

MANUAL DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LA INDUSTRIA DE ALIMENTOS ELABORADOS

PRESENTACION

La Agencia Chilena de Eficiencia Energética (AChEE) y la Asociación de Empresas de Alimentos de Chile, Chilealimentos A.G., tienen el agrado de presentar el Manual de Eficiencia Energética para la Industria de los Alimentos Elaborados, orientado a impulsar el desarrollo de herramientas para el uso eficiente de la energía que permitan mejorar la productividad y competitividad del sector.

Este producto consolida el trabajo conjunto de la Agencia Chilena de Eficiencia Energética y Chilealimentos A.G. en torno a la promoción y desarrollo de la eficiencia energética para el sector de alimentos procesados, compromiso que partió el 2009 con la firma de un protocolo de acuerdo que buscaba un trabajo conjunto en la promoción, desarrollo y formación para el sector en temas de eficiencia energética, entre diversas actividades ya realizadas. Hoy a través de los diagnósticos de energía realizados por Schwager Energy S.A. a 20 plantas asociadas a Chilealimentos A.G. durante los años 2010 y 2011, se han incorporado estos como base para la sistematización y elaboración de los contenidos de este manual .

Según los estudios realizados, una planta típica de la industria alimenticia lograría una reducción en su consumo de energía a lo menos en un 10% y, en ocasiones, hasta en un 30%, dependiendo de las tecnologías que utilicen, aplicando medidas de eficiencia energética. Además, dicho ahorro de energía corresponde, en su mayoría, a energía térmica. Es decir, directamente de los combustibles, puesto que aproximadamente el 70% de la energía consumida por una planta de alimentos proviene directamente de esta fuente. Por esta razón, de las 13 medidas de eficiencia energética que se presentan en este manual, nueve tienen estrecha relación con el ahorro de calor. Razón por la cual, se recomienda poner atención a los procesos ligados a la generación y distribución de vapor, a la energía residual que es desechada y a los equipos que utilizan una gran cantidad de energía, como secadores, hornos o evaporadores.

La industria de alimentos elaborados ha experimentado un notable crecimiento en los últimos años, lo que va de la mano con el aumento de los estándares de exigencias en que, incluso, la sociedad civil ejerce presión para que las empresas sean responsables con las personas, el entorno y las necesidades del país. Por lo tanto, la detección de oportunidades y la posterior implementación de medidas de eficiencia energética contribuyen en gran medida a una reducción de costos, así como también a proyectar una imagen de compromiso con el medioambiente.

La invitación que se extiende tanto a los empresarios, gerentes, jefes de planta y trabajadores de la industria de alimentos es a incorporar los mecanismos de eficiencia energética, por lo que esperamos que este manual sea una herramienta de referencia que permita facilitar la gestión energética dentro del sector.

INDICE

1.	Eficiencia energética y gestión de la energía	9
1.1	El escenario energético en Chile	9
1.2	Uso de la energía en la industria alimenticia	12
1.3	Potencial de eficiencia energética de la industria alimenticia	13
1.4	Concretar las posibles medidas de eficiencia energética	14
1.4.1	Paso 1: Conocer las oportunidades: El diagnóstico de energía	14
1.4.1.1	Preparación y recolección de información	15
1.4.1.2	Análisis de datos	15
1.4.1.3	Identificación de oportunidades de EE	15
1.4.1.4	Evaluación de oportunidades de ahorro de EE	17
1.4.2	Paso 2: Aprovechar las oportunidades: implementación de mejoras	17
1.4.3	Paso 3: Dar continuidad y determinar resultados	18
1.4.3.1	La gestión de la energía	18
1.4.3.2	La norma internacional ISO 50001	19
1.4.3.3	Medición y Verificación (M&V)	21
2.	El proceso de manufactura y la energía en una planta de alimentos	25
2.1	Proceso productivo	25
2.1.1	Recepción y descarga	25
2.1.2	Selección, lavado y distribución	26
2.1.3	Acondicionamiento de materia prima	26
2.1.4	Cocción	27
2.1.5	Enfriamiento	27
2.1.6	Secado	28
2.1.7	Ventilación	28
2.1.8	Blanqueo	28
2.1.9	Congelado de frutas y hortalizas	29
2.1.10	Maceración	29
2.1.11	Separación sólido-líquido	29
2.1.12	Evaporación (Pre-concentración)	30
2.1.13	Clarificación	30
2.1.14	Refinación	30
2.1.15	Envasado y etiquetado	30
2.1.16	Distribución o bodega	31
2.2	Diagrama de flujo	32
2.3	Equipos transversales y puntos de partida de EE	33
2.3.1	Calderas y líneas de distribución de vapor y agua caliente	33
2.3.2	Sistemas de generación de frío	33
2.3.3	Sistemas de generación y distribución de aire comprimido	33
2.3.4	Transformadores y red eléctrica	34

2.4	Usos auxiliares de energía	34
2.5	Generación y manejo de desechos	34
3.	Cuentas de energía y la distribución de energía en las plantas	39
3.1	Energía eléctrica	39
3.2	Combustibles	44
3.3	Balance de energía	47
3.3.1	Balance de energía eléctrica	48
3.3.2	Balance de energía térmica	50
4.	Oportunidades de eficiencia energética	55
4.1	Oportunidades de eficiencia energética en energía eléctrica	55
4.1.1	Instalación de motores de alta eficiencia	55
4.1.2	Instalación de iluminación de alta eficiencia	56
4.1.3	Instalación de variadores de frecuencia en ciclos de refrigeración	56
4.1.4	Desconectar transformadores en temporada baja	57
4.2	Oportunidades de eficiencia energética en energía térmica	58
4.2.1	Economizador de caldera	58
4.2.2	Aislación de equipos térmicos y líneas de vapor-condensado	58
4.2.3	Recuperación de calor residual de evaporadores	59
4.2.4	Recuperación de calor de purgas de calderas	60
4.2.5	Sistema integral de control de caldera	60
4.2.6	Recuperación de calor residual de chimeneas	61
4.3	Utilización de energías renovables no convencionales	63
4.3.1	Biomasa	63
4.3.2	Gasificación de residuos por pirólisis y cogeneración	63
4.3.3	Sistema solar térmico para agua caliente	64
5.	Conclusiones y comentarios	69
5.1	Buenas prácticas de energía	69
5.2	Huella de carbono y reducción de emisiones de dióxido de carbono	70
5.3	Conclusiones generales	71
6.	Glosario de términos	74
7.	Bibliografía	76
7.1	Libros	76
7.2	Páginas web	76

1. Eficiencia energética y gestión de la energía

1.1 El escenario energético en Chile

Chile posee algunas políticas y metas directamente relacionadas con el uso eficiente de la energía, que son los pilares establecidos el año 2010 por el Ministerio de Energía: energía a precios competitivos, procurar que todos tengan acceso a la energía y, que ésta sea amigable con el medio ambiente. Asimismo, dentro de las metas 20/20 del país, establecidas por el gobierno se indica que si se toma como base el año 2007, para el 2020 Chile deberá reducir en un 20% sus emisiones de dióxido de carbono (CO₂ es un gas de efecto invernadero) y, contar con el 20% de la matriz eléctrica con generación proveniente de energías renovables. Ambas están relacionadas con eficiencia energética.

Recientemente, Chile se insertó en el concierto internacional de un grupo selecto de países miembros de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE). En la figura n°1.1 se muestra la relación entre el Producto Interno Bruto (PIB) y el consumo de energía. En esta se encuentra la relación entre estas variables de países pertenecientes a la OCDE, con economías más desarrolladas y diversificadas que la nuestra, en que ambas curvas están “desacopladas”; el PIB no depende en una relación “uno a uno” de la energía. Además, se muestra el caso de Chile como un opuesto, en que las curvas del PIB y del consumo de energía se siguen mutuamente año tras año, es decir, están “acopladas”. El desacople se producirá a través de la implementación de políticas y programas de eficiencia energética.

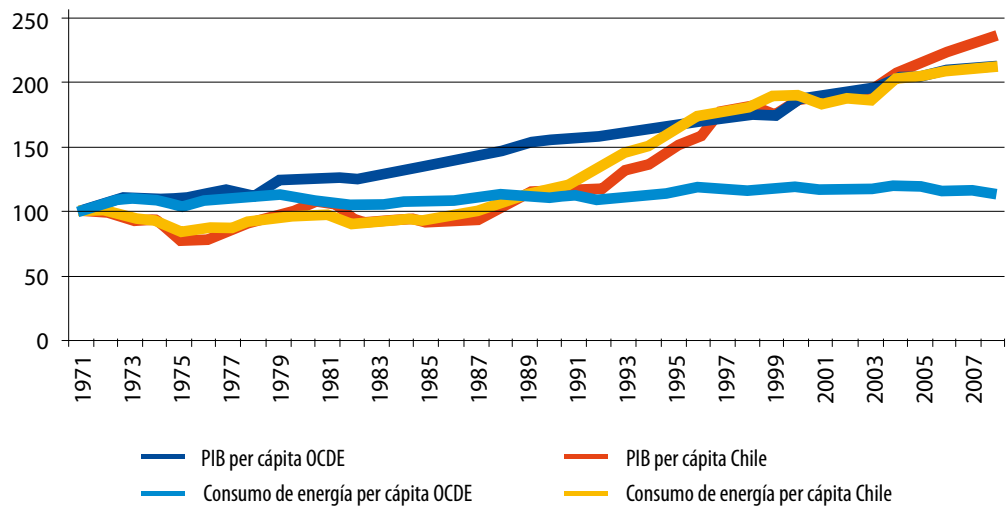


Figura n°1.1: Variación del PIB y el Consumo de Energía en los países de la OCDE y en Chile.
Fuente: Balance Nacional de energía (BNE), 1971 – 2008 (Año 1971: base 100).

Así, en enero de 2012, el gobierno planteó una planificación estratégica de energía para los próximos 20 años, indicando que no solamente se desea más energía, sino que ésta también sea una energía segura, limpia y económica.

Para ello, se ha hecho un compromiso con la eficiencia energética como el punto de partida de esta estrategia y contempla un programa a 20 años para desacoplar el crecimiento económico del consumo de energía. Así, se está planteando una meta de desviar el 12% al año 2020, que habría significado el consumo de energía sin esta nueva campaña de eficiencia energética, que implica ahorrar una cantidad de energía equivalente a más de 1.100 megawatts instalados.

Esta estrategia se basa en un conjunto de ocho pilares:

- 1) Eficiencia energética (EE).
- 2) Generación a partir de energías renovables no convencionales (ERNC).
- 3) Incrementar la participación de la hidroelectricidad (de un 34% a cifras entre el 45 y el 50%).
- 4) Nuevas normas de emisiones para empresas termoeléctricas (con estándares de la OCDE).
- 5) Asegurar el suministro de energía, mejorar la capacidad y tecnología de las líneas de transmisión.
- 6) Un mercado eléctrico más transparente y competitivo.
- 7) La integración regional. Una interconexión eléctrica con países de América Latina.
- 8) Perfeccionar nuestra legislación institucional e institucionalidad ambiental.

La distribución del consumo energético nacional en teracalorías y términos porcentuales, según el Balance Nacional de Energía (BNE) del año 2010, se muestra en la Figura n°1.2. Claramente se observa la gran importancia del sector industrial y minero, con un 38% del consumo total, incluyendo al sector alimenticio.

Consumo Sectorial de Energía 2010 (Teracalorías)

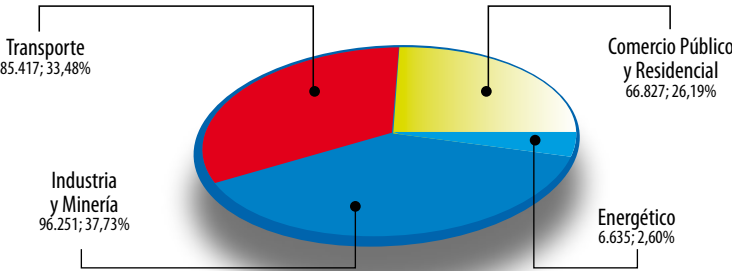


Figura n°1.2: Consumo sectorial de energía, con un total de 255.130 Teracalorías
Fuente: Balance Nacional de Energía 2010.

En Chile existen muchísimas oportunidades para ser más eficientes en el uso de nuestra energía y lograr el desacople. El Programa de Estudios e Investigaciones en Energía (PRIEN) de la Universidad de Chile, ha publicado dos estudios: uno en el año 2008 y el otro en 2010, los que vienen a confirmar esta premisa. Mientras el primero indica que Chile tiene el potencial para reducir su consumo de energía en un 15% en el período 2010-2020. El segundo concluye que, para el mismo período, existirían dos escenarios: uno pesimista, con un potencial de reducción de un 7% y, uno optimista, con un 13%. Ambos valores dan un promedio de un 10%. Así, hay una gran cantidad de oportunidades de ahorro a través de la implementación de proyectos de eficiencia energética.

Los programas de gestión energética que se implementan en general, son de impacto variado pero significativo, dependiendo del tipo de empresa y del rubro al que pertenezca. Según estudios del PRIEN (2010) los potenciales ahorros de las empresas por sector al que pertenezcan se muestran en la figura n°1.3.

Distribución del Potencial de Ahorro Energético

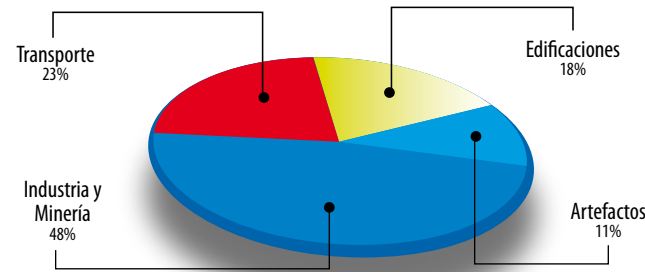


Figura n°1.3: Distribución del potencial de ahorro energético estimado al 2020 (Fuente: PRIEN – Universidad de Chile, 2010).

Es interesante notar que, para el sector industrial y minero, el PRIEN indica un potencial de ahorro de un 48%, al que pertenece la industria alimenticia, a pesar de que su consumo de energía es el 38% del país, indicando el gran potencial de eficiencia energética del sector.

Debido al crecimiento económico del país, se estima que en los años venideros, Chile tendrá una creciente demanda de energía debido a su constante crecimiento económico, la que sólo disminuirá si se logra algún grado de desacople de las curvas del PIB y de la energía. Es más, el costo de la energía en el mundo seguirá subiendo, lo que tendrá un mayor impacto en Chile, donde más del 50% de las fuentes de energía son importadas. Muchos expertos concuerdan en que la época de la energía barata ha llegado a su fin y, que habrá limitaciones en su oferta, por lo que estamos obligados a utilizarla en la forma más eficiente posible para mantener nuestra industria competitiva. Este es justamente el fin de la eficiencia energética y, una de las razones de la elaboración de este manual.

1.2 Uso de la energía en la industria alimenticia

En Chile, en 2004, la industria alimenticia representaba, aproximadamente, un 10% del PIB. Durante 2008 el sector alimentos demostró ser la segunda fuerza exportadora del país, con más de US\$ 12 mil millones en ventas. En los últimos años, las exportaciones de alimentos han crecido a una tasa aproximada de US\$ 1.000 millones por año (Fuente: Banco Central, ODEPA y Chilealimentos). Esto demuestra la contribución al PIB del sector alimenticio indicando su creciente evolución productiva, comparado con otros sectores industriales del país.

En el ámbito de la agricultura y todas las actividades relacionadas a ésta, la OCDE recalcó la importancia y la contribución de esta actividad en el éxito económico que ha tenido el país, indicando que la estadística del 4% del PIB no refleja la real importancia de la silvoagricultura, específicamente del sector alimenticio, en la economía nacional.

La influencia del sector alimenticio en el consumo de energía del país aparece dentro del sector industrial y minero en el BNE 2010, como se indica en la figura n°1.2. Asimismo, el potencial de ahorro energético del sector alimenticio aparece dentro del sector industrial y minero indicado por el estudio del PRIEN, como se muestra en la figura n°1.3. Los tipos de energía utilizados por el sector alimenticio del país, son del tipo eléctrico y térmico, en que el segundo es cinco veces mayor que el primero. Así, el sector alimenticio es térmicamente muy energo-intensivo y, por lo tanto, las oportunidades de eficiencia energética para este sector recaerán mayoritariamente en aquellas de energía térmica.

1.3 Potencial de eficiencia energética de la industria alimenticia

El análisis de las oportunidades de eficiencia energética debe ser técnica y económicamente exhaustivo y con datos operacionales. Lo que se busca es encontrar los ahorros de energía eléctrica y térmica, la reducción de costos asociados, el costo de implementación de cada oportunidad, su período de pago simple y, el retorno a la inversión. El potencial de ahorro por medidas de eficiencia energética para el sector de alimentos se concentra en 3 grupos según el grado de inversión.

Tabla n°1.1: Ahorros potenciales según costos de inversión y períodos de pago.

Ahorro Potencial	Costos de Inversión y Períodos de Pago
5 a 15%	Sin costo de inversión, sólo mejorando la mantención. Ejemplo: Eliminar o reducir fugas de agua, vapor y aire comprimido, interruptores, iluminación, cambiar los set up de operación de algunos equipos, motores de alta eficiencia, recuperación de condensado de calderas.
15 a 30%	Con bajo costo de inversión y períodos de pagos menores a 5 años. Ejemplo: Aislación de cañerías, reducción de factor de potencia, recuperación de purgas de calderas, economizador en calderas, eficiencia de calderas y cocedores, evaporadores, etc.
30 a 50%	Con costos de inversión mayores y períodos de retorno superiores a 5 años. Ejemplo: Aislación en calderas, cocedores, evaporadores, generación de biogás a partir de biomasa, sistemas de cogeneración a partir de biomasa o para satisfacer las cargas térmicas de calor o enfriamiento, etc.

1.4 Concretar las posibles medidas de eficiencia energética

La necesidad de optimizar procesos, reducir costos, ser responsables con la sociedad y el medio ambiente ha generado un sucesivo cuestionamiento en las industrias, que han dado cabida a la posibilidad de indagar en el concepto de eficiencia energética, el que va tomando relevancia en una sociedad cada vez más exigente con los estándares de producción. Es por esto que se hace necesario concretar las posibilidades de ahorro potencial, pero para ello se precisa de una metodología que sea aplicable a toda la industria manufacturera de alimentos y, que se proyecta como una estrategia para llevar a cabo un mejor aprovechamiento de la energía.

1.4.1 Paso 1: Conocer las oportunidades: El diagnóstico de energía

Uno de los objetivos de una auditoría de energía es examinar la manera en que ésta (en todos sus tipos y formas) es utilizada en las plantas o edificios. Además, identifica alternativas para reducir consumo y costos para que la industria sea más competitiva. Las empresas pueden ahorrar en promedio entre un 20 y un 40% de su actual uso de energía, pudiendo superar el 50% como resultado de una auditoría o diagnóstico de energía. La Agencia Chilena de Eficiencia Energética posee un registro de consultores para la realización de diagnósticos energéticos. Los profesionales registrados se encuentran calificados para ofrecer y realizar el servicio de ejecutar un diagnóstico energético.

En general, el algoritmo que se sigue es el presentado a continuación en la Figura n°1.4.

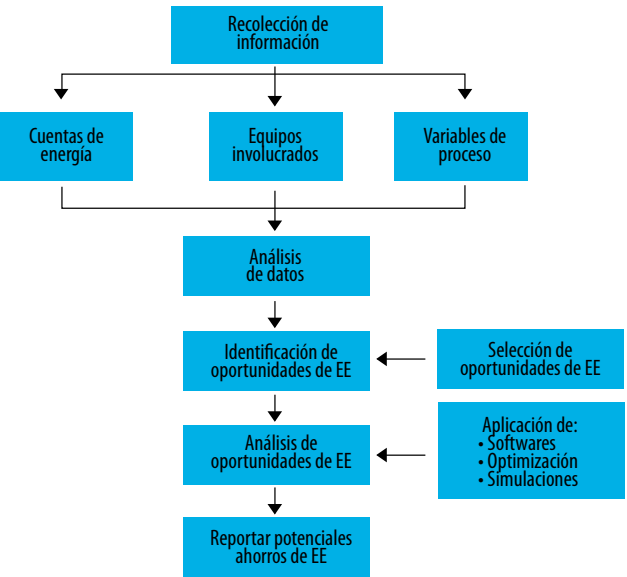


Figura n°1.4: Esquema general de una auditoría de energía (Fuente: Schwager Energy).

1.4.1.1 Preparación y recolección de información

Para realizar una óptima recolección de datos, es necesario preparar un equipo que participe y planifique el diagnóstico. Esto conlleva la asignación, por parte de la planta, de una persona encargada de facilitar al equipo auditor con información que se solicite, así como de estar familiarizado con los procesos a examinar. La recolección de información parte con un trabajo antes de la auditoría misma. Éste considera la obtención y análisis de las cuentas de energía de todo tipo utilizada en la planta, de los equipos involucrados en el proceso productivo que consumen energía, de los procedimientos y políticas de mantenimiento y compra de equipos en la planta, así como de las oportunidades de financiamiento, tanto interno (en la planta o empresa), como externo (préstamos bancarios, leasing, etc.). Adicionalmente, es muy útil disponer de un plano general de la planta para efectos de ubicación de los equipos, procesos y flujo de materiales. La ubicación geográfica de la planta es necesaria para efectos de la influencia del clima, así como lo es el número de horas de funcionamiento anuales, el número de turnos y el personal asociado.

En cuanto a las variables del proceso, éstas son las relacionadas a la cantidad de energía utilizada por la planta por unidades producidas: kWh por tonelada de producto anual, costo de energía por tonelada de producto, etc.

El proceso de auditoría comienza por tener reuniones introductorias para definir el plan de trabajo, conversar con el gerente de planta y conocer las políticas de la planta, con los supervisores, ingenieros, técnicos y operadores. Ellos conocen los procesos y equipos mejor que nadie y son una excelente fuente de información.

1.4.1.2 Análisis de datos

Este análisis corresponde principalmente a información del consumo de energía de la planta, sus procesos y sus equipos, como se discute en los siguientes capítulos. Esta información debe ser analizada antes de visitar la planta, ya que permite tener una buena imagen de cómo está funcionando, la calidad del servicio energético, su uso, políticas de mantenimiento, problemas puntuales, potenciales procesos que merecen mayor atención que el resto, los equipos involucrados, posibilidades propias de financiamiento, etc.

1.4.1.3 Identificación de oportunidades de EE

La identificación de oportunidades de ahorro se logra obteniendo primero información detallada sobre los equipos y operación de la planta. A medida que se examinan los procesos y sus equipos, las siguientes preguntas deben hacerse para identificar oportunidades de EE:

- ¿Qué función cumple el equipo y cómo este la sirve?
- ¿Cuánta energía consume el equipo?

- ¿Cómo sabemos 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?
- ¿Cómo debe ser mantenido el sistema?
- ¿Quién(es) es(son) responsable(s) de la mantención y operación eficiente de este equipo?
- ¿Están los equipos funcionando como deben?. Si su tamaño es el adecuado o si están sobredimensionados, ¿están sincronizados respecto del proceso?

La visión debe ser crítica en estos aspectos, para buscar el mejor uso de la energía para los procesos involucrados. Los principales sistemas a examinar son:

- 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.

Para dar un grado de importancia comparativo a las oportunidades de ahorro encontradas se recurre a un proceso de selección de oportunidades de eficiencia energética (SOEE). Este es una selección de las oportunidades que se analizarán y que se incluirán en el reporte final de potenciales oportunidades de EE. Este proceso debe involucrar a aquellos representantes de la planta que toman decisiones en el sentido de la implementación o no de los proyectos asociados a las oportunidades de ahorro (OA) encontradas.

Se analiza la relevancia y aspectos técnicos de las OA y, se solicita a los representantes de la planta una “nota” que abarque no sólo la idea de que es un proyecto interesante para la planta, sino que también su posibilidad de implementación. Por ejemplo, esta nota puede ir en una escala del 1 al 5, en donde 1 representa la filosofía de “no nos interesa, no es parte de la política de la empresa” y, el 5 representa aquella oportunidad que es de sumo interés para la planta y la empresa, que se ha entendido su importancia y que tiene una gran oportunidad de ser implementada. Al final de esta discusión, el grupo auditor se dedicará a trabajar solamente en aquellas oportunidades que han tenido nota 4 ó 5 y tal vez en las con nota 3, pero definitivamente no trabajará en aquellas con nota 1 y/o 2.

1.4.1.4 Evaluación de oportunidades de ahorro de EE

Este análisis tiene por finalidad determinar cuantitativamente cuáles oportunidades se incluirán en el reporte final y su clasificación.

El análisis de las OA busca encontrar los ahorros de energía eléctrica y térmica (kWh y kW, y MMBtu o Kcal, respectivamente), reducción en costos asociados, el costo de implementación de la OA, su período de pago simple y el retorno a la inversión. Para realizar esto muchas veces es útil recurrir a software, bases de datos, o simulaciones que permitan tener una buena representación de la situación original y de la que se está proponiendo. La diferencia entre ambas es lo que la OA arrojará como el ahorro buscado.

Finalmente, las oportunidades analizadas se ordenan y reportan a gerencia con todo el detalle de los ahorros energéticos que generan, el período de pago, el costo de implementación, etc. Uno de los más usados es el de tipo Pareto: aquellas OA que representan el 20% del total, pero que generan el 80% de los ahorros.

1.4.2 Paso 2: Aprovechar las oportunidades: implementación de mejoras

La implementación de mejoras pasa por la evaluación de las oportunidades, el establecimiento de objetivos y metas, incluyendo el apoyo al grupo de energía quien tendrá la obligación de implementar las OA más prometedoras, que sean producto del proceso de evaluación del uso de la energía. El grupo asignado será responsable de asignar proyectos, establecer tiempos de ejecución, procedimiento entrega de resultados, que recursos económicos sean provistos y que los procedimientos establecidos sean seguidos.

Un aspecto fundamental es el monitoreo y tener retroalimentación, sino el proceso será incompleto. En una auditoría de energía, el monitoreo muestra qué medidas contribuyen a lograr los objetivos de la empresa, qué medidas han sido contraproducentes y saber si los objetivos mismos fueron muy bajos o tal vez muy altos. Si la diferencia entre los objetivos planeados y los resultados obtenidos es muy alta, entonces se recomienda iniciar un análisis para determinar las razones de la diferencia y desarrollar nuevos objetivos, iniciar una nueva acción y monitorear los nuevos resultados. Así, el análisis y el proceso en general se mejora con cada resultado.

El plan de implementación de oportunidades pasará por las oportunidades de financiamiento, incluso si se prevé que los ahorros serán sustantivos. En Chile existe una variedad de métodos de financiamiento los que se resumen a continuación:

- Capital de financiamiento en la empresa misma.
- Incentivos de algunas empresas de energía.
- Financiamiento por préstamos y leasing.
- Energy Service Companies (ESCO's):
 - Contratos por desempeño.
 - Ahorros compartidos.
 - Seguro garantizado de ahorro de energía.

Para conocer el detalle de cada una de éstas y otros que no estén nombradas, se recomienda contactar a la Agencia Chilena de Eficiencia Energética (ACHEE). La materialización de las mejoras obedecerá a un plan estratégico de gestión de la energía, como se analiza en la siguiente sección.

1.4.3 Paso 3: Dar continuidad y determinar resultados

1.4.3.1 La gestión de la energía

El plan de gestión de energía tiene como función garantizar que los ahorros por eficiencia energética permanezcan en el tiempo, y permitir a la empresa entrar en un proceso de mejora continua de eficiencia energética que logre encontrar e implementar permanentemente oportunidades de eficiencia energética, haciendo que la planta sea más competitiva y productiva.

Un sistema de gestión de energía, considera los siguientes puntos:

- Designar un coordinador(a) o administrador(a) de energía, o un ingeniero(a) de energía.
- Comités de apoyo.

- Presupuesto y centros de costo.
- Informes y monitoreo.
- Entrenamiento.
- Visibilidad y comienzo del programa.

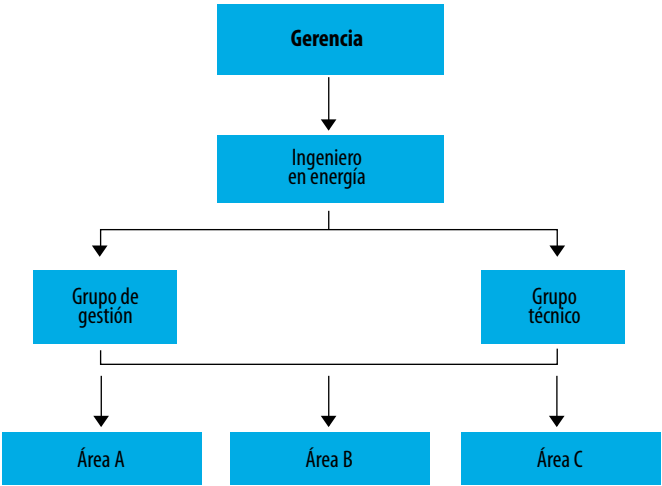


Figura n°1.5: Estructura organizacional para un programa de gestión de la energía.

1.4.3.2 La norma internacional ISO 50001

La norma ISO 50001 de gestión de la energía, considera procesos que son aplicables a plantas industriales, edificios, escuelas, hospitales, etc. Está basado en el ciclo de mejoramiento continuo formato (figura n° 1.6) **“Planificar-Hacer-Verificar-Actuar”** (Plan-Do-Check-Act). Se estima que la adopción, de esta norma tendría el potencial de ahorrar el 60% de la energía que hoy se utiliza en el mundo. Sus características principales son:

- Establecer una política energética.
- Asignar claras responsabilidades.
- Desarrollar una revisión energética.

- Establecer línea base.
- Identificar indicadores energéticos adecuados.
- Establecer objetivos y metas.
- Crear un sistema de control documental.
- Comunicar internamente el desempeño energético y del Sistema de Gestión de Energía (SGE).
- Generar especificaciones para evaluar energéticamente los nuevos diseños.
- Generar especificaciones para compras.

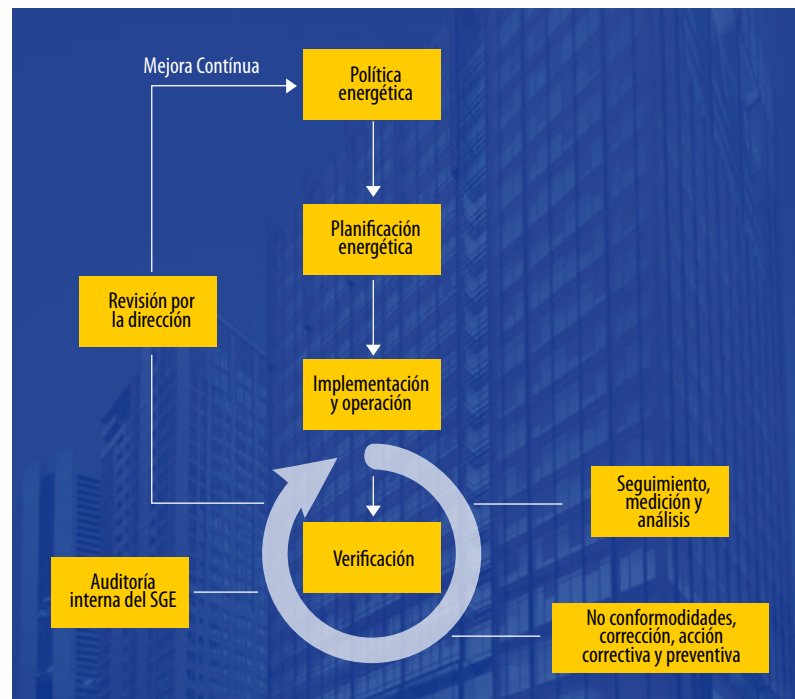


Figura n°1.6: Ciclo de mejoramiento continuo de la ISO 50001.

1.4.3.3 Medición y Verificación (M&V)

La importancia de M&V es fundamental para controlar el consumo de energía en un cierto período. La M&V puede ser definido, como el proceso de identificación, medida y cuantificación de los consumos de energía. M&V es un set de metodologías utilizadas para validar y cuantificar cambios propuestos en patrones de uso de energía que resultan de intervenciones identificadas. Este proceso considera el uso de equipos de monitoreo y medición, tests y requisitos para emitir un informe. El objetivo de M&V es el de tener un método de control del consumo, verificar los ahorros y utilizarlos como herramienta en el mercado, para medir, verificar y documentar cambios en la energía utilizada. Este proceso está asociado al de gestión de la energía, ya que con esto se puede verificar la obtención de las metas de ahorro predeterminadas por la empresa, así como también asignar centros de costo bajo contratos de desempeño por área, sección o por planta. El proceso de M&V típicamente involucra cinco pasos primarios:

- Realizar el diagnóstico de pre-construcción de M&V.
- Desarrollar e implementar el plan de M&V.
- Identificar la línea base del proyecto de M&V.
- Entregar un reporte de las implementaciones.
- Realizar inspecciones regulares de la planta y proveer reportes de M&V.

El protocolo de M&V más ampliamente utilizado es el International Performance Measurement & Verification Protocol (IPMVP, abril 2003). Este provee metodologías alternativas para alcanzar los requisitos de verificación de ahorros.



2. El proceso de manufactura y la energía en una planta de alimentos

Las empresas que pertenecen a Chilealimentos poseen una variada gama de productos y de procesos. Basados en un análisis de los estudios y diagnósticos de eficiencia energética realizada a doce empresas, con el objetivo de mostrar las posibilidades de reducción del uso de la energía en la industria alimenticia, se describirán brevemente los procesos involucrados, sin embargo, estas poseen algunas características en común y se podrían clasificar en cuatro grandes tipos:

- Conservas.
- Deshidratados.
- Congelados.
- Jugos concentrados.

De esta manera se presentará en conjunto, el tipo de energía que utilizan y el servicio ligado para que se lleve a cabo el proceso, precisamente con el fin de representar la actualidad de la industria de alimentos.

2.1 Proceso productivo

Para lograr identificar oportunidades concretas de ahorro de energía, es necesario en primer lugar, identificar y conocer los procesos productivos que ocupa cada empresa, en particular los equipos involucrados con sus variables de operación, tiempos de operación, etc. Estos dependen en gran medida del producto que oferten las distintas empresas del rubro, pero es indispensable determinar estos datos específicamente para poder cuantificar qué influencia tienen los diferentes procesos y equipos sobre el consumo de cada tipo de energía (eléctrica y/o térmica), luego de esto se focalizan los esfuerzos en los procesos de mayor consumo energético.

En la figura n°2.1, se detalla el proceso desde la llegada de la materia prima hasta el producto final, considerando los principales cuatro tipos de industrias anteriormente mencionados. Además, se indica el tipo de energético asociado a cada proceso en particular.

A continuación se presenta y describen los procesos de mayor relevancia energéticamente.

2.1.1 Recepción y descarga

La materia prima es traída por camiones a la planta. Allí, los camiones son pesados en la entrada y salida y los productos son descargados en una zona diseñada especialmente para ello, de manera de hacer una preselección de estos. El uso de energía relacionado a este ítem está ligado fuertemente al uso de combustibles utilizados para movilización.

2.1.2 Selección, lavado y distribución

En esta parte del proceso, la materia prima es primeramente inspeccionada y seleccionada. En el caso de frutas que están en mal estado son descartadas por personal especializado. Luego son lavadas y distribuidas según la línea de producción. Este proceso puede ocurrir a través de cintas transportadoras o en piscinas. El agua utilizada suele ser potable y recirculada para sacar hojas, arena, tierra y material orgánico. En muchas plantas se utiliza un segundo lavado de agua con ozono, cloro u otro compuesto químico para desinfectar. La distribución se hace a través de una cinta transportadora, previo a una selección manual. Aquí se generan los RILes propios del lavado debido al uso de agua y desinfectantes. El uso de energía es básicamente eléctrica utilizada para los motores de las bombas de agua y/o correas transportadoras. Véase el subcapítulo n°2.3 el ítem relacionado a “Sistemas de generación y distribución de aire comprimido”.

2.1.3 Acondicionamiento de materia prima

La materia prima seleccionada ingresa al sistema de pelado y/o deshuesado o es cortada de acuerdo al requerimiento del producto final. Aquí se suelen utilizar aparte de motores, sistemas de válvulas con aire comprimido, operados con energía eléctrica. Al igual que en el proceso anterior, este está relacionado con el punto de partida de eficiencia energética que menciona los “Sistemas de generación y distribución de aire comprimido”.

En este punto y, dependiendo de los productos a manufacturar, la materia prima ya preparada puede seguir en general, uno de los siguientes procesos:



Conservas

Se le llama conserva al resultado del proceso de manipulación de los alimentos, de tal forma que se evite o retrase su deterioro (pérdida de calidad, comestibilidad o valores nutricionales). Esto suele lograrse evitando el crecimiento de microorganismos, así como retrasando la oxidación de las grasas que provocan su rancidez, minimizando la alteración organoléptica del alimento. Las conservas también incluyen procesos que inhiben la decoloración natural la que puede ocurrir durante la preparación de los alimentos, como la reacción de dorado enzimático que sucede tras su corte. Muchos métodos de elaboración de conservas incluyen diversas técnicas de conservación de los alimentos. En esta ocasión se presentan los procesos de cocción y enfriamiento.

2.1.4 Cocción

Mediante la cocción modificamos los componentes físicos y bioquímicos del alimento. La principal función por la que realizamos este proceso es para que los alimentos sean más apetecibles y para que esto ocurra se dan una serie de particularidades que hacen que el alimento sea agradable a nuestros sentidos. Los productos que por su naturaleza serán puestos en envases, se le agregan algunos ingredientes como preservantes y son sometidos al proceso de cocción, cuyos parámetros de temperatura y uso de insumo, ya sea de agua caliente o vapor, son determinados a priori según la materia prima y producto final deseado. El equipo utilizado aquí corresponde, fundamentalmente, a cocedores. Por lo tanto, los insumos energéticos en la parte térmica que se utilizan son de agua caliente o vapor suministrado por calderas y en menor medida energía eléctrica para operar sistemas de transporte, de tratamiento de materia prima, etc. Se recomienda ver el capítulo n°4, proyecto de ahorro de “Aislación de equipos térmicos y líneas de vapor condensado”.

2.1.5 Enfriamiento

Es el proceso de conservación por tratamiento físico, que consiste en mantener un alimento o producto en buenas condiciones, reduciendo la temperatura para disminuir o inactivar microorganismos en reproducción. El producto es sometido a condiciones térmicas de enfriamiento con agua o también dentro del circuito de frío se incluye una mezcla de agua y alcohol que permite su recirculación como un intermediario con los refrigerantes de los compresores. Aquí suelen encontrarse como insumos los refrigerantes a partir de compresores, así como también las torres de enfriamiento (cuando las hay). En ambos casos, la energía eléctrica es la de consumo mayoritario. Véase el punto de partida de eficiencia energética en el subcapítulo n°2.3 llamado “Sistemas de generación de frío”.



Deshidratados

Los productos que se clasifican dentro de este tipo son aquellos a los que, mediante distintos procesos, se les extrae el agua presente naturalmente en ellos, tratando de minimizar el impacto sobre los otros componentes, ya sean proteínas, aminoácidos, etc., presentes en el producto.

2.1.6 Secado

Después de las operaciones preliminares ya descritas, las piezas de materia prima que han sido cortadas según distintos formatos son deshidratadas en túneles de secado con control de temperatura y humedad dependiendo de cada producto. Debido a esto es que si bien existe un consumo eléctrico por el movimiento del aire hacia el interior del secador, el principal consumo es de energía térmica abastecido principalmente por vapor y, en menor medida por combustión directa de gas. Si desea profundizar en opciones de ahorro de energía se recomienda observar el capítulo n°4, en específico el proyecto llamado “Recuperación de calor residual de chimeneas”.

2.1.7 Ventilación

Luego que se obtiene el producto deshidratado desde el secador, este es sometido a un túnel de ventilación, el cual se encarga de disminuir la temperatura cercana a la ambiental, de manera que una vez envasado el producto, este no sufra condensación dentro del envase y, por ende, se humedezca. Para este proceso es recomendado ver el capítulo n°4, proyecto de “Instalación de variadores de frecuencia en ciclos de refrigeración”.



Congelados

La característica que representa a este segmento es que el agua presente en los alimentos es solidificada mediante procesos de enfriamiento, a temperaturas menores a 0°C y, posteriormente, son comercializadas en este formato.

2.1.8 Blanqueo

Esta operación expone el producto a una temperatura determinada por un breve período. El principal propósito de este proceso, es inactivar o retardar la acción de bacterias y enzimas que provocan una rápida pérdida de calidad. Efectos secundarios positivos del blanqueo son la eliminación de aire y gases del producto. Básicamente se consume energía eléctrica a través de las torres de enfriamiento y el movimiento de agua. Para mayor información observar el subcapítulo n°2.3 llamado “Sistemas de generación de frío”.

2.1.9 Congelado de frutas y hortalizas

Después del blanqueo, el producto se enfría rápidamente para prevenir el deterioro del sabor y del color. La reducción de temperatura es generalmente en torno a los -5 °C y se logra utilizando compresores, ya sea en cámaras o túneles de frío. Este proceso consume altos niveles de energía eléctrica debido al uso de compresores en los ciclos de enfriamiento. Para mayor información observar el subcapítulo n°2.3, llamado “Sistemas de generación de frío”.



Jugos concentrados

Este producto es obtenido básicamente retirando el agua presente en los jugos naturales de los alimentos, tratando de minimizar las pérdidas de los otros compuestos que le otorgan las características organolépticas respectivas al producto.

2.1.10 Maceración

Dependiendo de la materia prima, ésta se muele y se le agrega agua. La mezcla de materia prima molida y agua se envía a los estanques de maceración, en donde se agregan enzimas y se mantiene la mezcla por un cierto tiempo. Además se eleva la temperatura y se mantiene en un rango determinado. Debido al uso de agitadores para mantener la mezcla homogeneizada existe un consumo de energía eléctrica considerable, pero además existe un consumo de energía térmica principalmente por el uso de agua caliente. Para mayor información observar el subcapítulo n°2.3 llamado “Calderas y líneas de distribución de vapor y agua caliente”.

2.1.11 Separación sólido-líquido

Se realiza la separación sólido-líquido en equipos como decantadores y centrífugas. El residuo sólido es descartado como RISes y, el líquido, continúa hacia el proceso de evaporación. Básicamente se utilizan motores, por lo que el uso de energía eléctrica es el más relevante en este proceso.

2.1.12 Evaporación (Pre-concentración)

La corriente líquida pasa a un pre-concentrador, donde se evapora agua hasta alcanzar una mayor concentración. En esta parte del proceso se procede a extraer una cantidad determinada de agua del producto. En el caso de la fabricación de jugos concentrados, esto se realiza a través de evaporadores, donde el grado de evaporación viene dado por el tipo de producto. El uso de energía eléctrica es fundamentalmente en motores que facilitan el movimiento de los jugos, pero claramente este proceso es altamente intensivo en energía térmica, abastecido generalmente por vapor. Véase el capítulo nº4, proyecto llamado “Recuperación de calor residual de evaporadores”.

2.1.13 Clarificación

El jugo se lleva hasta los estanques de clarificación, donde se agregan enzimas y agentes clarificantes. Los equipos que utilizan energía aquí, suelen ser mezcladoras en tanques que deben estar bien aislados y, por lo tanto, se utilizan motores para mantener versatilidad en el manejo de los distintos productos a manipular. Véase el capítulo nº4, proyecto de ahorro “Instalación de motores de alta eficiencia”.

2.1.14 Refinación

El jugo se concentra en un evaporador o secador y luego se enfría. Dependiendo del producto a obtener, las condiciones térmicas del tratamiento de los productos involucran mayor o menor tiempo de residencia en el proceso, rangos de temperatura de operación variable, según sea el caso, por ejemplo, en la fabricación de pastas y mermeladas. Si bien existe consumo eléctrico por parte de motores, el uso de energía térmica tiene una incidencia mucho mayor a través del vapor. Para obtener una referencia mayor con respecto a cómo ahorrar energía, léase el capítulo nº4, proyectos llamados “Aislación de equipos térmicos y líneas de distribución de vapor-condensado”, “Recuperación de calor residual de evaporadores” y “Recuperación de calor residual de chimeneas”.

2.1.15 Envasado y etiquetado

En esta etapa final del proceso de manufactura, los productos procesados son puestos en envases preseleccionados de distintos formatos, como latas de hojalata, bolsas plásticas, cajas de cartón, tambores de acero y tote bins con bolsas de polietileno y baldes plásticos. Muchos productos, una vez envasados, son embalados en elementos (como cajas) de mayor capacidad para su almacenamiento o envío en cantidades mayores. El etiquetado es un proceso que no sólo considera la identificación del contenido de los envases, sino que también su procedencia, fecha de fabricación, batch, turno, etc. En esta parte se suele incluir una papeleta con esta información con un código de barra, para registros internos. Un RIL es generado aquí por el último proceso de limpieza y desechos como envases defectuosos. Si bien es cierto, en esta etapa del proceso la cantidad de energía eléctrica utilizada no es alta, las posibilidades de automatización aparecen como interesantes. Para mayor información véase el punto de partida de eficiencia energética, llamado “Sistemas de generación y distribución de aire comprimido”.

2.1.16 Distribución o bodega

Finalmente los productos envasados y etiquetados, después de pasar por un proceso de control de calidad internos, son llevados directamente a través del uso de cintas transportadoras o montacargas, al centro de despacho en camiones de reparto a los clientes o mandados a los centros de distribución. Suele ser el caso en que los productos van directamente a las bodegas de la planta y de allí son enviados a los clientes, o ciertas cantidades de productos son enviados directamente a bodega. Muchas veces con el fin de mantener un stock de productos con un tiempo de residencia determinado, pueden permanecer en frigoríficos para evitar el deterioro de los mismos. La energía consumida tiene que ver directamente con el combustible utilizado para movilización de los pallets.



2.2 Diagrama de flujo

De acuerdo a lo presentado anteriormente, se desarrolla el diagrama de flujo identificando en cada proceso el tipo y consumo de energía involucrado, a continuación la figura n°2.1 muestra los procesos industriales típicos del sector alimenticio en Chile.

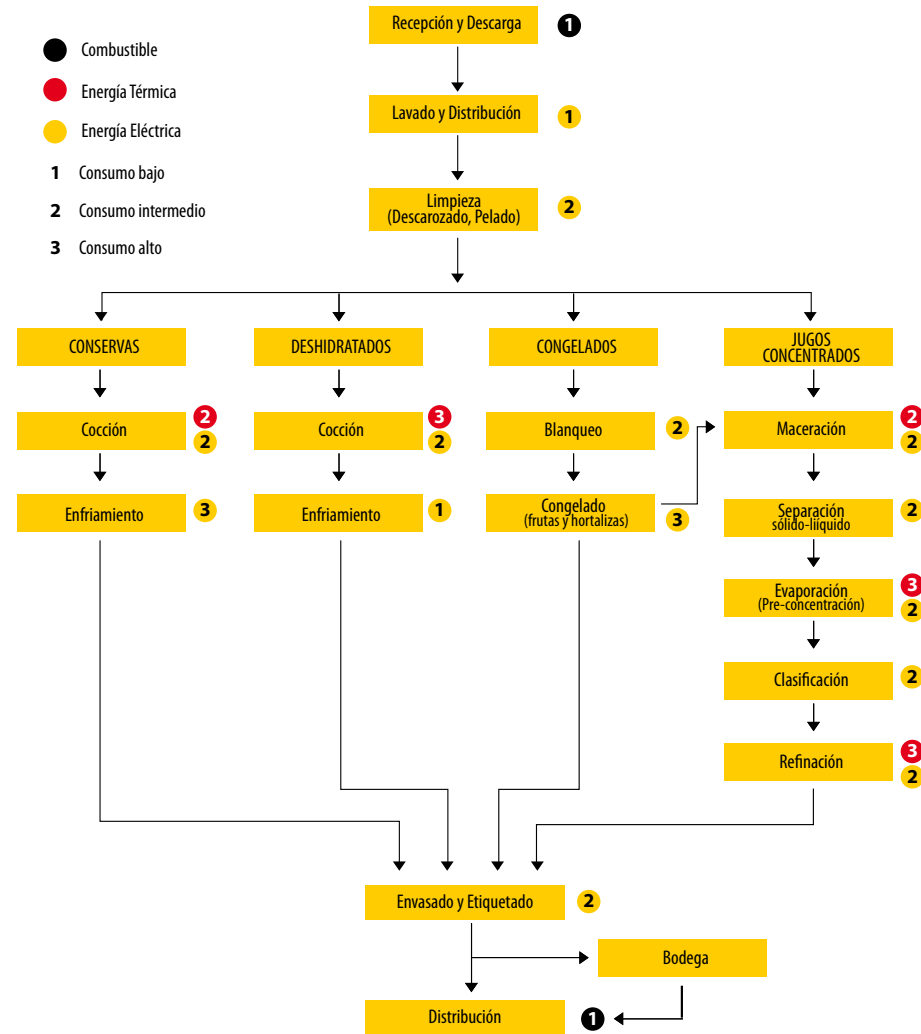


Figura 2.1. Procesos industriales típicos del sector de alimentos elaborados.

2.3 Equipos transversales y puntos de partida de EE

2.3.1 Calderas y líneas de distribución de vapor y agua caliente

Las calderas son máquinas encargadas de la generación de vapor de agua a presión, estas traspasan la energía desde el combustible hasta el agua y, de esa manera son transportables a distintos procesos de las plantas, dependiendo de los requerimientos, se manipulan las variables para obtener el vapor, generalmente este se encuentra saturado independiente de la temperatura que se requiera. En algunos casos se utilizan calderetas para la obtención de agua caliente, conceptualmente son similares, salvo que en este caso no existe cambio de fase del agua y esta se mantiene líquida. Como recomendación para una mejor operación, se encuentra que la alimentación este en buen estado (dosis de químicos adecuada), buen estado de la aislación en la caldera y en los sistemas de distribución, eliminar incrustaciones para garantizar una buena transferencia de calor, mantener en buen estado las trampas de vapor, buen control del nivel de agua en el interior de la caldera, revisión de juntas de expansión en las líneas de distribución, entre otras. Generalmente aquí existen posibilidades de mejorar la eficiencia de la caldera con proyectos de baja intervención. Véase en el capítulo n°4 los proyectos “Economizador de calderas”, “Aislación de equipos térmicos y líneas de distribución de vapor-condensado”, “Sistema integral de control de caldera” y “Recuperación de calor de purgas de calderas”.

2.3.2 Sistemas de generación de frío

Para la generación de frío existen 2 equipos típicos para ello, las torres de enfriamiento y los compresores de frío, en ambos casos los ahorros se proyectan en la cuenta de energía eléctrica. En el caso de las torres de enfriamiento, su uso se basa en utilizar aire para enfriar el agua proveniente de los procesos. Se recomienda que el agua utilizada se mantenga limpia de modo de no obstruir el flujo de aire. Mientras que los compresores utilizan ciclos de compresión de fluidos refrigerantes, generalmente amoníaco, para lograr temperaturas de congelación del agua (bajo 0°C), es recomendable que el compresor este protegido del clima, especialmente el condensador. Véase en el capítulo n°4 los proyectos “Instalación de motores de alta eficiencia” y la “Instalación de variadores de frecuencia en ciclos de refrigeración”.

2.3.3 Sistemas de generación y distribución de aire comprimido

Los sistemas de aire comprimido utilizan compresores, los que se encargan de tomar el aire a presión ambiente y elevarla mediante compresión, para posteriormente ser utilizado usualmente en sistemas de control de apertura de válvulas, logrando así una operación eficiente. Se recomienda operar a la presión mínima necesaria, tomar aire fresco y limpio, asegurar la no operación en tiempos sin producción, buscar y eliminar fugas y cerciorarse de evacuar el condensado que se genera por la operación misma. En este caso es importante tomar en cuenta el proyecto de “Instalación de variadores de frecuencia en ciclos de refrigeración”.

2.3.4 Transformadores y red eléctrica

El transformador es un dispositivo eléctrico, el cual permite modificar la tensión de la corriente eléctrica alterna sin alterar la frecuencia de la red. Idealmente la potencia que ingresa al transformador debiese ser la misma con respecto a la que sale, pero está demostrado que existen pérdidas, incluso si no se utiliza y permanece en modo vacío. Tómese en cuenta el proyecto del capítulo n°4, titulado “Desconectar transformadores en temporada baja”.

2.4 Usos auxiliares de energía

Si bien la mayoría de la energía es utilizada en el proceso productivo, existen otros consumos de menor relevancia, pero que pueden ser objeto de utilización de energía residual de la planta en el que la intervención es de poca complejidad o es energía térmica de baja temperatura para los procesos. Se sugiere que si se encuentra en estos casos, tenga en cuenta gastos en energía que pueden ser suplidos de manera sencilla y que, incluso, pueden mejorar la calidad de las instalaciones, como por ejemplo:

- Lavado de instalaciones y recipientes.
- Agua caliente sanitaria para personal, duchas y lavamanos.
- Ventilación, climatización.
- Iluminación.

Para este caso es posible que le interesen los proyectos presentados en el capítulo n°4 llamados “Instalación de iluminación de alta eficiencia” y “Recuperación de calor residual de chimeneas”.

2.5 Generación y manejo de desechos

En los procesos productivos del sector alimenticio existen desechos orgánicos que pueden ser aprovechados energéticamente por la misma planta, con el objetivo de reducir los costos de combustibles. Estos desechos son considerados como biomasa y poseen una gran capacidad calorífica. La biomasa analizada proviene de los desechos orgánicos que se obtienen en las distintas etapas del proceso.

Existen tres opciones para utilizar la biomasa, éstas son:

- Quema de biomasa directamente en la caldera en mezcla proporcional con el carbón.

- Gasificación de la biomasa a través de pirólisis.
- Implementación de una caldera de biomasa.

Ventajas

- La biomasa es un recurso que no está sujeto a las fluctuaciones de precios de la energía provocadas por las variaciones en el mercado de combustibles. Por tanto, su uso reducirá el gasto económico que impone la utilización del carbón u otro combustible fósil.
- La conversión de los residuos orgánicos para la generación de energía reduce significativamente los problemas que trae el manejo de estos desechos.
- La biomasa es una fuente renovable de energía y su uso no contribuye a acelerar el calentamiento global, de hecho, permite reducir los niveles de dióxido de carbono y los residuos de los procesos de conversión.
- La captura del metano de los desechos orgánicos de la planta y la sustitución de los derivados del petróleo, ayudan a mitigar el efecto invernadero y la contaminación de los acuíferos.
- Los combustibles a partir de biomasa contienen niveles insignificantes de sulfuro y no contribuyen a las emanaciones que provocan “lluvia ácida”.

Desventajas

- Por su naturaleza, la biomasa tiene una baja densidad relativa de energía, es decir, se requiere su disponibilidad en grandes volúmenes para producir energía en comparación con los combustibles fósiles, por lo que se reduce la producción neta de energía. La clave para este problema es ubicar el proceso de conversión cerca de las fuentes de producción de biomasa.
- Su combustión incompleta produce materia orgánica, monóxido de carbono (CO) y otros gases. Si se usa combustión a altas temperaturas, también se producen óxidos de nitrógeno.
- La producción y el procesamiento de la biomasa pueden requerir importantes insumos, como equipos para el secado de ésta dado su alto nivel de humedad, lo que da como resultado un balance energético reducido en el proceso de conversión. Es necesario minimizar el uso de estos insumos y maximizar los procesos de recuperación de energía.
- El potencial calórico de la biomasa es muy dependiente de las variaciones en el contenido de humedad, clima y la densidad de la materia prima.



3. Cuentas de energía y la distribución de energía en las plantas

El análisis de las cuentas de energía está basado en 12 estudios realizados a la industria de alimentos, los que fueron elaborados entre los años 2010 y 2011. Las cuentas de energía permiten determinar la línea base y tendencias en el uso de la energía, las plantas del sector alimenticio suelen utilizar principalmente electricidad y carbón como fuentes primarias de energía. Para sus procesos industriales térmicos, se utiliza el combustible para generar vapor suministrado por calderas, sin embargo, en algunas ocasiones existen contratos de suministro con terceros. Comúnmente, en el sector, el uso de energía térmica suele ser mucho mayor que el eléctrico, claro está que se debe contextualizar si esta elabora productos en conservas, deshidratados o jugos concentrados y, además, teniendo en cuenta que el subsector congelados es la excepción. Es así como el análisis se basará en establecer un consumo representativo para cada uno de estos cuatro patrones de producción, teniendo presente niveles de producción similares.

3.1 Energía eléctrica

La energía eléctrica es un servicio primordial para el funcionamiento de los cuatros tipos de elaboración de productos alimenticios, sin embargo, estos difieren en sus consumos, la figura n°3.1 muestra las diferencias de consumo de energía eléctrica de una planta típica con niveles de producción similares, destacando claramente el subsector de productos congelados, el que es intensivo en enfriamiento, congelamiento y refrigeración. Los tres procesos tienen altos consumos de energía eléctrica a través de los compresores destinados a los ciclos de frío dentro de la planta.

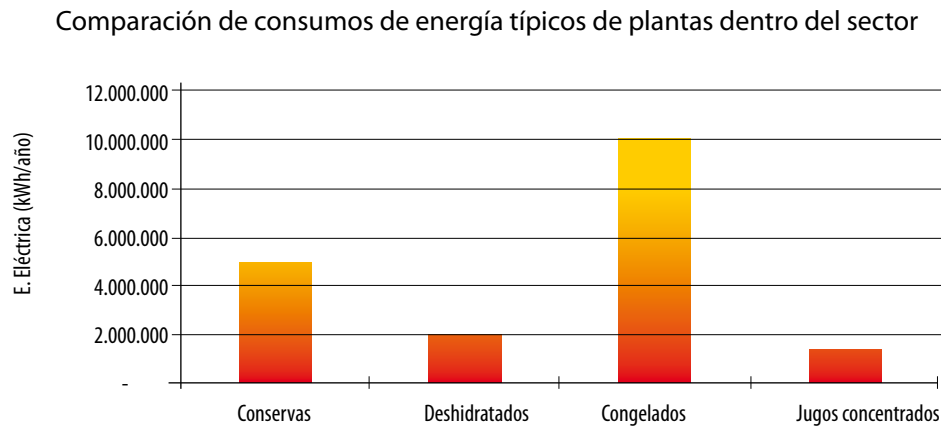


Figura n°3.1: Comparación de consumos de energía dentro del sector.

Ahora bien, no basta con conocer el consumo energético total anual de una planta, sino que es necesario reconocer el perfil de consumo durante el año para entender que, en general, la industria de alimentos trabaja por temporadas, en las que existen grandes consumos en períodos menores y dista mucho de un consumo parejo durante el año.

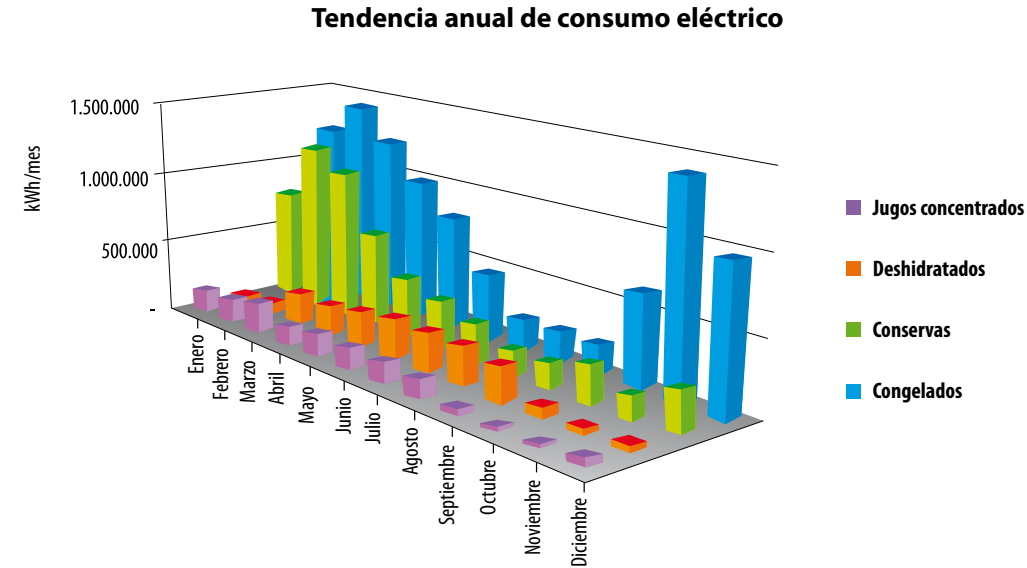


Figura n°3.2: Tendencia anual de consumo eléctrico.

La información en la figura n°3.2 muestra el consumo de energía eléctrica de la planta durante un año normal. Esta muestra un consumo que deja en evidencia que gran parte de la industria alimenticia tiene un comportamiento estacional, es decir, con alto consumo de energía en determinados períodos del año, marcado por los tiempos de cosecha en la industria de la fruta y hortalizas.

Las industrias del sector alimenticio poseen, en general, una tarifa tipo AT4.3, la que consiste en la tarifa horaria de alta tensión, en donde se realiza una medición de la energía total consumida, la demanda máxima de potencia en horas punta y de la demanda máxima de potencia suministrada. La facturación posee 4 ítem de importancia, los que son:

- Cargo fijo [\$/cliente]: es un cobro mensual e independiente si existe consumo durante el período. Se aplica incluso si es nulo.
- Energía [\$/kWh]: se obtiene multiplicando los kWh consumidos por su precio unitario.

- Demanda máxima de potencia suministrada [\$/kW/mes]: Se obtiene multiplicando el promedio de las dos más altas demandas máximas registradas en los últimos 12 meses, incluido el mes que se facture, por el precio unitario correspondiente.
- Demanda máxima de potencia leída en horas punta [\$/kW/mes]: en meses con hora punta, se obtiene multiplicando la demanda máxima en horas de punta efectivamente leída en cada mes, por el precio unitario correspondiente. En meses sin hora punta, se obtiene multiplicando el promedio de las dos mayores demandas máximas en horas punta, registradas durante los meses del período de punta inmediatamente anteriores, por el precio unitario correspondiente.

Como en toda industria, los niveles de producción están directamente relacionados con el consumo de energía y este tiene una incidencia directa con el costo generado en la planta y que se ve reflejado en las cuentas de energía, en las figuras n°3.3 y n°3.4 se muestran los niveles de gasto en moneda nacional para cada uno de los cuatro tipos de subsector.

El costo de la energía eléctrica es un reflejo del consumo, sin embargo, existen cargos por potencia demandada y potencia en hora punta que pueden distorsionar la tendencia. Cabe mencionar que la importancia del impacto del factor de potencia es relevante, aunque en general es una variable controlada dentro del sector.

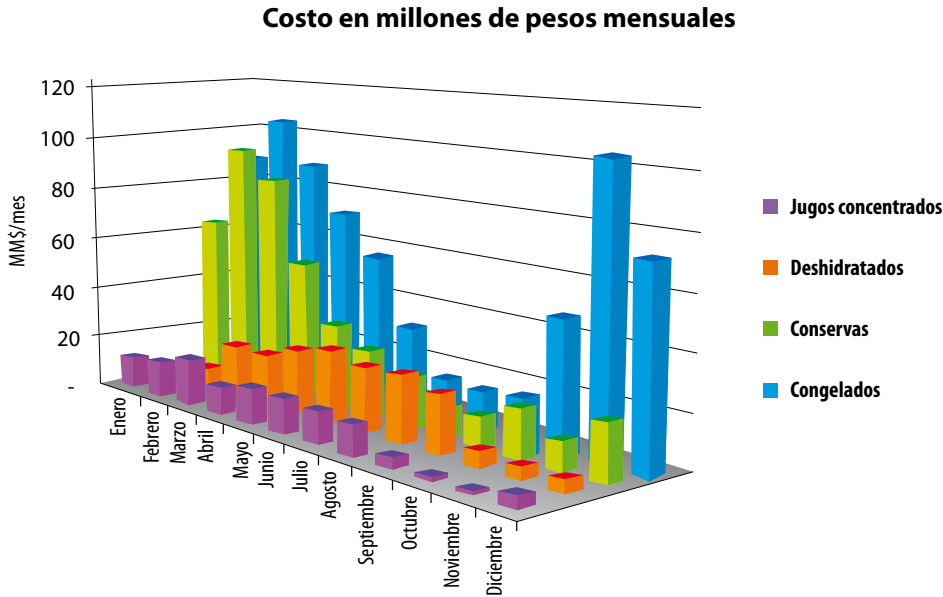


Figura 3.3: Costo total mensual de energía eléctrica.

Costo monetario anual típico de una planta del sector en energía eléctrica

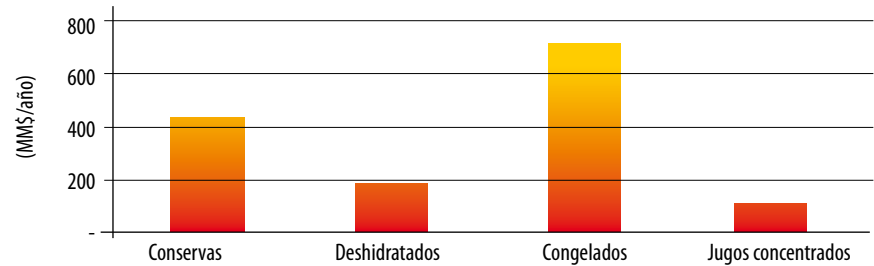


Figura n°3.4: Costo monetario anual típico de una planta del sector en energía eléctrica.

La distribución del costo total por concepto de energía eléctrica se muestra en las siguientes figuras, donde nuevamente se visualizan las diferencias para cada subsector y se aprecian las diferencias en importancia de factores, tales como demanda máxima de potencia leída en hora punta (DMPHP) o demanda máxima de potencia suministrada (DMP), mientras que en el ítem otros, se incluyen el costo fijo, el uso del troncal, intereses, etc.

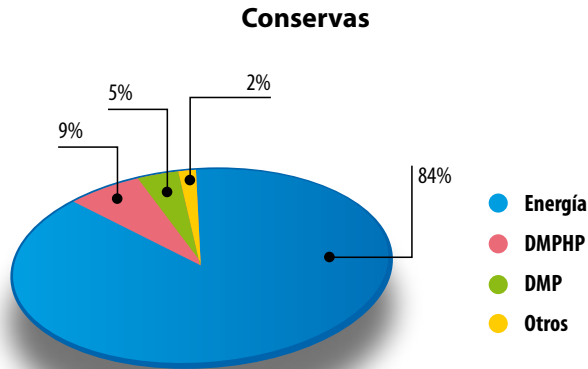


Figura n°3.5: Distribución anual de costos de energía eléctrica para el subsector de conservas.

Deshidratados

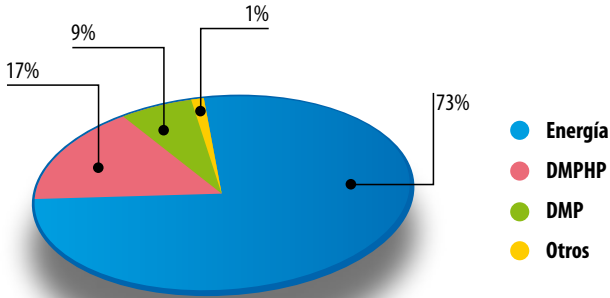


Figura n°3.6: Distribución anual de costos de energía eléctrica para el subsector de deshidratados.

Congelados

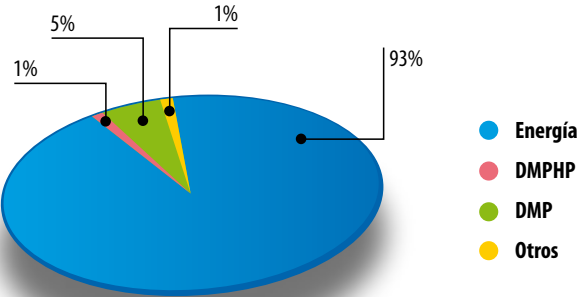


Figura n°3.7: Distribución anual de costos de energía eléctrica para el subsector de congelados.

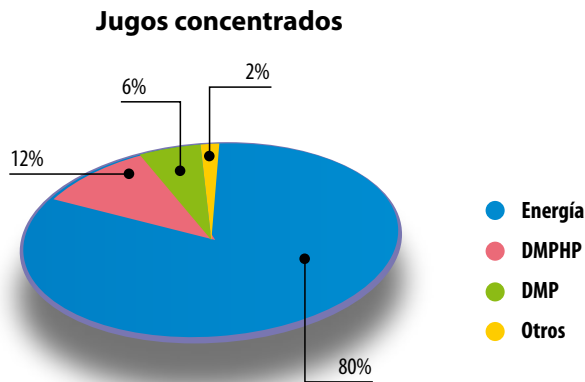


Figura n°3.8: Distribución anual de costos de energía eléctrica para el subsector de jugos concentrados.

La diferencia en la importancia dentro de la cuenta de la potencia demandada y potencia demandada en hora punta por subsector, está relacionada preferentemente con la potencia instalada de la planta y de cómo suplen ese consumo energético con generadores propios en hora punta. Finalmente se recomienda que cada planta realice su propio análisis de costos.

3.2 Combustibles

El cálculo del consumo térmico o de energía calórica tiene una complejidad adicional con respecto a la energía eléctrica y recae básicamente en la diversidad de combustibles utilizados por las plantas del sector. El análisis a continuación es el resultado de la recopilación de datos que se efectuaron en 12 estudios de eficiencia energética a empresas asociadas a Chilealimentos. Los combustibles utilizados están representados a través del consumo de gas natural, gas licuado, fuel oil n°6, carbón y leña, siendo los últimos tres los de mayor preponderancia en la industria de procesamiento de alimentos. No obstante, en algunos casos el vapor es suministrado por un tercero, cuyas instalaciones igualmente requieren combustibles para su operación. Los costos de energía térmica dependiendo del combustible se encuentran a continuación.

Tabla n°3.1: Precios de energía térmica

Tipo de combustible	Precio [\$/Mcal]
Gas natural	33
Gas licuado	26
Fuel Oil N°6	18
Carbón	9
Leña	15

Al existir distintos combustibles utilizados en la industria, la comparación se realiza en energía, megacalorías es una unidad típica para medición de energía calórica y, al igual que ocurre con la energía eléctrica, los consumos de energía térmica son muy variados dependiendo del subsector. En la figura n°3.9 se muestra dicha comparación.

Comparación de consumo de energía térmica en plantas típicas dentro del sector

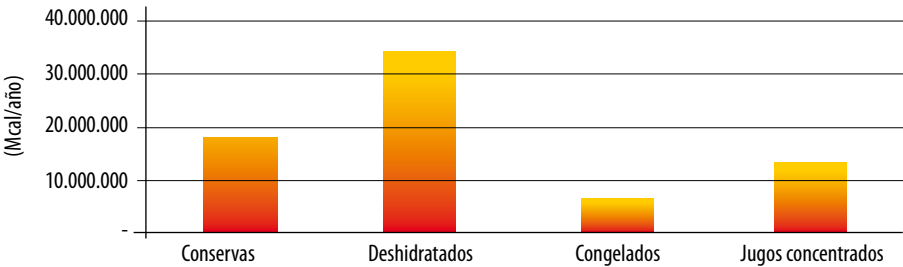


Figura n°3.9: Comparación de consumos de energía térmica en una planta típica dentro del sector.

El uso de energía está ligado directamente con los niveles de producción de las plantas de procesamiento de alimentos y queda ratificado a través de la siguiente figura n°3.10 que, en general, la industria de alimentos trabaja por temporadas dentro del año y que está relacionado con las épocas de post-cosecha de frutas y hortalizas, en donde comienzan todas las etapas del proceso de manufactura de alimentos.

Tendencia anual de consumo térmico

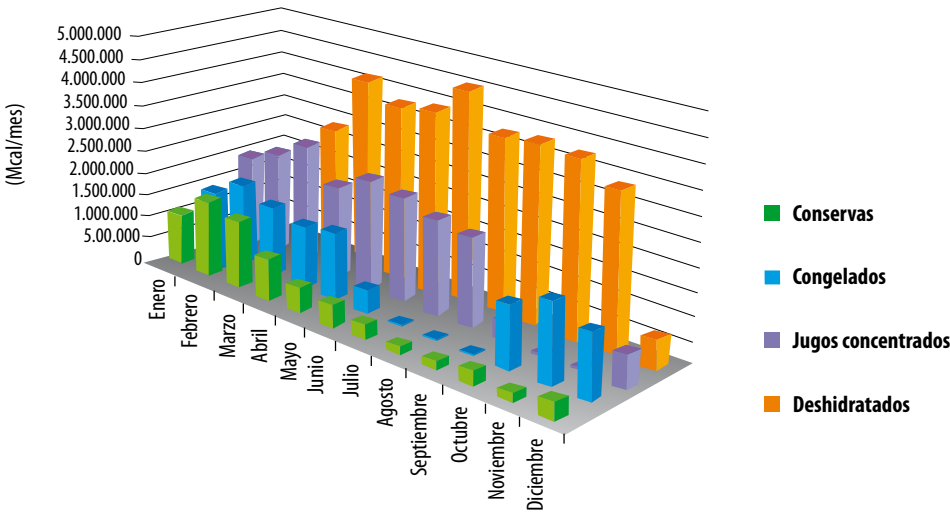


Figura n°3.10: Tendencia anual del consumo de energía térmica.

Teniendo en cuenta que cada empresa posee distintos precios por megacaloría, diferencias dadas por el transporte de combustible, cercanía física de la empresa con el proveedor, el tipo de instalaciones de la planta y muchas diversas razones particulares de cada empresa, en el siguiente análisis de la figura n°3.11 se ha considerado el consumo de combustible fuel oil n°6, debido a que posee un precio estándar promedio tomando en cuenta la tabla n°3.1.

Costo monetario anual de plantas típicas dentro del sector en energía térmica

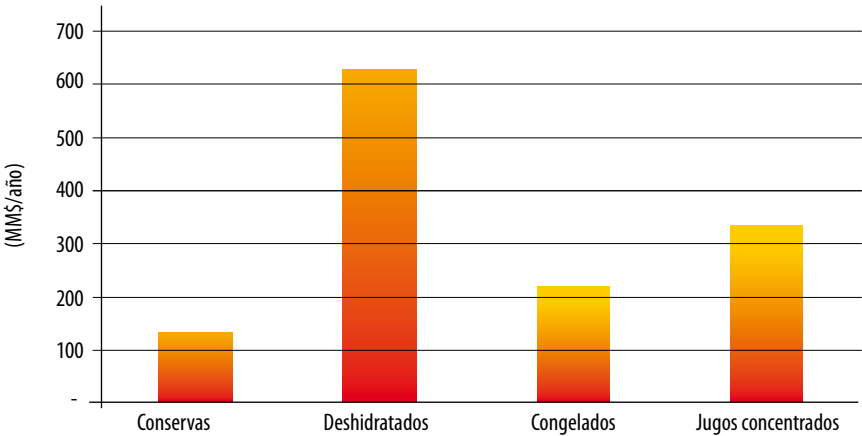


Figura n°3.11: Costo monetario anual de plantas típicas dentro del sector en energía térmica.

No se presenta una gráfica del consumo de combustible anual, debido a que no se encuentra estrechamente enlazado con el consumo de energía. Esto es porque es muy común que las empresas compren el combustible mucho antes de ser consumido.

3.3 Balance de energía

Se muestran aquí los tipos de equipos más representativos utilizados en los procesos descritos anteriormente y que utilizan energía eléctrica o térmica. Con este balance se asegura de no sobrestimar o desestimar el uso de la energía de los procesos en las plantas. Es más, el balance de energía es una herramienta que permite reconocer y evaluar a priori los equipos con un mayor consumo de energía, de manera de priorizar los esfuerzos en la búsqueda de proyectos de eficiencia energética que sean más significativos. En las figuras que mostramos a continuación se visualiza la distribución de la energía eléctrica en los equipos que participan en los distintos procesos de plantas típicas de los subsectores.

3.3.1 Balance de energía eléctrica

Conservas

Distribución de energía eléctrica en subsector conservas

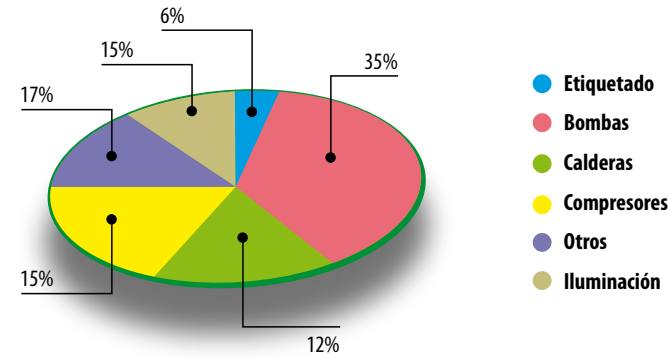


Figura n°3.12: Distribución del uso de la energía eléctrica en el subsector conservas.

Claramente se observa la predominancia de motores de bombas, compresores y en el sistema de iluminación.

Deshidratados

Distribución de energía eléctrica en subsector deshidratados

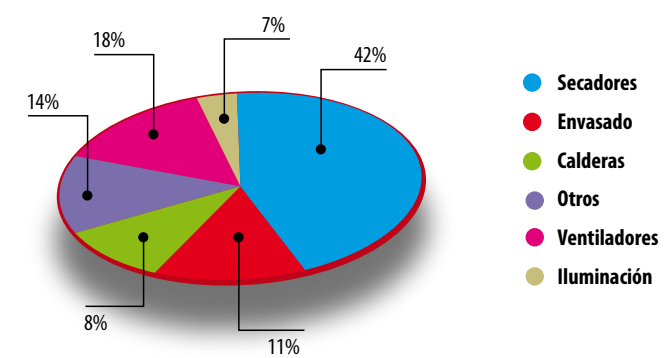


Figura n°3.13: Distribución del uso de la energía eléctrica en el subsector deshidratados.

Claramente los motores de los secadores, encargados de mover las correas transportadoras por donde va el producto e ingreso de aire y, los ventiladores post-secado, encargados de disminuir la temperatura del producto antes de ser envasado, son los consumos de mayor importancia dentro de una fábrica de productos deshidratados.

Congelados

Distribución de energía eléctrica en subsector congelados

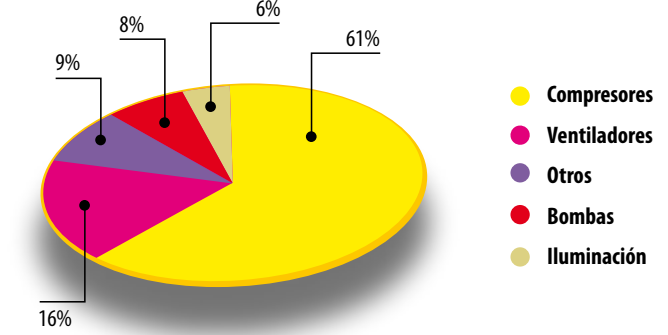


Figura n°3.14: Distribución del uso de la energía eléctrica en el subsector congelados.

Como era de esperar, los compresores, generalmente de amoníaco, tienen un consumo de energía eléctrica arrollador con respecto a los otros equipos, por lo tanto, es impetuoso concretar oportunidades de ahorro en ese ítem.

Jugos concentrados

Distribución de energía eléctrica en sub-sector jugos concentrados

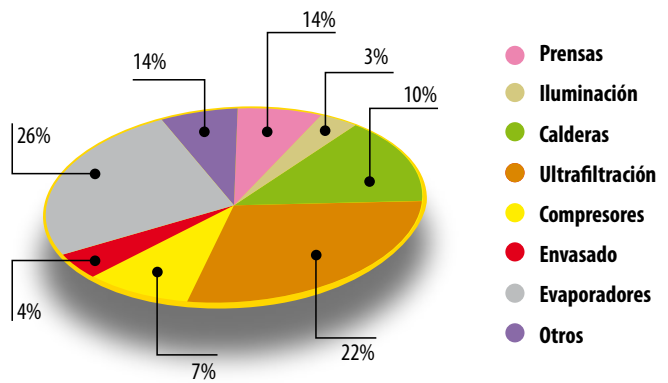


Figura n°3.15: Distribución del uso de la energía eléctrica en el subsector jugos concentrados.

En la generación de jugos concentrados existe una variada gama de consumos de energía eléctrica, pero ellos están ligados a la separación sólido-líquido, como son prensas y el sistema de ultrafiltración y, además de evaporadores (consumos ligados básicamente a movimiento de fluidos), sin desestimar los compresores.

3.3.2 Balance de energía térmica

El balance de energía térmica permite identificar los equipos que consumen energía calórica, que en definitiva se traduce en consumos de combustible (que podría ser carbón, leña, fuel oil N°6 u otro). De la misma forma permite tener un inventario de los equipos que utilizan este tipo de energía en la planta y en su magnitud. Por lo tanto, de allí se deduce qué equipos o procesos debieran tener prioridad sobre otros en cuanto a identificar oportunidades de eficiencia energética, dado su consumo.

Conservas

Distribución de energía térmica en el subsector conservas

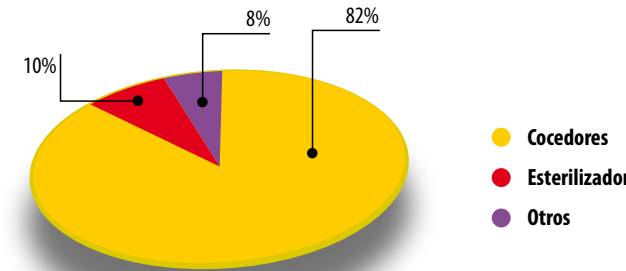


Figura n°3.16: Distribución del uso de la energía térmica en el subsector conservas.

En el caso que se examina aquí, claramente es el proceso de cocción el que ocupa gran parte de la energía térmica, seguido por el proceso de esterilización.

Deshidratados

Distribución de energía térmica en el subsector deshidratados

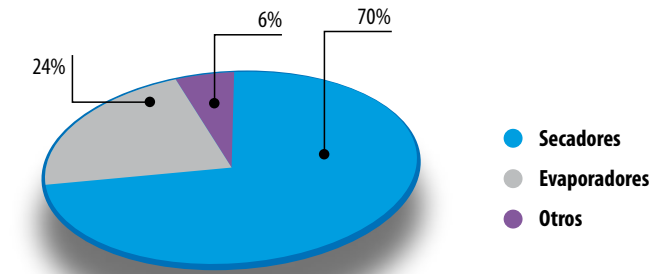


Figura n°3.17: Distribución del uso de la energía térmica en el subsector deshidratados.

En este subsector, el consumo de energía térmica es básicamente en los secadores, aunque evaporadores pequeños de apoyo al proceso también tienen oportunidades de ahorro que pueden ser considerados.

Congelados

Distribución de energía térmica en el subsector congelados

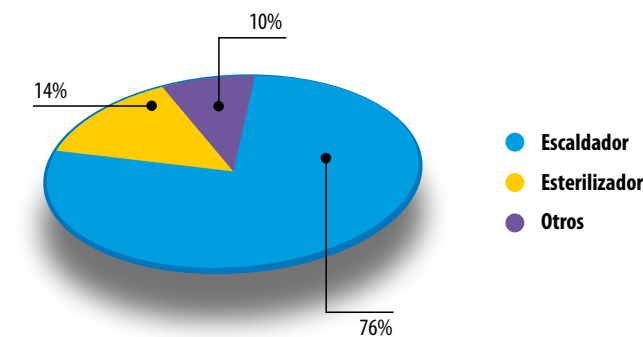


Figura n°3.18: Distribución del uso de la energía térmica en el subsector congelados.

Tal como sucede en el subsector de conservas, el proceso de esterilización ocupa el segundo lugar en el consumo de energía térmica. Cabe mencionar que en este tipo de industrias los consumos de energía térmica son mucho menores en comparación con los otros.

Jugos concentrados

Distribución de energía térmica en el subsector jugos concentrados

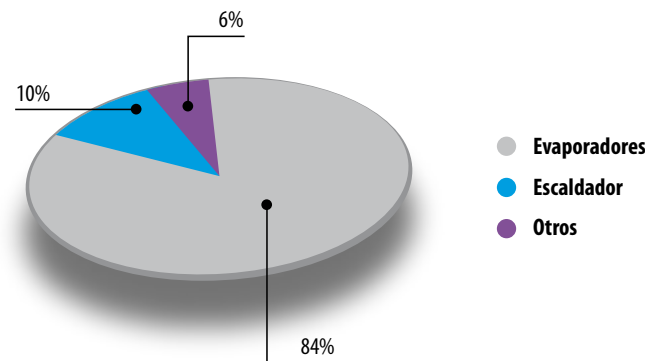


Figura n°3.19: Distribución del uso de la energía térmica en el subsector jugos concentrados.

Los evaporadores, son los equipos que mayor energía térmica consumen y se debe básicamente a que son la esencia del proceso productivo de jugos concentrados.

Finalmente, nos queda mencionar que dentro de los servicios, específicamente en la generación de calor y sus líneas de distribución (ya sea vapor o agua caliente), se encuentran potenciales de ahorro energético que no están ligados directamente con un proceso específico que consume calor, sino que impactan en la matriz completa de uso de calor dentro de la planta.

4. Oportunidades de eficiencia energética

Se mostrarán y analizarán aquí las potenciales oportunidades de eficiencia energética que se pueden aplicar en las industrias del sector de alimentos. Si bien es cierto, existen otras oportunidades de eficiencia energética que probablemente se encontrarán en las plantas del sector, además de las que se muestran a continuación. Se hace notar que éstas provienen de 12 estudios realizados a industrias del sector, en donde se efectuó una recopilación de mediciones practicadas a plantas de la industria de alimentos elaborados entre los años 2010 y 2011.

4.1 Oportunidades de eficiencia energética en energía eléctrica

4.1.1 Instalación de motores de alta eficiencia

Problema:

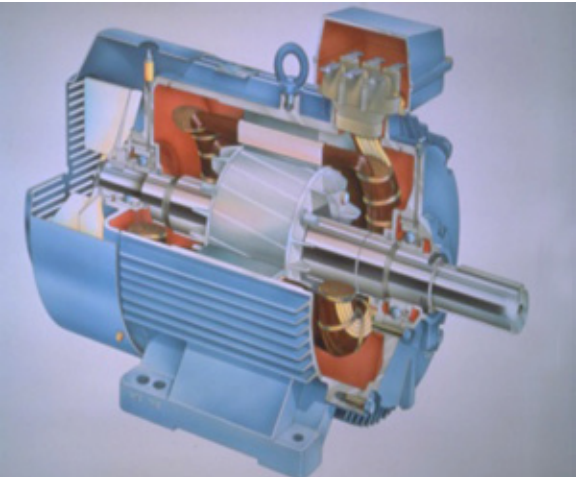
- En la planta hay motores de tipo estándar y otros rebobinados que han reducido su eficiencia y, por lo tanto, consumen más energía.
- Examinando los motores, en general estos están entre 10 a 50 [hp], con una eficiencia promedio de 0.88 (si es que no han sido rebobinados).

Solución:

- Una vez que los motores fallen, o si se compraran nuevos, deberían reemplazarse por motores de alta eficiencia (0,93), o bien eficiencia premium (0,95).

Ahorro energético anual	\$ 9.600.000
Estimación Inversión	\$ 2.900.000
Período de retorno	4 meses

- Se han tomado para el cálculo 10 motores de 5, 10 y 30 [hp] (30 motores en total), con un factor de carga de 0,75 y un uso de 6.000 [horas/año].
- Se debe analizar qué motores son factibles de reemplazar.



4.1.2 Instalación de iluminación de alta eficiencia

Problema:

- Actualmente en las plantas la mayoría de las luminarias son del tipo haluro metálico, que poseen una potencia alta en relación a la luminosidad que entregan.

Solución:

- Utilizar luminarias que tengan como principio de funcionamiento la inducción magnética, debido a que generan una sensación lumínica similar a las anteriores pero con potencias menores, debido básicamente a una menor disipación del calor.

Ahorro energético anual	\$ 5.700.000
Estimación Inversión	\$ 10.000.000
Período de retorno	21 meses



Se consideran los siguientes cambios:

- 20 lámparas de 400 [W] (FB=1,1) por unas de 150 [W] (FB=0,9).
- 20 lámparas de 1000 [W] (FB=1,15) por unas de 200 [W] (FB=0,95).
- 20 lámparas de F40T12 (FB=1,0) por unas F26T5 (FB=0,9).
- Se considera que las lámparas están encendidas 4.500 [horas/año].

4.1.3 Instalación de variadores de frecuencia en ciclos de refrigeración

Problema:

- Cuando un compresor de tornillo que se encuentra trabajando en vacío, consume una potencia media aproximada de 45% de su potencia nominal en carga. Durante el tiempo que un compresor trabaja en vacío está derrochando energía sin aportar nada al proceso.

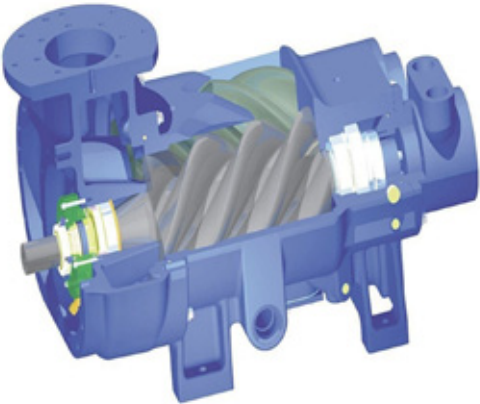
Solución:

- Controlar la compresión del fluido refrigerante, por medio del control de la velocidad de giro del motor que acciona el compresor, por intermedio de la variación de frecuencia de la señal de alimentación.

Ahorro energético anual	\$ 2.400.000
Estimación Inversión	\$ 12.000.000
Período de retorno	60 meses

Se considera lo siguiente:

- El compresor tiene una potencia de 75 [kW].
- Se considera que su uso es aproximadamente 4.500 [horas/año].



4.1.4 Desconectar transformadores en temporada baja

Problema:

- Mantener los transformadores conectados a la red durante la temporada baja, genera pérdidas energéticas innecesarias, además debido al sobredimensionamiento de los transformadores. Ese gasto en energía eléctrica ocurre durante todo el año.

Solución:

- Se recomienda desconectar los transformadores que durante la temporada de baja demanda no abastecen procesos dentro de la planta.

Ahorro energético anual	\$ 480.000
Estimación Inversión	-
Período de retorno	No aplica

- Se ha tomado para el cálculo 1 transformador de 400 [kVA], una pérdida promedio de 2,4 [kW] y un tiempo ocioso de 2.000 [horas/año].



4.2 Oportunidades de eficiencia energética en energía térmica

4.2.1 Economizador de caldera

Problema:

- Pérdida de calor en los gases de combustión.

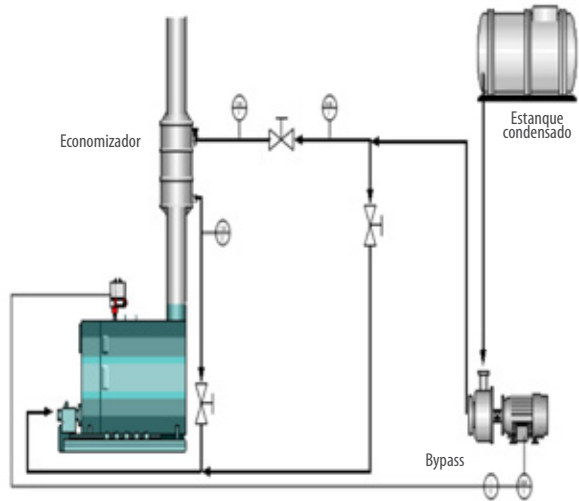
Solución:

- Incorporar un economizador en la chimenea de las calderas, con el fin de calentar el agua de ingreso a la caldera.

Ahorro energético anual	\$ 8.000.000
Estimación Inversión	\$ 15.000.000
Período de retorno	23 meses

Se considera lo siguiente:

- Se estima una recuperación de 450.000 [Mcal/año].
- Orden de magnitud de la recuperación de energía asociada a una caldera capaz de generar 10 [ton vapor/hora] aproximadamente.



4.2.2 Aislación de equipos térmicos y líneas distribución de vapor-condensado

Problema:

- Existen equipos como cocedores, evaporadores, secadores, hornos, estanques en general y líneas de vapor y condensado que pierden energía a través de la superficie, debido a que poseen una temperatura mayor con respecto a la ambiental.

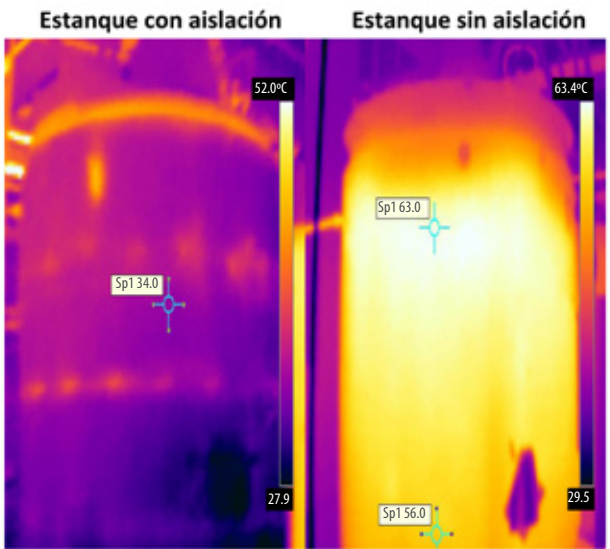
Solución:

- Se recomienda instalar aislación térmica a estos equipos y cañerías.

Ahorro energético anual	\$ 1.000.000
Estimación Inversión	\$ 2.500.000
Período de retorno	30 meses

Para realizar el cálculo de este ítem es necesario contemplar variables como:

- Temperatura de la superficie.
- Temperatura ambiente.
- Metros cuadrados de superficie.
- Material de la superficie.
- Si se encuentra a la intemperie tomar en cuenta condiciones meteorológicas.



4.2.3 Recuperación de calor residual de evaporadores

Problema:

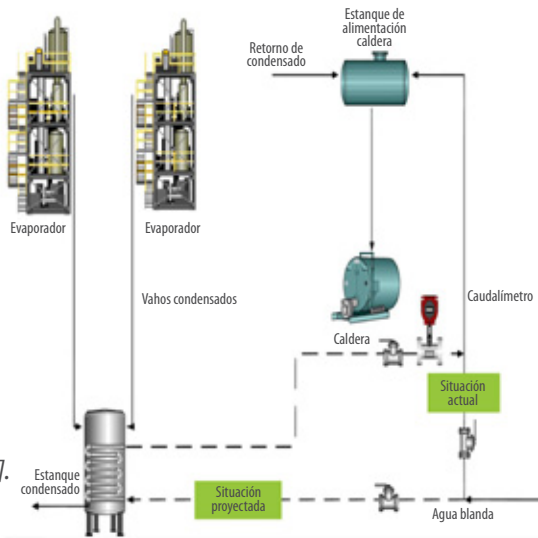
- El proceso de evaporación genera condensados (vahos), los cuales poseen energía que no es aprovechada.

Solución:

- Se recomienda instalar un estanque de recuperación de condensados, en el cual mediante un serpentín, nos permita recuperar esa energía antes de desechar los vahos y transferirla hacia el agua de make-up, de esta manera funcionaría como un pre-calentador de agua de caldera.

Ahorro energético anual	\$ 2.250.000
Estimación Inversión	\$ 7.000.000
Período de retorno	38 meses

- Se han tomado para el cálculo una recuperación de 90.000 [Mcal/año].
- Los flujos de vahos pueden fluctuar entre 500 y 1.000 [m³/h] y entre temperaturas de 40-70 [°C].



4.2.4 Recuperación de calor de purgas de calderas

Problema:

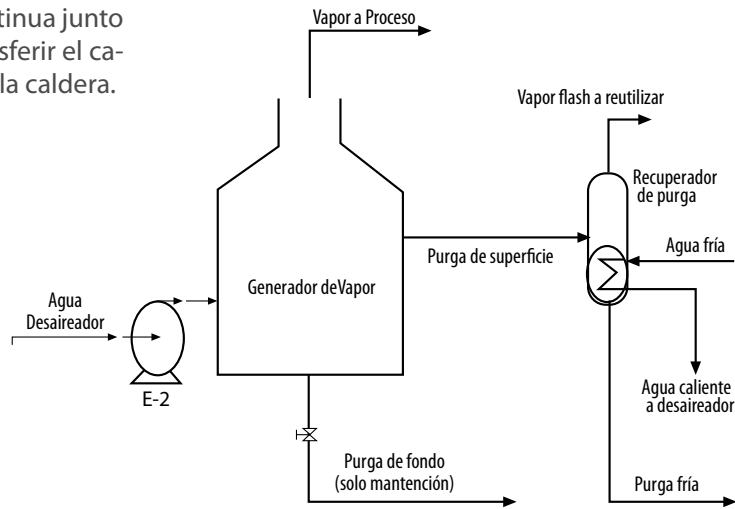
- En el proceso de purgas de las calderas, generalmente estas son desechadas con un potencial de energía el cual es recuperable.

Solución:

- Se recomienda instalar un sistema de purga continua junto con un recuperador de calor, de este modo transferir el calor desde la purga hacia el agua de make-up de la caldera.

Ahorro energético anual	\$ 22.500.000
Estimación Inversión	\$ 38.000.000
Período de retorno	21 meses

- Se han tomado para el cálculo una recuperación de 900.000 [Mcal].
- Se consideró una caldera con la capacidad de generar 10 [ton de vapor/hora].



4.2.5 Sistema integral de control de caldera

Problema:

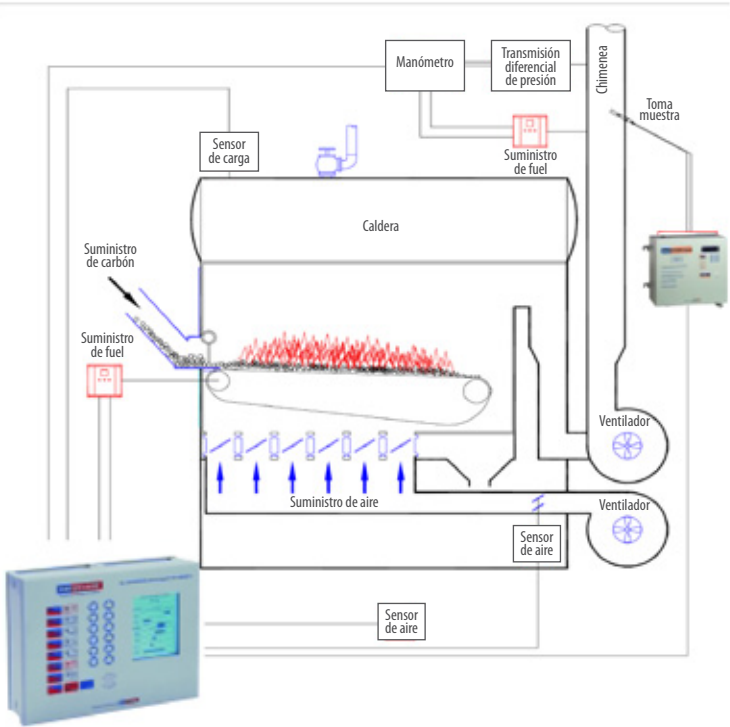
- Se sobrepasa el límite superior en el exceso de aire para una combustión óptima, por consiguiente se calienta aire innecesariamente.

Solución:

- Se recomienda instalar un sistema de control de combustión y, así optimizar la mezcla combustible/aire.
- Una disminución del 10% en el exceso de aire de los gases de salida significa una reducción del consumo de combustible de 1,26% aprox., mejorando en 1% la eficiencia de la caldera.

Ahorro energético anual	\$ 13.500.000
Estimación Inversión	\$ 28.000.000
Período de retorno	25 meses

- Se han tomado para el cálculo una recuperación de 540.000 [Mcal].
- Caldera con capacidad de generar 10 [ton vapor/hora].



4.2.6 Recuperación de calor residual de chimeneas

Problema:

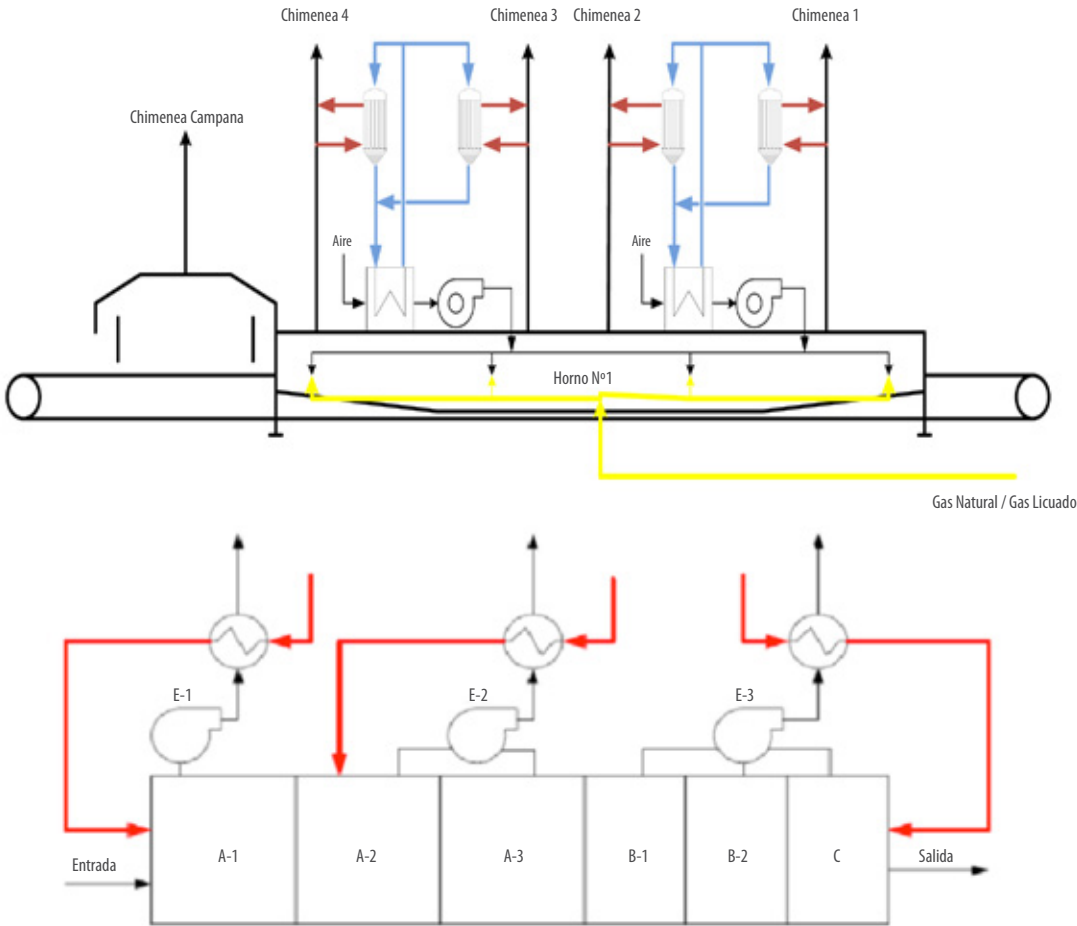
- La energía desechada junto a los gases de salida, ya sean gases de combustión o aire húmedo, provenientes de un horno o eventualmente de un secador, se estima que aproximadamente un 40% es reutilizable en otro sector de la planta en donde se utilicen temperaturas menores a 80 [°C].

Solución:

- Incorporar recuperadores de calor y traspasar la energía al aire de admisión.

Ahorro energético anual	\$ 14.000.000
Estimación Inversión	\$ 46.000.000
Período de retorno	40 meses

- Se estima que podrían recuperarse 100 [Mcal/h] y eventualmente en un año llegar hasta las 560.000 [Mcal/año].
- Hornos con capacidad de procesar 800 [kg/h] de producto.
- Secadores con capacidad de procesar 1000 [kg/h] de producto.



4.3 Utilización de energías renovables no convencionales

4.3.1 Biomasa

Problema:

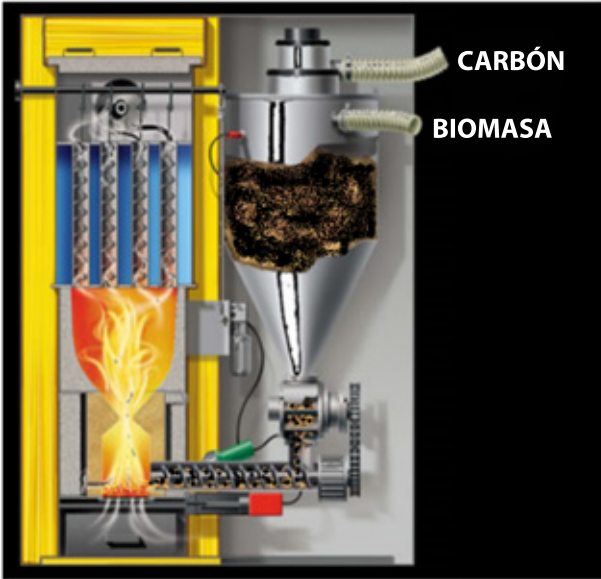
- Los desechos orgánicos sólidos que se generan en las plantas de alimentos, poseen un potencial energético que no es aprovechado.

Solución:

- Se recomienda instalar un sistema de purga continua junto Utilizar la biomasa seca (bajo 30% de humedad) para reemplazar una fracción del combustible generando una mezcla de ambos (leña o carbón de preferencia).
- Implementar una caldera de biomasa que utilice los desechos orgánicos que se generan por los procesos.

Ahorro energético anual	\$ 8.500.000
Estimación Inversión	\$ 55.000.000
Período de retorno	78 meses

- Se recomienda utilizar la primera opción puesto que implementar una caldera de biomasa aumenta considerablemente la inversión.
- Además, se considera un reemplazo no mayor al 30% del combustible utilizado debido a los condiciones técnicas de la actual caldera.
- Se estima que la planta genera 100 [Ton/año].



4.3.2 Gasificación de residuos por pirólisis y cogeneración

Problema:

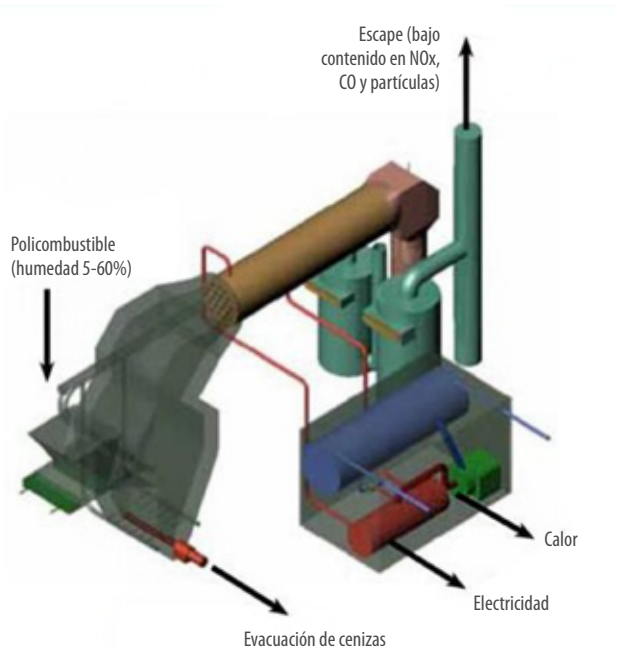
- Los desechos orgánicos sólidos que se generan en las plantas de alimentos poseen un potencial energético que no es aprovechado.

Solución:

- Implementar un sistema de gasificación de la biomasa para generar energía eléctrica y térmica.

Ahorro energético anual	\$ 250.000.000
Estimación Inversión	\$ 1.550.000.000
Período de retorno	75 meses

- Se considera abastecer 6.350.000 [kWh/año] en electricidad y 4.000.000 [Mcal/año] en calor.
- Dentro del cálculo del ahorro se incluyen gastos operacionales.
- Potencia eléctrica equivalente a 950 [kW].
- Si bien es cierto es factible implementar este proyecto, es recomendable realizar un estudio que abarque los temas de estacionalidad de la demanda de energía y el real aporte energético de los desechos.
- Generación potencia eléctrica a través de motores.



4.3.3 Sistema solar térmico para agua caliente

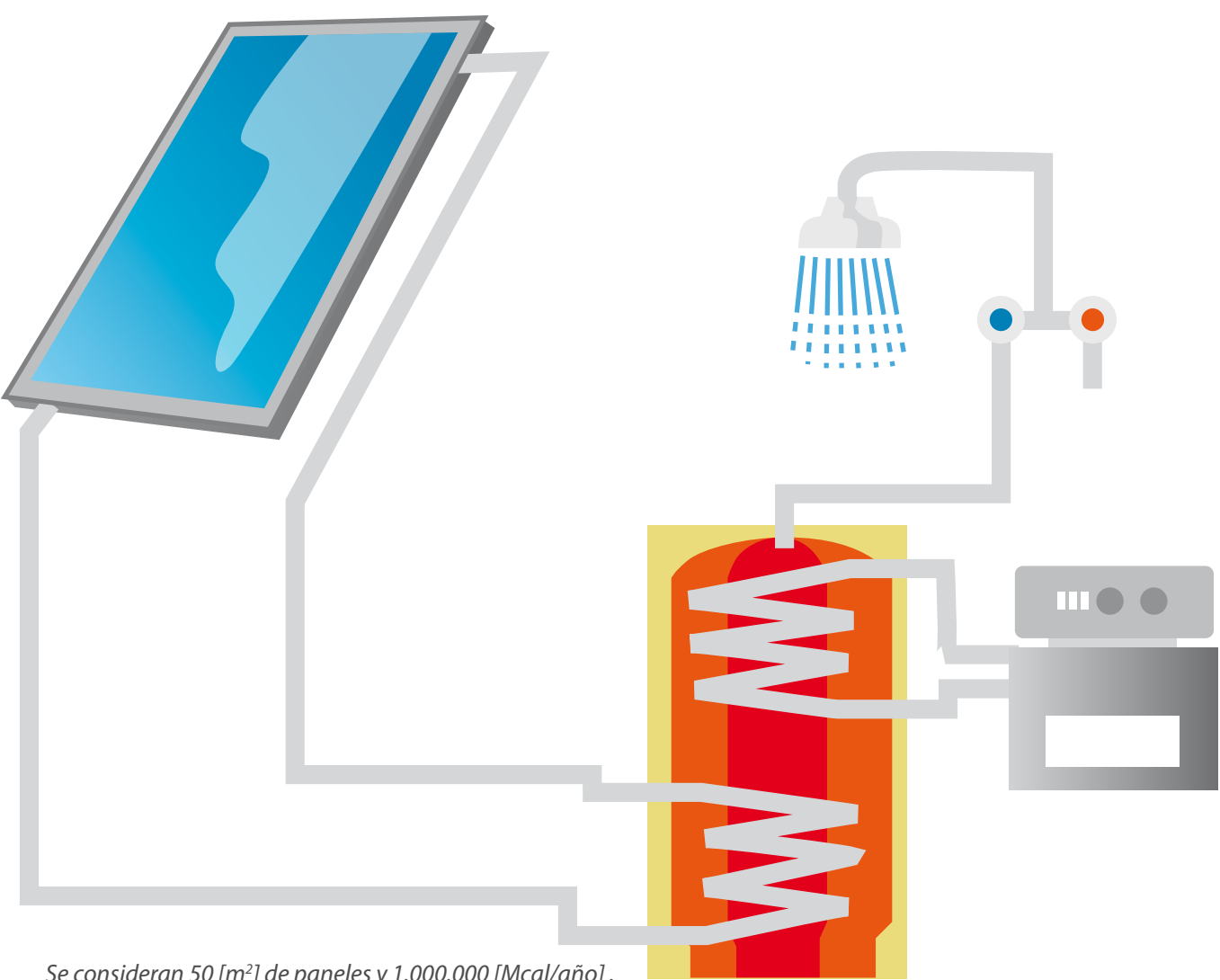
Problema:

- El agua caliente utilizada en la planta proviene del sistema de calderas de la planta.

Solución:

- Se recomienda la instalación de un sistema de paneles solares para pre-calentar agua para las calderas y/o uso sanitario.
- El sistema reducirá la carga sobre el sistema de calderas, resultando en un ahorro de combustible.

Ahorro energético anual	\$ 25.000.000
Estimación Inversión	\$ 90.000.000
Período de retorno	44 meses



- Se consideran 50 [m²] de paneles y 1.000.000 [Mcal/año].



5. Conclusiones y comentarios

5.1 Buenas prácticas de energía

En general se consideran como buenas prácticas de eficiencia energética todas aquellas acciones que permiten a la empresa y a la línea de producción, hacer un buen uso de los equipos, condiciones de proceso aptos para la correcta operación de maquinarias y no generar esfuerzos que redundan en un excesivo uso de la energía, enfocarse en la utilización de desechos y otras medidas que velen por el uso eficiente de la energía.

Además de lo anterior, resulta esencial tener implementada algunas de las recomendaciones que se describen en el capítulo n°4 y las sugerencias manifestadas en diferentes capítulos de este manual de eficiencia energética.

A continuación, un listado de acciones consideradas buenas prácticas:

- Disponer de un encargado de energía que tenga la capacidad de abordar y decidir temas de eficiencia energética en la planta.
- Controlar las cuentas de energía y documentar cómo evolucionan consumos y gastos en el tiempo para poder detectar posibles irregularidades.
- Incorporar dentro de las políticas de la empresa y ejecutar un estricto programa de mantenimiento de los equipos e instalaciones para asegurar con su funcionamiento adecuado y evitar consumos elevados de energía.
- Chequear las instalaciones con regularidad respecto de situaciones que causan un uso innecesario de energía (por ejemplo operación de equipos sin uso/en vacío, puertas de cámaras de frío abiertas, trampas de vapor en mal estado, fugas en sistemas de aire comprimido, temperaturas inadecuadas en procesos, etc.
- Establecer procedimientos y valores de variables de operación e instruir operadores para asegurar una operación eficiente de las instalaciones.
- Informar al personal respecto de la importancia de la eficiencia energética e incorporarlo a la hora de realizar acciones de eficiencia energética, ya que sus experiencias y conocimientos que resultan de su trabajo diario son valiosos y un personal consciente y capacitado es un factor clave para alcanzar una cultura de EE con resultados duraderos.

- Realizar un diagnóstico energético junto a un especialista para:
 - Levantar de forma sistematizada posibles potenciales de eficiencia energética, sus beneficios económicos y las inversiones necesarias para implementar las medidas de mejora.
 - Identificar aquellos indicadores que permiten vigilar la evolución de la eficiencia de la planta.
 - Elaborar un plan que se ajuste a la realidad de la empresa para implementar efectivamente las medidas detectadas.
- Incorporar desde la etapa de diseño de instalaciones:
 - La evaluación de equipos de alta eficiencia energética como luminarias, motores, etc., en los proyectos.
 - La coordinación de procesos para poder optimizar desde el inicio la forma de operar las instalaciones del punto de vista energético.
- Recuperar calor de los procesos y equipos.
- Aprovechar desechos con contenidos energéticos para reemplazar la compra de energía con recursos propios.
- Evaluar y potenciar el uso de energías renovables no convencionales (ERNC) en la planta, incluyendo dentro de sus políticas el uso mayoritario de iluminación natural en las instalaciones.

5.2 Huella de carbono y reducción de emisiones de dióxido de carbono

La huella de carbono es la medición del total de gases de efecto invernadero (GEI) emanados directa o indirectamente por un individuo, organización, evento o producto. La unidad de medida es toneladas de dióxido de carbono equivalente [CO₂-eq]. Una vez conocido el tamaño de la huella y su impacto ambiental, es posible implementar una estrategia de reducción.

La reducción en el consumo de energía eléctrica conlleva además a una disminución en las emisiones de gases de efecto invernadero, como es el dióxido de carbono (CO₂). Para esto, a fines del año 2011 el Ministerio de Energía, en conjunto con la Agencia Chilena de Eficiencia Energética, determinó los factores de emisión para el Sistema Interconectado Central (SIC) y para el Sistema Interconectado del Norte Grande (SING). De hecho, en la página web del Ministerio de Energía, se encuentra una planilla que, conociendo los consumos de energía eléctrica, arroja la emisión de CO₂ equivalente a ese consumo. Cabe mencionar que el factor de emisión posee una variación que está consignada en dicha planilla que es publicada mes a mes. Eventualmente proyectando un valor de ahorro en energía eléctrica por concepto de las medidas de eficiencia energéticas adoptadas, se podría establecer los valores con respecto a las toneladas evitadas equivalentes de CO₂ emitidos. Además, están los ahorros en toneladas de CO₂ por dejar de quemar gas natural.

Conocer la huella de carbono y reducir las cifras de emisiones no sólo contribuye a una reducción de costos, sino que le otorga a la empresa una serie de beneficios paralelos como, por ejemplo, poseer una ventaja comparativa a la hora de competir en mercados internacionales. Quienes exigen tener certificación acerca de esto, lo que desencadena en una mejora en las redes de negocio y ejercer un liderazgo proactivo, otorgándoles además, una tranquilidad con respecto a nuevas legislaciones sobre el cambio climático y presentar con potestad los resultados de mitigación de gases de invernadero.

5.3 Conclusiones generales

En la industria de alimentos, independiente del tipo de producto final que se oferte, proceso productivo que se lleve a cabo, localización de la planta e inclusive niveles de producción, las oportunidades de ahorro de energía en el ámbito eléctrico y térmico indicadas en este manual, reducirían su consumo de energía al menos en un 10% aproximadamente, si es que aplican a las necesidades de las plantas y virtualmente llegando a una cifra cercana al 30%. En este resultado no se incluyen las oportunidades de cogeneración, ya que ellas serían conducentes hasta en un 100% de la energía eléctrica y alrededor del 40% de la energía térmica de la planta. Se han mostrado 13 oportunidades de ahorro de energía a través de la implementación de proyectos de eficiencia energética. Estos han abarcado la mayoría de los equipos involucrados en producción. Los resultados se han resumido en tres partes, primero están los ahorros encontrados a través de las medidas de eficiencia energética para el ámbito eléctrico, en segundo lugar, se muestran las oportunidades de ahorro en el ámbito térmico y, finalmente medidas que indican que la planta puede, efectivamente, ser autosuficiente en la generación de energía eléctrica y/o térmica.

Además, durante los últimos años en Chile, se ha ido desarrollando una idea global que valoriza la búsqueda del bienestar del medio ambiente. Como respuesta a ello, el concepto de eficiencia energética ha liderado las políticas en nuestro país, incentivado básicamente porque las proyecciones con respecto a la oferta y demanda de energía no son auspiciosas, a esto hay que sumarle la incorporación a la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico y las diferencias en cuanto a tendencias de consumo energético versus crecimiento. La industria de alimentos no se encuentra ajena a esto y debido al crecimiento que han demostrado los últimos años, es que también se espera una participación activa en este ámbito.

Es así como la aplicación de conceptos de eficiencia energética ayuda a las empresas a reducir sus costos en las cuentas de energía y a la vez proyectar una imagen de responsabilidad y conciencia de cara a inquietudes relacionadas con el medio ambiente frente a la sociedad civil y las autoridades, quienes obligan a cumplir las exigencias medioambientales actuales, inclusive contribuyen a la reducción de demanda energética del país y logran estar mejor preparados para un escenario de oferta limitada de energía.

Cabe destacar que la implementación de cada una de las propuestas indicadas no se podrán ejecutar en todas las plantas, sin desmedro de que varias de ellas ya las han implementado. Sin embargo, las oportunidades de lograr ahorros

considerables presentadas en este manual, son el reflejo de la ejecución de estudios de eficiencia energética realizadas en el sector durante los años 2010 y 2011. Los costos de implementación son referenciales y, ciertamente, cambiarán en el tiempo. Es recomendable buscar asesoramiento especializado para obtener una evaluación fidedigna de la realidad de la planta a través del diagnóstico de energía, esto se puede comenzar cuanto antes y actualmente la Agencia Chilena de Eficiencia Energética cuenta con un registro de consultores capaces de apoyar y asesorar en temas relacionados a una optimización en el uso de energía. Además de hacer hincapié en la necesidad de formar un equipo en el interior de cada empresa, encargado de la gestión energética abarcando temas operacionales, relacionado a maquinarias y administrativas. Y finalmente, es importante que la gestión energética tenga continuidad dentro de las políticas de la empresa, para así obtener beneficios tanto económicos como medioambientales.

GLOSARIO

6. Glosario de términos

En esta sección se presentan algunos de los términos más usados durante el desarrollo del manual, y se pretende explicar con mayor detalle algunos conceptos.

Aislación: Un material que posee alta resistencia al flujo de calor, principalmente utilizada para retardar el flujo de calor. Esta capacidad es medida en términos del factor “R” o resistencia térmica. Mientras mayor es R, mayor es su capacidad de aislar.

Biomasa: Material orgánico sólido que por descomposición -digestión anaeróbica- genera un grado de energía llamado biogás y un lodo con grandes características de fertilizante orgánico (biofertilizante).

Caloría: Es la cantidad de energía necesaria para levantar la temperatura de un gramo de agua en un grado celcius. Corriente: Medida en ampere, es el flujo de electrones entre los polos de voltaje.

Eficiencia energética: Mantener los mismos niveles de producción, seguir prestando los mismos servicios, pero con un menor uso de energía.

Entalpía: Una medida de contenido de calor en un medio, reflejando contenido de humedad y temperatura. Se la mide en Joule y es la energía llevada por un Watt durante un segundo, el kilowatt hora (kWh) es un kilowatt hora circulando por una hora.

Factor de potencia: La razón entre la parte utilizable de la potencia entregada y la potencia utilizable con cargas inductivas (kW/kVA).

Lumen: Una medida cuantitativa para medir iluminación.

Potencia: medida en watts o horse power (hp), es la potencia generada por una corriente estable de un ampere a una tensión de un volt.

Recuperador de calor: Es un sistema que permite recuperar energía térmica, la que es reutilizada para otros procesos a corta distancia dentro de la planta (para precalentar agua antes de que entre a la caldera, por ejemplo).

Rises: Residuos industriales sólidos, ya sean orgánicos o inorgánicos.

SGE: Sistema de Gestión de Energía.

Tensión: es la diferencia de voltaje que se establece entre dos polos de signo contrario. Se mide en volt.

Volt-Ampere: El producto de la carga de Amperes registrados y el rango ranqueado de regulación en kilo Volts-Ampere (kVA), o potencia aparente.

7. Bibliografía

7.1 Libros

1. B. Capehart, W. Turner, W. Kennedy, Eds. Guide to Energy Management, 6th Edition, The Fairmont Press, Atlanta, GA, 2008.
2. B. Capehart Ed. Encyclopedia of Energy Engineering and Technology, CRC Press. Boca Ratón, FL. 2007.
3. International Energy Agency, Energy Technology Perspectives 2010, Scenarios / Strategies to 2050. OECD/IEA, 2010.

7.2 Páginas web

4. Ministerio de Energía: <www.minenergia.cl> [última visita: Enero 2012].
5. Agencia Chilena de Eficiencia Energética: <www.acee.cl> [última visita: Enero 2012].
6. Chilealimentos A.G. : <www.chilealimentos.com> [última visita: Enero 2012].
7. Balance Nacional de Energía (BNE) 2010: <www.minenergia.cl> [última visita: Enero 2012].
8. Programa de Estudios e Investigaciones en Energía (PRIEN): (base de datos en línea) <www.prien.cl> [última visita: Enero 2012].