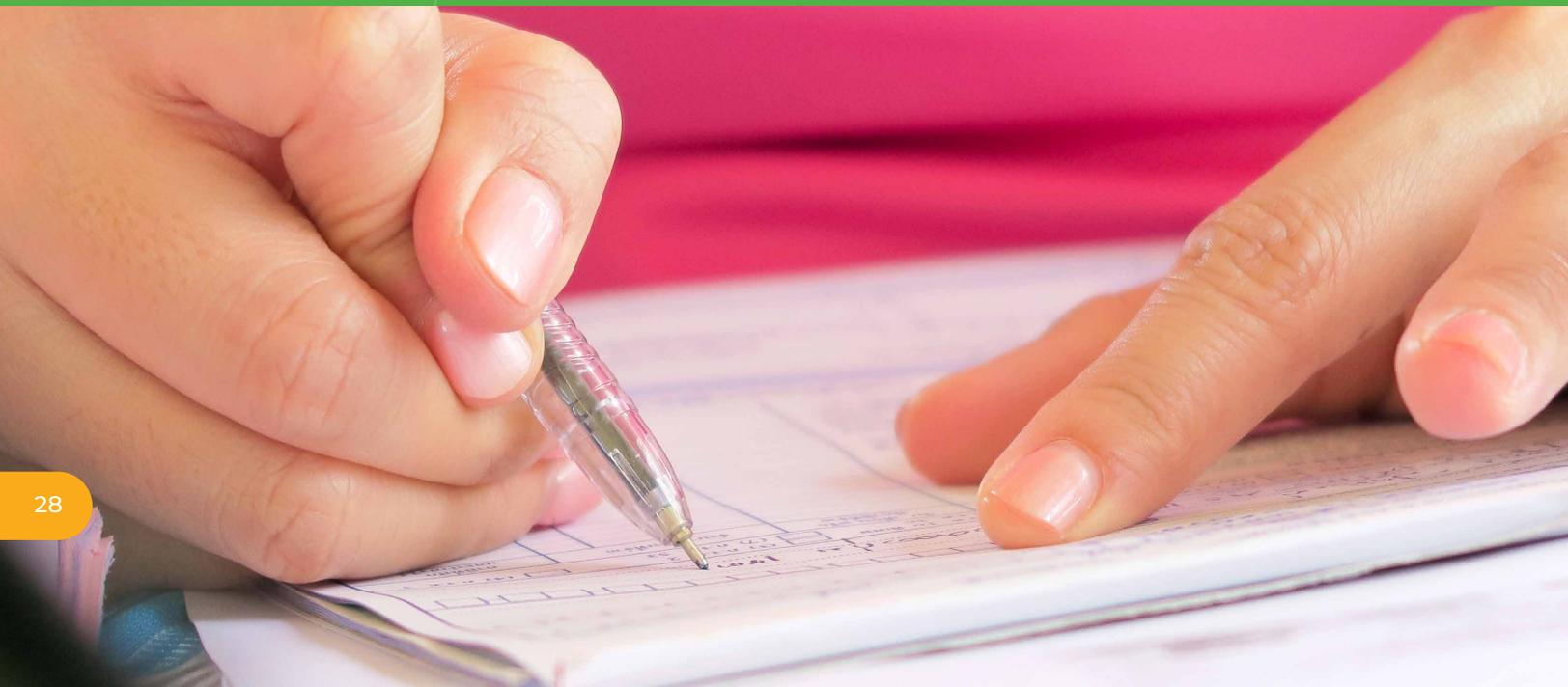
El análisis de registro de consumos de energía en la empresa es una referencia cuantitativa que proporciona la información base para determinar el desempeño energético de la instalación.

IV.7.2. ¿Por qué es importante?

El registro energético sirve como base de comparación del desempeño energético, representando los valores de referencia (anual) para evaluar si dicho desempeño mejora con el tiempo, se mantiene o empeora.

IV.7.3. ¿Cómo se realiza?

Para la elaboración de un registro de consumo es recomendable elaborar un documento o planilla de trabajo, en la cual el gestor energético (encargado del consumo de energía en la empresa) deberá indicar mensualmente los valores de consumo energético; ya sea energía eléctrica y/o energía térmica, diferenciando cada una de las fuentes de energía.



IV.7.4. Ejemplo

A continuación, se muestra un ejemplo de registro de consumos de energía:

Mes	Consumo (KWh)	Energía reactiva (kvarh)
Enero	880	650
Febrero	1.440	234
Marzo	5.440	4.352
Abril	7.440	5.325
Mayo	8.720	4.345
Junio	10.240	6.433
Julio	5.580	2.454
Agosto	8.720	5.356
Septiembre	8.800	6.545
Octubre	7.680	2.535
Noviembre	3.020	2.242
Diciembre	2.010	1.324
Total	69.970	41.795

IV.8. Empalmes eléctricos. Análisis tarifario

IV.8.1. ¿Qué es?

Un empalme eléctrico es la unión entre el medidor y la red eléctrica nacional, permitiendo el suministro de energía al establecimiento.

Los empalmes se pueden clasificar en monofásicos (220 volt) y trifásicos (380 Volt) y en base a su construcción pueden ser del tipo aéreo o subterráneo.

IV.8.2. ¿Por qué es importante?

La identificación del tipo de empalme de la instalación permite al cliente elegir libremente cualquiera de las opciones de tarifas descritas en el Decreto N°11T/2016 con las limitaciones y condiciones de aplicación establecidas en cada caso y dentro del nivel de tensión que les corresponde.

Lo anterior permite a la instalación seleccionar la tarifa que se adapta de mejor manera a las operaciones y horarios de uso de la energía en la organización.

IV.8.3. ¿Cómo se realiza?

Para el desarrollo de un análisis tarifario el gestor energético deberá determinar el perfil eléctrico de la instalación, identificando peaks de demanda en cada una de las estaciones del año, con la finalidad de determinar la demanda máxima que el establecimiento requiere y la demanda en periodo de hora punta.

Levantada esta información, el gestor deberá simular el valor anual a cancelar por el establecimiento para cada una de las tarifas descritas en el Decreto N°11T/2016, identificando la tarifa que mejor se adapta a la organización.

IV.9. Balance energético

IV.9.1. ¿Qué es?

El balance energético consiste en el desarrollo de una descripción completa de los flujos de energía de la empresa, el cual debe ser coherente con el consumo energético identificado en las cuentas nacionales.

IV.9.2. ¿Por qué es importante?

El balance energético permite identificar el aporte de cada uno de los equipos consumidores de energía al consumo de energía de la organización, información esencial para plantear y evaluar oportunidades de ahorro energético.

IV.9.3. ¿Cómo se realiza?

El balance energético se realiza determinando el consumo anual de cada equipo consumidor de energía del establecimiento, siendo esencial en este punto la identificación de la potencia del equipo, horas de uso anual y eficiencia.

IV.9.4. Ejemplo

El desarrollo de un balance de energía es realizado en planillas Excel, como la que se muestra a continuación. En estas planillas es esencial la determinación del consumo anual de cada equipo consumidor de energía identificado en la empresa.

Tipo	Cantidad	Potencia unitaria (W)	Horas de uso anual	Consumo energía Total (KWh/año)
Tubo Fluorescente				
120 cm	12	36	4.350	1.879
Motor	18	746	6.250	83.925
Televisor	2	90	3.250	585
Consumo anual				86.389

IV.10. Determinación de línea base energética

La línea base busca establecer un comportamiento y nivel de consumo referencial frente a las futuras modificaciones. En términos generales, se desarrolla una correlación entre el consumo energético y una o más variables que expliquen su comportamiento, lo anterior a partir de la situación actual para evaluar el consumo energético en periodos futuros.

Para esta correlación se suelen usar 12 meses representativos del consumo, en términos de que no exista una gran distorsión por factores ajenos al modelo definido, o sean fácilmente aislables del análisis. Esto se define como el periodo de referencia de la línea base.

Adicionalmente, es necesario contar con data suficiente de las variables que podrían explicar el nivel de consumo energético dentro de ese mismo periodo de tiempo, lo que regularmente corresponde a la producción mensual de la empresa.

Con lo anterior, se realiza un diagrama de dispersión, donde el consumo energético se grafica como la variable dependiente en el eje y, luego la variable independiente que explica el consumo (producción, huéspedes, etc.) se grafica en el eje x. Cuando el análisis de correlación es adecuado, se obtiene una función, que al ingresar data de la variable estudiada entrega el consumo energético bajo esas condiciones. Un ejemplo de diagrama de dispersión se muestra en la Figura 6.

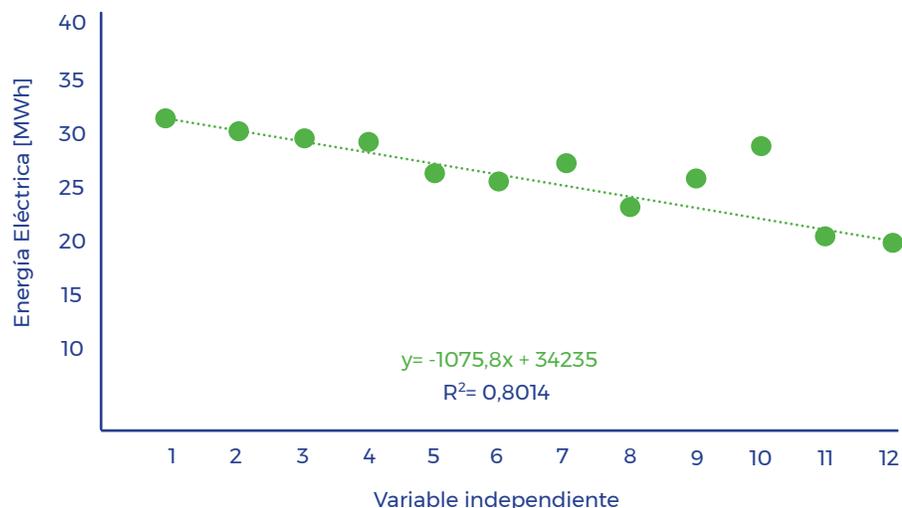


Figura 6: Ejemplo de línea base del consumo de energía

En agroindustria, las principales variables usadas son los niveles de producción según producto, usualmente cantidad de toneladas producidas, y también variables climatológicas como temperatura media o volumen de agua utilizada en sistemas de riego. También se pueden considerar variables estáticas como tipo de equipo, tiempo de trabajo, entre otros.

IV.11. Medidas de Eficiencia Energética (EE) a implementar

IV.11.1. ¿Qué es?

La identificación de oportunidades de ahorro se logra mediante el análisis de información detallada sobre los equipos y operación de la planta. Para ello, es necesario que a medida que se examinan los procesos y sus equipos, se realicen las siguientes preguntas:

¿Qué función cumple el equipo?

¿Cuánta energía consume?

¿Cómo se sabe si el equipo está trabajando?

Si el equipo no está funcionando apropiadamente, ¿qué se puede hacer para que lo haga?

¿Cómo puede ser reducido el consumo de la energía utilizada por el equipo?

¿Cuál es el sistema de mantenimiento realizado al equipo?

¿Quién(es) es(son) responsable(s) de la mantención y operación eficiente de este equipo?

¿Están los equipos funcionando como deben (sobredimensionamiento)?

¿Están sincronizados respecto del proceso?

La visión debe ser crítica en estos aspectos, ya que ello permite buscar el mejor uso de la energía para las instalaciones involucradas, siendo por ejemplo una de las siguientes:



El edificio y sus componentes:
murallas, ventanas,
material de
construcción, etc.



El suministro de potencia:
transformadores,
switches, etc.



Iluminación



Compresores de aire



Calderas y sistemas de vapor



Sistema de distribución de vapor y/o agua caliente



Sistemas de aire acondicionado



Motores y bombas, etc

IV.11.2. ¿Por qué es importante?

La identificación de medidas de eficiencia energética permite evaluar su implementación en la empresa en el corto, mediano y largo plazo, siendo esencial para ello el desarrollo de una evaluación técnica y económica de cada una de ellas.

IV.11.3. ¿Cómo se realiza?

La identificación de medidas de eficiencia energética se realiza a partir de la información levantada en el balance energético y de visitas técnicas en terreno. En estas últimas será necesario analizar los consumos de energía de cada uno de los equipos identificados en la empresa, el estado actual del equipo, tipo de mantenimiento efectuado y años de operación del equipo, entre otros aspectos técnicos y de operación de la empresa.

IV.11.4. Ejemplo de medidas de Eficiencia Energética

A continuación se muestran ejemplos de medidas de eficiencia energética:

Recambio de luminarias

Recambio de sistema de calefacción

Recambio de ventanas de vidrio simple por ventanas de vidrio doble con rotura de puente térmico

Si el equipo no está funcionando apropiadamente, ¿qué se puede hacer para que lo haga?

¿Cómo puede ser reducido el consumo de la energía utilizada por el equipo?

Recambio de motores de baja eficiencia por motores de eficiencia premium

Instalación de variadores de frecuencia

Implementar aislación térmica en caldera

IV.12. Evaluación técnica económica de las medidas

IV.12.1. ¿Qué es?

La evaluación técnica económica de un proyecto es el proceso de identificar, cuantificar y valorar los costos y beneficios de la medida de eficiencia energética, mediante el cual la alta gerencia decide si el proyecto es conveniente para su implementación. Además, durante el proceso de evaluación de las oportunidades identificadas, se debe analizar la relevancia y aspectos técnicos de cada medida, permitiendo la priorización de medidas para su posterior análisis técnico y económico.

IV.12.2. ¿Por qué es importante?

El desarrollo de una evaluación técnica económica de las medidas de eficiencia energética detectadas es esencial para que el proyecto supere la etapa de pre-inversión, proporcionando información sobre la viabilidad financiera, técnica y legal del proyecto.

IV.12.3. ¿Cómo se realiza?

Para el desarrollo de un análisis técnico económico de un proyecto es recomendable realizar las siguientes etapas:

Definición del proyecto y caso base:

El primer paso consiste en definir lo que se desea evaluar, siendo necesario entender perfectamente en qué consiste el proyecto y qué decisiones estratégicas de la empresa involucra.

Revisión de la normativa aplicable:

Antes de definir la implementación de cualquier proyecto, es necesario revisar la normativa aplicable a la medida estudiada, lo cual permitirá identificar los pasos legales y normativos a cumplir para la implementación del proyecto.

Proyectar ingresos y costos:

Una vez definidos el proyecto y su caso base podemos comenzar a proyectar los costos e ingresos que generará la implementación del proyecto.

Calcular VAN, TIR y payback:

En base a los ingresos y costos proyectados y a la tasa de descuento definida para el proyecto, se calcula el VAN del proyecto, el cual simboliza el beneficio que genera el proyecto en dinero a tiempo cero. Si el VAN es positivo el proyecto debería realizarse. El VAN es el indicador más importante de rentabilidad, pero también hay otros como la TIR y el payback (periodo de retorno de la inversión).

IV.13. Identificación de barreras a la implementación

IV.13.1. ¿Qué es?

Son los problemas específicos que enfrentarán las empresas para implementar medidas de eficiencia energética. Las principales barreras que se deben identificar son las siguientes:

Barreras de
Financiamiento

Barreras
Institucionales
y Regulatorias

Barreras
tecnológicas y
de capacidades

Barreras de
Información,
culturales o de
concientización

IV.13.2. ¿Por qué es importante?

Su determinación clara es fundamental para buscar mecanismos para el fomento de proyectos de eficiencia energética en la empresa. Una vez identificados los problemas o barreras es el momento de diseñar los instrumentos a utilizar (directos o indirectos) para solucionar cada una de ellas.

IV.13.3. ¿Cómo se realiza?

La metodología utilizada para la identificación de las barreras cuenta con tres fases:

Revisión de gabinete:

Consiste en la revisión de la extensa literatura sobre las barreras a la eficiencia energética que enfrentan las organizaciones para la implementación de proyectos de eficiencia energética.

Trabajo en terreno:

Consiste en la realización de un análisis detallado a las instalaciones de la empresa, con la finalidad de evaluar los aspectos técnicos y operacionales sobre la implementación del proyecto.

Talleres de trabajo con la alta gerencia:

Consiste en el desarrollo de talleres con la alta gerencia para evaluar barreras administrativas para la implementación de medidas de eficiencia energética, evaluando horizontes al corto, mediano y largo plazo.

IV.13.4. Ejemplo sobre identificación de barreras

Algunos ejemplos de barreras para implementar medidas de eficiencia energética son:

Barreras identificadas	Tipo de Barrera
Baja rentabilidad con alto período de recuperación de la inversión de las medidas de eficiencia energética evaluadas	Financiera
Falta de fuentes de financiamiento para las medidas de Eficiencia Energética	Financiera
Las medidas de eficiencia energética evaluadas resultan no rentables	Financiera
Altos costos de inversión de medidas de eficiencia energética evaluadas	Financiera
Desconocimiento de normativas para la implementación del proyecto	Institucionales y regulatorias
Otras inversiones tienen mayor prioridad	Institucionales y regulatorias
Consenso interno no encontrado	Institucionales y regulatorias
Recomendación de medidas de Eficiencia Energética no es realista, precisa o clara	Barreras tecnológicas y de capacidades
La implementación de medidas de Eficiencia Energética requiere demasiado tiempo	Barreras tecnológicas y de capacidades
Insuficiente conocimiento para la implementación de medidas de Eficiencia Energética	Barreras tecnológicas y de capacidades
Recomendación de medidas de Eficiencia Energética son técnicamente inviables	Barreras tecnológicas y de capacidades
Personal no capacitado en Eficiencia Energética al interior de la planta	De información, culturales o de concientización
Desconocimiento de proveedores o consultores que implementen medidas	De información, culturales o de concientización
Otras razones económicas, técnicas, de prioridad en la organización	Barreras tecnológicas y de capacidades

IV.14. Clasificación de Medidas de Eficiencia Energética

IV.14.1. ¿Qué es?

La clasificación de medidas de eficiencia energética consiste en la organización de las medidas identificadas, definiendo el principal parámetro de evaluación para la toma de decisiones de la organización para la implementación de dicha medida (payback, ahorro en consumo energético, ahorro económico, etc).

IV.14.2. ¿Por qué es importante?

La clasificación de medidas de eficiencia energética es importante, ya que permite definir acciones a corto, mediano y largo plazo; y finalmente, elaborar el plan de acción de la empresa en los próximos años.

IV.14.3. ¿Cómo se realiza?

La clasificación de medidas de eficiencia energética se realiza utilizando la información recabada en el análisis técnico económico de cada oportunidad de eficiencia energética, en donde el indicador más utilizado para la clasificación de medidas es el payback (periodo de retorno de la inversión), el cual permite ordenar las medidas desde la que posee el periodo de retorno de la inversión menor a la mayor.

IV.14.4. Ejemplo

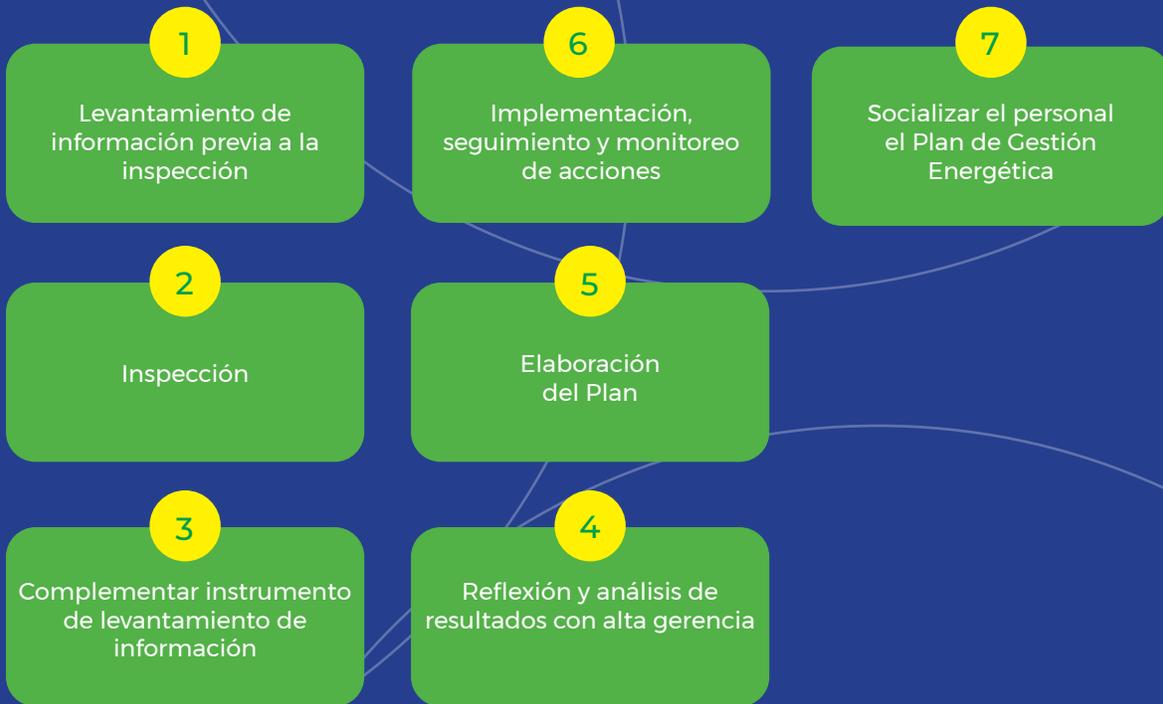
A continuación, se muestra un ejemplo de clasificación de medidas de eficiencia energética se muestra.

Medida de Eficiencia energética	Potencial ahorro (\$/año)	Costo Implementación (\$)	Payback (año)	Ahorro energía (kWh/año)	Horizonte Implementación
Recambio de luminarias	410.324	290.990	0,72	2.870	Corto plazo
Instalar sensor de oxígeno en caldera	1.232.432	4.200.000	3,4	8.618	Mediano plazo
Instalar ERNC en establecimiento	3.121.000	17.500.250	5,60	21.825	Largo plazo



C.- Desarrollo de Plan de Gestión Energética

¿Cuáles son los pasos que se deben seguir para el desarrollo del Plan de gestión energética?



Paso 1 Levantamiento de información previa a la inspección

Previo al desarrollo de la inspección energética, es necesario recopilar la información básica de la empresa, entre lo que destaca:



Paso 2 Inspección Visual

Durante el desarrollo de la inspección energética, el equipo de la empresa deberá:

Caracterizar equipos consumidores de energía de la empresa, identificando:

- Datos técnicos
- Uso final y sistema al que pertenece
- Horas de uso
- Logística operacional particular del equipo
- Nivel de mantenimiento

Caracterizar sistemas consumidores de energía:

- Identificación de equipos que conforman cada sistema consumidor de energía
- Logística operacional del sistema
- Sistema de control

Caracterización de instalaciones y otros:

- Estado de instalaciones
- Espacios físicos disponibles
- Identificación de empalmes eléctricos existentes

Paso 3 Completar instrumento de levantamiento de información

Desarrollado el levantamiento de información en la empresa, se debe crear y completar un instrumento de levantamiento de información, el cual se puede apreciar a continuación:

Detalle usos de electricidad										Semanas al año	52,14	
Tipo de Equipo	Descripción	Cantidad	Potencia unitaria (kW)	Potencia total (kW)	Perfil horario			Potencia ajustada por estación			Consumo Energía (kWh/año)	Consumo Energía (\$/año)
					Hora Encendido	Hora Apagado	Horas totales semana	Invierno	Primavera	Horas de uso (Año)		
Iluminación	Iluminación pared interior (GU10)	8	0,005	0,04	9,5	24,0	93,00	0,80	0,80	6.570,00	262,80	-
Iluminación	Iluminación interior (GU10)	36	0,005	0,18	9,5	24,0	93,00	0,18	0,18	6.570,00	1.182,60	-
Iluminación	Iluminación barra (T8)	7	0,005	0,04	9,5	24,0	93,00	0,04	0,04	6.570,00	229,95	-
Iluminación	Iluminación exterior (led)	8	0,2	1,60	18,0	24,0	42,00	1,60	1,60	3.024,28	4.838,86	-
Iluminación	Iluminación baños	4	0,05	0,20	12,0	24,0	78,00	0,20	0,20	5.527,14	1.105,43	-
Iluminación	Iluminación cocina tubos led	4	0,018	0,07	9,5	24,0	93,00	0,07	0,07	6.570,00	473,04	-
Iluminación	Iluminación carteles guimalda	2	0,2	0,40	9,5	24,0	93,00	0,50	0,50	6.570,00	2.628,00	-
Iluminación	Iluminación terraza 2° piso (T8)	4	0,012	0,05	17,0	24,0	48,00	0,05	0,05	3.337,14	160,18	-
Iluminación	Iluminación empotrada baño ampollita	6	0,05	0,30	-	24,0	144,00	0,30	0,30	10.011,43	3.003,43	-
Refrigeración	Congeladores pequeños	1	0,48	0,48	-	24,0	144,00	0,07	0,09	1.777,03	852,97	-
Refrigeración	Refrigeradores Bebestibles	2	0,36	0,72	-	24,0	144,00	0,11	0,13	1.777,03	1.279,46	-
Refrigeración	refrigerador shop	1	0,32	0,32	-	24,0	144,00	0,05	0,06	1.777,03	568,65	-
Refrigeración	Máquina hielo chica	1	0,44	0,44	-	24,0	144,00	0,07	0,08	1.777,03	781,89	-
Refrigeración	Vitrina de postres (mantenedora solam)	1	0,3	0,30	-	24,0	144,00	0,05	0,05	1.777,03	533,11	-
Bombeo	Equipo de bombeo de agua	1	2	2,00	18,0	24,0	36,00	2,00	2,00	2.502,86	5.005,71	-
Aire Acondicionado	Equipo de aire acondicionado respec	1	1,6	1,60	12,0	14,0	24,00	1,60	1,60	1.668,57	2.669,71	-
Otros	Licudora	4	0,75	3,00	12,0	14,0	24,00	1,50	2,25	1.108,04	3.324,11	-
Ventiladores	Ventiladores salón principal	1	0,8	0,80	18,0	24,0	36,00	0,80	0,80	2.502,86	2.002,29	-
Extractor de aire	Campana extractora	1	0,24	0,24	11,0	24,0	78,00	0,25	0,25	5.527,14	1.326,51	-

Figura 7: Ejemplo de instrumento de levantamiento de información

El instrumento de levantamiento de información debe contener al menos los siguientes elementos:

Indicar tipo y cantidad de equipo consumidor de energía identificado en la instalación.

Indicar potencia unitaria de cada equipo consumidor de energía identificado.

Indicar cantidad de días a la semana y horas de uso en la mañana y tarde que el equipo es utilizado.

Clasificar el equipo consumidor de energía en alguno de los sistemas consumidores de energía indicado en el instrumento.

Indicar el porcentaje de ocupación del equipo en cada una de las estaciones del año (verano, otoño, invierno y primavera).

Paso 4 Reflexión y análisis de resultados

Una vez desarrollado el levantamiento de información, se deberá realizar una reunión de reflexión y análisis de resultados con la alta gerencia y/o encargados de áreas. Esta actividad de socialización debe ser obligatoria, puesto que tiene por finalidad identificar los principales equipos consumidores de energía de la empresa y proponer oportunidades de gestión energética a implementar, las cuales serán analizadas en detalle en el Plan de gestión energética.

Paso 5 Elaboración del Plan de Gestión Energética

El plan debe contar con una serie de apartados fijos, los que se indican a continuación:

Objetivos que queremos conseguir implementando este plan

Acciones que vamos a llevar a cabo para alcanzar dichos objetivos

Sistemas energéticos por intervenir

Tiempo en el que se van a desarrollar dichas acciones (corto, mediano o largo plazo)

Clasificación de la inversión necesaria para la implementación de las acciones de Gestión energética (baja, mediana o alta inversión).

Paso 6 Implementación, seguimiento y monitoreo de acciones

Para la implementación, seguimiento y monitoreo de las acciones identificadas en el Plan de gestión energética se deben desarrollar las siguientes acciones:



D.- Difusión de Resultados

Es importante difundir los resultados, conclusiones y compromisos. Es una etapa crucial, puesto que el Plan de gestión energética debe ser considerado como una actividad que involucra a todo el personal de la empresa, ya que es muy importante que todos aporten para el cumplimiento del plan, permitiendo a la empresa el cumplimiento de sus metas energéticas.

IV.15. Otras ideas para la difusión

Una vez finalizado el Plan de Gestión Energética, es importante difundirlo a todos los actores, por lo que se recomienda hacerlo llegar además a todo personal contratista que trabaje en las instalaciones de la empresa, quienes deberán cumplir los aspectos definidos y aprobados por la alta gerencia de la organización.

V. EJEMPLOS DE MEDIDAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA

A continuación, se presentan ejemplos de oportunidades de eficiencia energética, que se pueden implementar en diversos sectores industriales.

V.1. Oportunidades de Eficiencia Energética en energía eléctrica

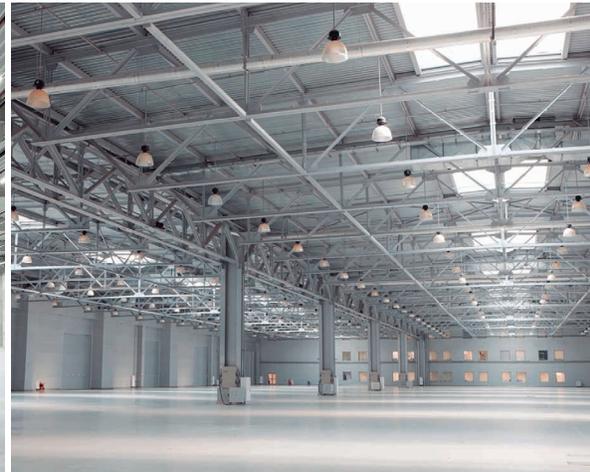
V.1.1. Recambio de luminarias

Un diseño optimizado de iluminación permite la explotación de la luz natural, implementación de dispositivos de control automático y uso de luminaria eficiente en cuanto a su relación iluminación vs consumo eléctrico (lúmenes/watt).

El uso de luz natural estaba tradicionalmente asociado a ventanas o tragaluces simples, sin embargo, actualmente existen tragaluces tubulares, los cuales tienen la ventaja de filtrar los rayos UV e IR, permitiendo transportar la luz natural hasta 15 m. A estos sistemas, se les incorpora el uso de luminaria artificial, para suplir la iluminación en ausencia de luz natural.



Luces LED encendidas



Luces LED apagadas

La iluminación LED se ha impuesto como la más eficiente y de mayor vida útil, generando mayores beneficios económicos. La tecnología LED, se basa en el uso de diodos de bajo consumo energético permiten iluminar eficientemente. La iluminación LED utiliza el 95% de su energía en generar luz y no calor como las ampollitas tradicionales, con una vida útil de al menos 5 años. A continuación, se presenta en la tabla los ahorros asociados al recambio de luminarias tradicionales por luminaria LED.

LED	Incandescentes y halógenas	Bajo consumo	Tubos Fluorescentes	Halogenuros metálicos	Vapor de sodio	Vapor de sodio sin balastro	Lúmenes
Ahorro	90%	72%	64%	61%	73%	87%	
2 W	20 W	6 W					80-120
3 W	35 W	8 W					120-250
5 W	40 W	11 W					280-380
10 W	80 W	20 W	20 W				800-950
15 W	120 W	40 W	32 W				1.250-1.500
20 W	150 W	60 W	44 W				1.600-1.800
25 W	200 W	70 W	58 W				1.850-2.050
50 W	400 W	100 W	120 W	100 W	120 W	300 W	3.000-4.000
100 W	750 W	200 W		200 W	250 W	750 W	9.000-10.000
150 W	1.000 W	300 W		300 W	400 W	1.200 W	13.000-15.000
200 W	1.500 W	400 W		400 W	500 W	1.500 W	18.000-20.000

El ahorro por recambio de iluminaria es posible determinarlo mediante la siguiente ecuación:

$$Ahorro = \left(\frac{E_1}{E_2} - 1 \right) \times \left(\frac{Vida\ útil_1}{Vida\ útil_2} \right) \times P \times h \times CE$$

E1: Eficiencia lumínica de la nueva luminaria (lumen/W)

E2: Eficiencia lumínica de la antigua luminaria (lumen/W)

Vida útil₁: Vida útil de la nueva tecnología (h)

Vida útil₂: Vida útil de la antigua tecnología (h)

P: Potencia total instalada en iluminación (kW)

h: Número de horas de funcionamiento de la iluminación por año (h/año)

CE: Costo de la electricidad (\$/kWh)

V.1.2. Recambio de motores de baja eficiencia por motores de eficiencia premium

Los motores eléctricos son máquinas encargadas de convertir la energía eléctrica en mecánica, lo que permite implementar el trabajo que se requiera, como por ejemplo el bombeo de fluidos. Estos son utilizados en diversas funciones como son molinos, bombas, climatización, mover las ruedas de un vehículo, refrigeración, entre otros. En Chile, los motores consumen cerca del 46% de la energía eléctrica nacional por lo cual trabajar sobre ellos resulta ser relevante.

Los motores estándar tienen una eficiencia promedio de 0,88 (si no han sido rebobinados), por lo cual consumen más energía que los de alta eficiencia, con eficiencias superiores a 0,92. Según esto un reemplazo de estos motores a unos de mayor eficiencia son una buena oportunidad de EE. A modo general, se puede tener en cuenta los aumentos en eficiencia energéticas asociados al recambio de motores según su potencia.

Potencia del motor (HP)	Aumento en la eficiencia
5 - 30	3,5% - 5,0%
40 - 125	3,0% - 3,5%
150 - más	2%

Los motores se clasifican según su eficiencia, de acuerdo con la siguiente nomenclatura (IE = International Efficiency)

- IE1 (Eficiencia estándar)
- IE2 (Alta eficiencia)
- IE3 (Eficiencia premium)
- IE4 (Eficiencia super premium)

El ahorro anual en costos asociado al recambio de motor es posible estimarlo mediante la siguiente ecuación:

$$A = Hp \times 0,746 \times \%C \times h \times CE \times \left[\frac{1}{Ef_{Stand}} - \frac{1}{Ef_{Alta}} \right]$$

- A: Ahorro anual en energía (\$/año)
- Hp: Potencia del motor
- %C: Porcentaje de carga del motor
- h: Número de horas de operación al año
- CE: Costo de la electricidad (\$/kWh)
- Ef_{Stand}: Eficiencia del motor estándar
- Ef_{Alta}: Eficiencia del motor de alta eficiencia o premium

A manera de ejemplo de cómo determinar el ahorro en costos mediante recambio de un motor estándar a uno de alta eficiencia, se considerará reemplazar un motor de 30 HP en un compresor de aire por un motor de alta eficiencia. El motor estándar tiene una eficiencia de 90.1%, y un motor de alta eficiencia tiene 93.1% (asumir fc=80%, h= 6.000 h/año)

$$ACO = Hp \times 0,746 \times fc \times h \times CE \times \left[\frac{1}{E_E} - \frac{1}{E_R} \right]$$

$$ACO = 30 \text{ Hp} \times 0,746 \frac{kW}{Hp} \times 0,8 \times 6.000 \frac{h}{año} \times \frac{\$100,00}{kWh} \times \left[\frac{1}{0,901} - \frac{1}{0,931} \right]$$

$$ACO = \frac{\$384.000}{año}$$

Por otra parte, ante los altos costos de recambio de motores, existen diferentes alternativas para disminuir el consumo de estos equipos, tales como:

- A** Reducción del tiempo de operación: Apagar el equipo durante horarios de almuerzo, descanso y cuando no esté en uso. También se puede instalar temporizadores, sensores de nivel, sensores de materiales u otros controladores para el funcionamiento automático del equipo según sea necesario.
- B** Implementación de variadores de frecuencia: Este instrumento permite aumentar en un 25% y 20% la eficiencia en motores de corriente alterna y motores de corriente continua (CC) con regeneración respectivamente. Además, otorgar un arranque suave del motor, y una mayor vida útil al equipo.



Figura 8: Variador de frecuencia

Una de las aplicaciones de gran utilidad de los VDF es eliminar estrangulaciones en líneas de bombeo, mediante una instalación programada por sector que permita controlar la frecuencia de giro del motor. Al controlar la frecuencia (o las RPM) se logra modificar la presión otorgando la relación caudal-presión que corresponde a cada sector.

- C** Reemplazo de motores sobredimensionados: En la industria es común el uso de motores con mayor capacidad que la requerida, esto puede llevar a ineficiencias, ya que los motores consumen la menor cantidad de energía cuando funcionan con la máxima eficiencia. Para la mayoría de los motores, esto es del 75% al 110% de su carga nominal. A medida que la carga del motor cae por debajo del 50%, la eficiencia y el factor de potencia disminuyen rápidamente. El impacto en los motores más grandes (superiores a 50 HP) es menor.

V.1.3. Cambio de tarifa de suministro eléctrico

En el caso de los clientes regulados, cuyos consumos son menores a 500 kW y opcional para menor a 5000 kW, estarán sometidos a un precio regulado por el estado conocido como precio nulo largo plazo (PNLP) para su protección ante la variación del precio de la energía. Como clientes regulados, se tiene la libertad de elegir a cuál acogerse. La recomendación es escoger aquella que se ajuste mejor a su perfil de consumo y que minimice los costos de facturación eléctrica.

V.2. Oportunidades de Eficiencia Energética en Energía Térmica

Aun cuando en los sistemas térmicos sea complejo introducir medidas de eficiencia energética, existen diversas posibilidades para generar una disminución en el gasto en combustible y por lo tanto un ahorro dentro del proceso. Dependiendo el uso, las calderas pueden funcionar las 24 horas del día y los 365 días del año. Por tanto, cualquier mejora realizada en el proceso térmico vinculado con el funcionamiento diario de la caldera producirá ahorros significativos de energía. Según esto las alternativas disponibles son:

A

Recuperación de gases de combustión: La instalación de intercambiadores de calor permite utilizar los gases de combustión, lo cual a su vez permite utilizar estos gases para precalentar el agua de ingreso a la caldera.

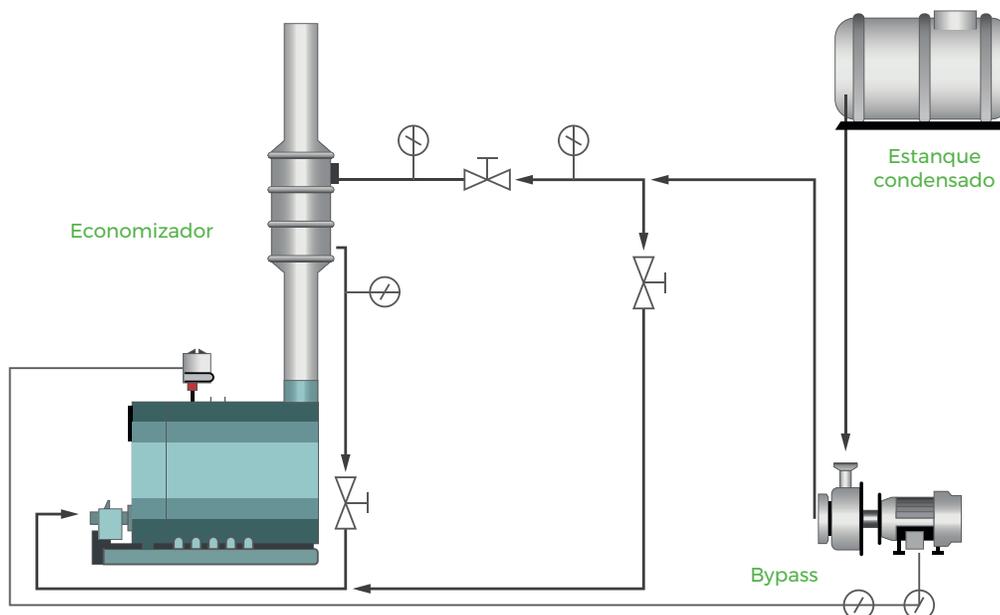


Figura 9: Sistema de recuperación de gases de combustión en calderas

- B Recuperación de calor de purgas de la caldera:** Instalación de un sistema de purga continua junto con recuperador de calor, lo que permite transferir el calor desde la purga hacia el agua de make-up de la caldera.

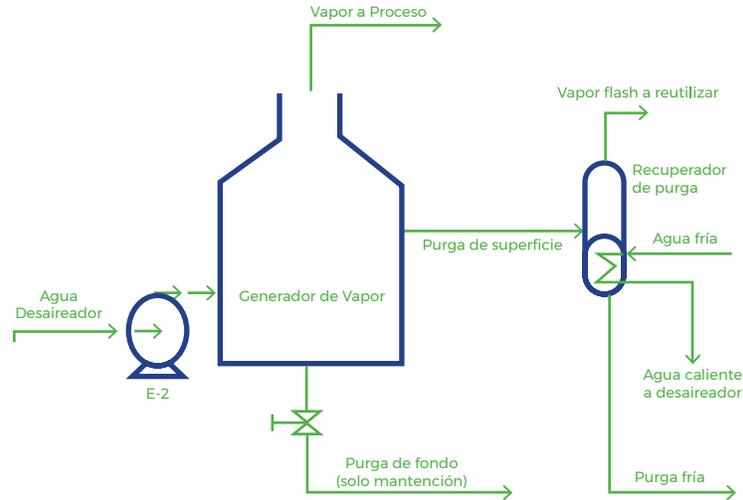
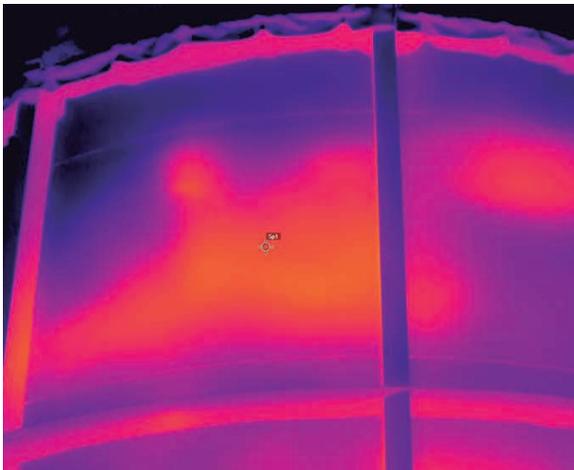


Figura 10: Sistema de recuperación de calor de purgas

- C Recuperación de calor residual de evaporadores:** En los procesos de evaporación genera condensados (vahos), los cuales poseen energía que generalmente no es aprovechada. Para esto se recomienda instalar un estanque de recuperación de condensados, el cual, mediante un serpentín, permita recuperar esa energía y transferirla hacia el agua de make-up de la caldera.
- D Aislación de equipos térmicos:** Equipos como evaporadores, secadores, hornos, estanques en general y líneas de vapor y condensado, pierden energía a través de la superficie, debido a que no poseen un aislante térmico que permita mantener la temperatura dentro de estos equipos.



Estanque con aislación



Estanque sin aislación

V.3. Utilización de energías renovables no convencionales (ERNC)

Si bien las fuentes de energía son diversas, en el contexto de la autogeneración por parte de empresas, las más adecuadas serían la solar y la biomasa. En cuanto a la energía solar se puede considerar la energía fotovoltaica y la solar térmica, mientras que en caso de la biomasa son aplicables principalmente la cogeneración con combustión directa y la cogeneración con biogás.

V.3.1. Uso de biomasa residual para la producción de energía

La biomasa es un tipo de energía renovable que utiliza residuos de materia orgánica. Es una alternativa respetuosa con el medio ambiente en comparación con los combustibles fósiles. Estos residuos orgánicos poseen un potencial energético que normalmente no es aprovechado. Según esto es posible utilizar la biomasa seca (bajo 25 % de humedad) para reemplazar una fracción del combustible generando una mezcla de ambos.

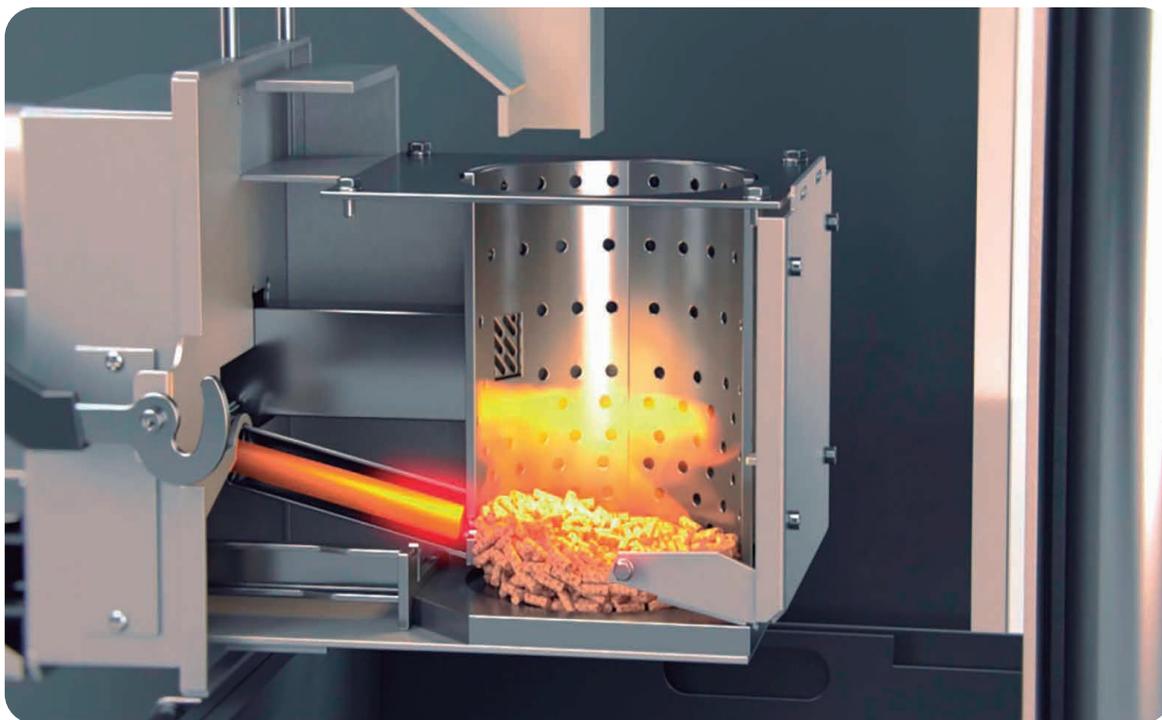


Figura 11: Uso de biomasa como combustible

Por otra parte, la diversidad de los diferentes materiales que incluye el concepto de biomasa permite plantear varios procesos de transformación (físicos, fisicoquímicos, termoquímicos o biológicos) de la biomasa en energía. Los biocombustibles sólidos, que tienen el potencial de reemplazar cantidades significativas de combustibles fósiles, se presentan en la siguiente tabla.

Característica	Pellets	Biomasa Triturada	Astillas
Poder calorífico	3.120 a 3.250 kWh/m ³	800 a 850 kWh/m ³	800 a 850 kWh/m ³
Contenido de humedad	<10%	25 - 40%	25 - 40%
Granulometría	homogénea	heterogénea	homogénea
Contenido de cenizas	2%	>2%	<2%

V.3.2. Sistema solar térmico para agua caliente

La autogeneración fotovoltaica con inyección a la red se sustenta en una tecnología madura y un marco regulatorio. En el caso de plantas menores a 100 kWp rige la Ley 20.571, conocida como net billing, en la cual un productor de energía a partir de una fuente renovable o cogeneración puede inyectar sus excedentes a la red y recibir una retribución, cuyo precio es regulado, por parte de la distribuidora. Otra alternativa sobre 100 kWp, es la constitución de un PMGD (Pequeño Medio de Generación Distribuida), el cual consiste en plantas menores a 9 MW, que se conectan a nivel de distribución y que pueden ser de cualquier fuente. Si la fuente es renovable, como lo es la fotovoltaica, entonces esta recibe el nombre MGNC (Medio de Generación no Convencional).

Un ejemplo del uso de energía solar es su uso para precalentar el agua para las calderas y/o otros usos dentro de las empresas. Este sistema reduce considerablemente la carga sobre el sistema de calderas, reduciendo a su vez el uso de combustibles.

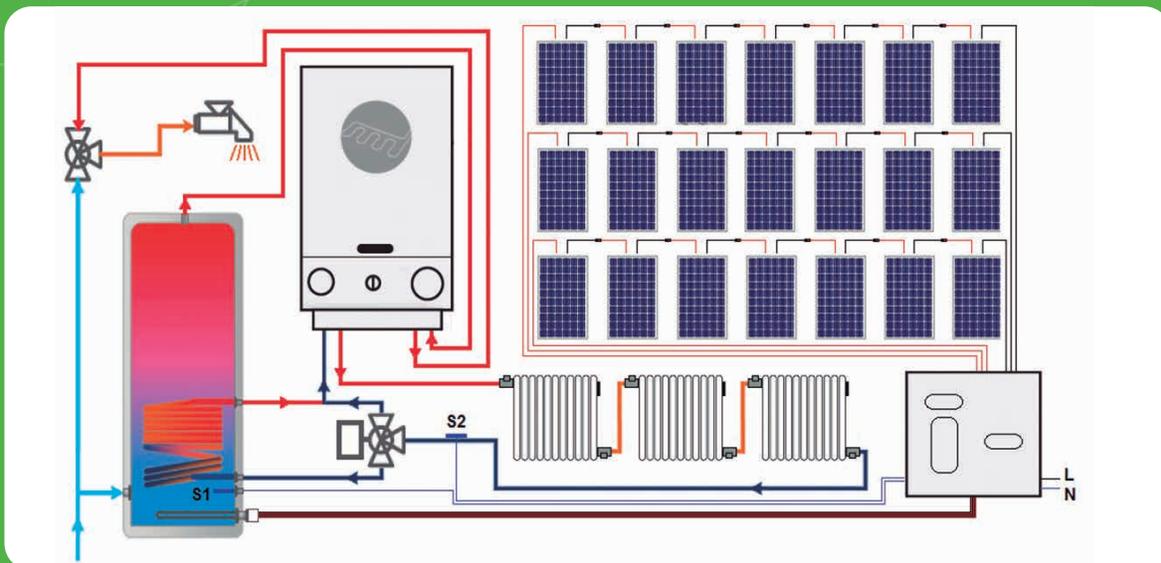


Figura 12: Sistema solar para precalentar agua para caldera

VI. GLOSARIO

En este glosario se encontrarán conceptos y definiciones asociadas al sector energía que ayudarán a conocer y entender de mejor manera este Manual.

-
- 1 **Aislación** Materiales utilizados para evitar las pérdidas o ganancias de calor.
-
- 2 **Ahorro energético** El ahorro o eficiencia energéticos consiste en utilizar la energía de mejor manera. Es decir, con la misma cantidad de energía o con menos, obtener los mismos resultados. Esto se puede lograr a través del cambio de hábitos, del uso tecnologías más eficientes, o una combinación de ambos.
-
- 3 **Bioenergía** Energía obtenida de materia orgánica y biodegradable (biomasa), la que puede ser usada directamente como combustible o convertida en otros biocombustibles. La biomasa es un material de origen biológico excluyendo el material embebido en formaciones geológicas y/o fosilizado. Los combustibles sólidos, líquidos o gaseosos producidos directa o indirectamente de biomasa, se les llama biocombustibles.
-
- 4 **Cambio Climático** Cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables.
-
- 5 **Carbono Neutralidad** Es el estado de equilibrio entre las emisiones y absorciones de GEI en un periodo específico, considerando que las emisiones son iguales o menores a las absorciones.
-
- 6 **Consumo de energía** Corresponde a toda la energía que se utiliza para llevar a cabo una acción. La unidad de medida es kWh.
-
- 7 **Corriente Alterna** Flujo de carga eléctrica a través de un conductor entre dos puntos de distinto potencial, cuya magnitud y dirección cambian en el tiempo. La manera más común de esta variación es sinusoidal. Es el tipo de corriente eléctrica que se distribuye en las redes eléctricas y llega a nuestros hogares.
-

-
- 8 Corriente Continua** Flujo continuo de carga eléctrica a través de un conductor entre dos puntos de distinto potencial, que no cambia de sentido con el tiempo (por ejemplo, en pilas, baterías y dinamos).
-
- 9 Distribución** Proceso de entrega de la energía eléctrica a los consumidores finales (residenciales, comerciales, industriales o de transporte), lo cual se realiza a través de postes de luz o cableado subterráneo.
-
- 10 Gestión Energética** Este concepto apunta a hacer un buen uso de la energía, utilizando menos energía para proveer el mismo servicio de transporte, iluminación, cocción de alimentos, calefacción, frío o diversión. Al disminuir el consumo energético, y con ello frenar la necesidad de construir nuevas fuentes de generación, se considera que la Gestión energética es la fuente de energía más limpia, segura y económica.
-
- 11 Electromovilidad** Concepto que se refiere al uso de sistemas de impulso o tracción que utilizan energía eléctrica aplicados a distintos medios de transporte.
-
- 12 Energía Eólica** Energía cinética del viento que puede ser aprovechada por turbinas eólicas para transformarla en energía mecánica y posteriormente en energía eléctrica.
-
- 13 Energía Geotérmica** Proviene del calor interno de la tierra. Esta fuente energética nos permite generar electricidad mediante el vapor y/o fluidos que están contenidos a altas temperaturas en “reservorios geotérmicos”, y que mediante tuberías aisladas son canalizados a centrales geotérmicas, donde se emplean para generar electricidad mediante turbinas.
-
- 14 Energía Hidroeléctrica (Embalse)** Fuente de energía renovable, la cual capta y acumula las aguas de un río en un embalse de manera natural (lago) o artificial (dique o presa) aumentando su presión y altura. Cuando el agua es restituida del embalse al río, permite mover al menos una turbina y generar electricidad.
-
- 15 Energía Hidroeléctrica (Pasada)** Fuente de energía renovable, la cual desvía una parte de las aguas de un río con un canal hasta un punto con altura donde se puedan retornar al mismo río. En este punto, cuando el agua es restituida desde el canal al río, permite mover al menos una turbina y generar electricidad.
-

16 **Energía Solar de Concentración**

La energía solar es una fuente de energía renovable, la tecnología de concentración es una forma de generación termoeléctrica cuyo principio es utilizar el reflejo de los rayos del sol hacia un receptor para concentrar el calor que pasa a un fluido, que luego es aprovechado para producir vapor de agua y mover una turbina que genera electricidad.

17 **Energía Solar Fotovoltaica**

Fuente de energía renovable. La tecnología fotovoltaica aprovecha la energía del sol (compuesta por fotones o partículas de luz) para generar electricidad (corriente continua) mediante un elemento semiconductor presente en las celdas fotovoltaicas.

18 **Energía Solar Térmica**

La tecnología solar térmica aprovecha la energía del sol para generar calor como, por ejemplo, para calentar agua que puede ser utilizada como agua caliente sanitaria o para calefacción tanto a nivel residencial, comercial como industrial.

19 **Energía Termoeléctrica**

Las centrales de energía termoeléctrica utilizan combustibles fósiles como carbón, gas natural o derivados del petróleo, los que son fuentes de energía no renovable, utilizadas en un ciclo termodinámico para mover una turbina y generar electricidad.

20 **Energías No Renovables**

Son aquellas que se encuentran en la naturaleza en una cantidad limitada, y por lo mismo, se agotan en el tiempo. Un ejemplo son los combustibles fósiles, que resultan de una transformación de materia orgánica, que toma millones de años.

21 **Energías Renovables**

Son aquellas que se obtienen de fuentes inagotables, como el sol, el viento, el agua, los océanos o el calor de la tierra, y son abundantes en nuestro país.

22 **Envoltente Térmica**

Serie de elementos constructivos a través de los cuales se produce el flujo térmico entre el ambiente interior y el ambiente exterior del edificio. Está constituida básicamente por los complejos de techumbre, muros, pisos y ventanas.

- 23 Lámpara** Equipo emisor de luz. Ejemplos de lámparas son las ampollas y los tubos.
-
- 24 Generación** Proceso de producción en centrales de generación eléctrica, que pueden obtener energía a través del carbón, el gas natural, el agua, el sol, el viento, entre otras. Estas centrales se encuentran ubicadas a lo largo de Chile, debido a que los recursos energéticos están distribuidos de acuerdo con la geografía de cada lugar.
-
- 25 Generación Distribuida** Capacidad de generar y consumir la energía en un mismo lugar, o por una misma instalación. Si lo instalado se encuentra conectado a la red, y genera mayor energía que lo que se consume, la empresa distribuidora pagará la energía que se inyecte a la red.
-
- 26 Infiltración** Ingreso de aire exterior hacia el interior de un recinto.
-
- 27 Gases de Efecto Invernadero (GEI)** Componente gaseoso de la atmósfera, natural o antropógeno, que absorbe y emite radiación en determinadas longitudes de onda del espectro de radiación terrestre, emitida por la superficie de la Tierra, por la propia atmósfera o por las nubes, considerados por la Convención y por la Enmienda de Kigali, o las que las reemplacen.
-
- 28 Luminaria** Estructuras que sostienen las lámparas.
-
- 29 Matriz Energética** Cuando hablamos de matriz energética se hace referencia a la información (representada generalmente en un gráfico circular) mediante la cual se muestra cuáles son las distintas fuentes energéticas que se consumen en un periodo determinado y su proporción sobre el total de la energía.
-

30 **Medidas de Energía Eléctrica**

Wh: watt-hora, simbolizado Wh, unidad de energía expresada en forma de unidades de potencia por tiempo, con lo que se da a entender que la cantidad de energía de la que se habla es capaz de producir y sustentar una cierta potencia durante un determinado tiempo. Así, un watt-hora es la energía necesaria para mantener una potencia constante de un watt (1 W) durante una hora.

W: Un watt (W) o vatio es la unidad con la que se mide la potencia del Sistema Internacional de Unidades. Si son de poca potencia, la potencia eléctrica de los aparatos eléctricos se expresa en watts, pero si son de mediana o gran potencia se expresa en kilowatts (kW) que equivale a 1.000 watts; Megawatts (MW) que equivale a 1.000.000 watts; Gigawatts (GW) que equivale a 1.000.000.000 watts, y Terawatts (TW) que equivale a 1.000.000.000.000 watts.

31 **Sector Energético**

El sector energía comprende todas las actividades de estudio, exploración, explotación, generación, transmisión, transporte, almacenamiento, distribución, consumo, uso eficiente, importación y exportación, y cualquiera otra que concierna a la electricidad, carbón, gas, petróleo y derivados, energía nuclear, geotérmica y solar, y demás fuentes energéticas.

32 **Toneladas Equivalentes de CO₂ (CO₂e)**

Una tonelada de CO₂ equivalente es una unidad de referencia para el conjunto de Gases de Efecto Invernadero (GEI), ya que no todos los GEI tienen la misma capacidad de provocar calentamiento global y su intensidad depende del poder de radiación y el tiempo promedio que permanece la molécula del gas en la atmósfera. Por esto al promedio de calentamiento que pueden causar en conjunto, se le conoce como “Potencial de Calentamiento Global” (PCG), el cual es obtenido matemáticamente y es expresado en relación con el nivel de (CO₂), es decir, el PCG permite referenciar los GEI a unidades de CO₂ equivalente (CO₂e).

33 **Toneladas Equivalentes de CO₂ (CO₂e)**

Proceso de transporte de la energía eléctrica, desde las centrales de generación a través de torres de transmisión eléctricas instaladas a lo largo del país.

VII. BIBLIOGRAFÍA

[1] B. Capehart, W. Turner, W. Kennedy, Eds. "Guide to Energy Management", 7th Edition, The Fairmont Press, Atlanta, GA, 2008.

[2] B. Capehart Ed. "Encyclopedia of Energy Engineering and Technology", Four Volumes. CRC Press. Boca Ratón, FL. 2007.

[3] W. Turner, Ed. "Energy Management Handbook", 3rd Edition, The Fairmont Press, Atlanta, GA, 1997.



PONTIFICIA
UNIVERSIDAD
CATÓLICA DE
VALPARAÍSO

NBC
Núcleo Biotecnología Curauma