

Guías de innovación para una producción sustentable.



MÓDULO IV: Gestión eficiente de la ENERGÍA



Secretaría de Ambiente
y Desarrollo Sustentable
Presidencia de la Nación

AUTORIDADES

Presidente de la Nación

Mauricio Macri

Secretario General de Presidencia

Fernando de Andreis

Secretario de Gobierno de Ambiente y Desarrollo Sustentable

Rabino Sergio Bergman

Titular de la Unidad de Coordinación General

Patricia Holzman

Secretario de Cambio Climático y Desarrollo Sustentable

Carlos Bruno Gentile

Directora Nacional de Evaluación Ambiental

María Celeste Piñera

Director de Innovación para el Desarrollo Sustentable

Prem Demian Zalzman

Índice del Módulo IV



1.- La energía: uso sustentable y minimización de impactos ambientales.	6
¿Qué es la eficiencia energética?	
Enfoques para avanzar hacia la eficiencia energética.	
Mejorando el desempeño energético: línea de base de consumo.	
2.- Iniciando acciones en eficiencia energética: autoevaluación y línea de base.	9
3.- Sistemas con consumo energético.	14
4.- Actividad.	24
5.- Anexo: conceptos a considerar en la factura del servicio eléctrico.	25
6.- Bibliografía para profundizar en la temática.	27

MÓDULO IV

Gestión eficiente de la energía

OBJETIVO DEL MODULO IV

El objetivo del presente módulo es acercar a los pequeños establecimientos industriales y de servicios recomendaciones y herramientas para facilitar la identificación y el desarrollo de opciones que faciliten implementar mejoras en la gestión de la energía en sus actividades, promoviendo el consumo responsable y sustentable de la misma.

En el presente material se desarrolla una aproximación básica que facilite aplicación de “buenas prácticas operativas”, las cuales se refieren a la implementación de acciones con vistas a realizar un consumo eficiencia de la energía y el consecuente mejoramiento del desempeño ambiental y la reducción de costos operativos. Estas acciones permitirán mejorar la productividad y contribuir a la disminución de los impactos sobre el ambiente y la mitigación del cambio climático.

Destinatarios: personal técnico y jerárquico de pequeños establecimientos productivos y de servicios.

1. La energía: uso sustentable y minimización de impactos ambientales

De manera general la energía puede entenderse como aquella “capacidad” que puede extraerse de la naturaleza para transformar o generar una acción sobre el medio. En concreto podemos considerar a la energía como aquella propiedad física que permite provocar un cambio físico, como modificar la temperatura o generar un trabajo (por ejemplo, poner en movimiento un objeto).

Las fuentes de energía pueden clasificarse como primarias o secundarias. Las primarias son aquellas que existen en la naturaleza y que no han sido transformadas por el hombre, como los hidrocarburos, el carbón mineral, el uranio, la madera (biomasa), el gas natural (de pozo), la energía eólica y la solar. Las fuentes de energía secundarias incluyen a los diversos productos energéticos procesados a partir de las fuentes de energía primarias tales como la electricidad, el gas de red, el gas licuado de petróleo, y los combustibles líquidos (nafta, gasoil, queroseno).

La generación y uso de la energía producen un impacto en el ambiente por los residuos generados. Así las centrales nucleares generan residuos radioactivos, las centrales térmicas –y en general el consumo de combustibles fósiles- emiten SOx (lluvia ácida), material particulado y NOx¹ (ambos de importancia en la formación de smog), y gases de efecto invernadero (especialmente CO₂) con un rol preponderante en el cambio climático. Minimizar el uso de la energía, en sus diversas formas, no solo mitiga los impactos en el ambiente, sino que produce además importantes ahorros económicos.

El consumo de energía implica por una parte su transformación en un trabajo útil (manufactura) o un servicio (iluminación; calefacción), y por otra en formas de energía “residuales” (calor, vibraciones, ruido, etc.) que se disipan² o pierden al no poder ser utilizadas. Atenuar estas “pérdidas”, recuperando o minimizando la energía disipada, es la idea central de todas las acciones orientadas hacia la eficiencia energética y por consiguiente el uso sustentable de la misma.



De la energía solar a la biomasa, pudiéndose extraer biogás mediante reactores anaeróbicos de mezcla completa (abajo izquierda) o los de flujo a pistón (de tipo inflables -arriba derecha-)

¿Qué es la eficiencia energética?

La eficiencia energética consiste en mantener o incrementar el nivel de producción disminuyendo el consumo de energía, ya sea tanto por la utilización de maquinaria más eficiente (cambio tecnológico) como por la introducción de mejoras en los procesos productivos.

En una actividad productiva la eficiencia energética puede entenderse como la razón entre la cantidad de energía utilizada efectivamente para obtener un producto o un servicio, y la energía consumida o demandada a la red, que es la finalmente facturada. En cualquier circunstancia, la implementación de acciones o medidas de eficiencia energética apuntan a optimizar la relación entre la cantidad de energía consumida y los productos (o servicios) finales logrados, sin afectar la calidad de los mismos.

De manera general podemos observar dos tipos de medidas de eficiencia energética: la que contempla la modificación de las formas de operar equipos, sistemas o procesos (acciones operacionales) y aquella dirigida al reemplazo de equipos (recambio tecnológico) y/o

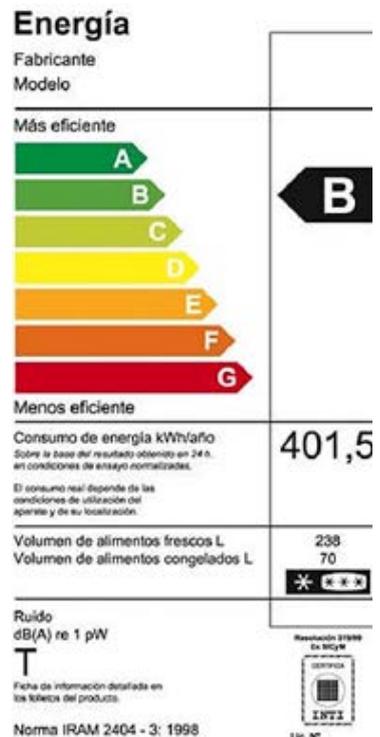
Es posible reducir el consumo de energía utilizándola de forma adecuada, invirtiendo en equipamiento energéticamente eficiente, así como también adoptando un estilo de vida más sostenible con respecto a su uso modificando nuestros hábitos y conductas.

¹El subíndice “x” se refiere a los distintos tipos de óxidos para cada elemento, por ejemplo: SO, SO₂, SO₃; N₂O, N₂O₃, etc.

²Por ejemplo, parte de la energía de un combustible utilizado para accionar un motor no se transforma en energía mecánica y se “disipa” o pierde como energía térmica (calor liberado), energía sonora (ruido de funcionamiento) y energía cinética (perceptible en las vibraciones del equipo).

introducción de mejoras en los mismos. En ambos casos la instancia de información y de capacitación (que involucran el cambio cultural al interior de la empresa) son el sustento para que cualquier medida o proyecto alcance sus objetivos.

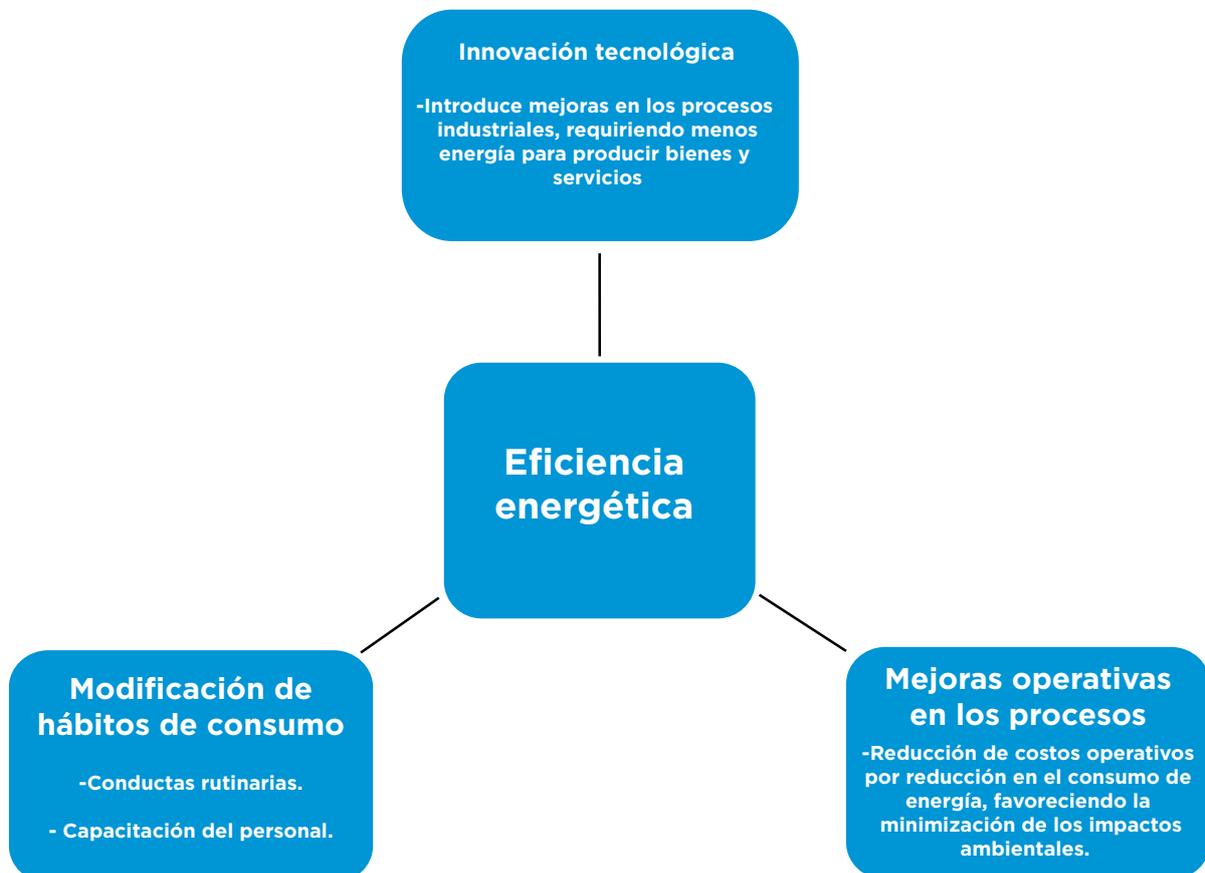
Por ejemplo, si se decide cambiar un horno por otro de mayor eficiencia, la acción involucra un recambio tecnológico. No obstante, si no se capacita adecuadamente al personal es probable que se desperdicie la capacidad de ahorro generada por el nuevo horno; requiriéndose así una mejora en la operación del equipo para aprovechar el cambio propuesto. Por otra parte, y continuando con el ejemplo, ¿qué sucedería si no se adecúa la producción a los tiempos de carga del nuevo equipo? Evidentemente, aunque se siga el procedimiento de operaciones del nuevo tipo de horno, hay que acompañar a estas acciones con modificaciones en la línea de producción. En síntesis: las mejoras técnicas deben ir acompañadas de cambios en la “cultura” de la empresa que favorezcan el buen uso de sus recursos.



Es posible reducir el consumo de energía utilizandola en forma adecuada, invirtiendo en equipamiento energéticamente eficiente, como también adoptando un estilo de vida mas sostenible con respecto a su uso modificando nuestros habitos y conconducta.

Enfoques para avanzar hacia la eficiencia energética.

Existen diversos abordajes o enfoques orientados a mejorar la eficiencia energética de las actividades productivas o de servicios, resultando conveniente la articulación de las mismas:



Respecto de los beneficios obtenidos por la implementación de estas aproximaciones, pueden observarse:

Beneficios directos

- Reducción de costos, ya que la energía constituye uno de los factores de mayor peso en los costos productivos totales.
- Mejora de la competitividad: al optimizar la cantidad de energía consumida para producir productos y/o servicios finales se produce un aumento de la productividad favoreciendo la competitividad de la empresa.
- Mejor desempeño de los equipos de trabajo: ya que los requerimientos de optimización inducen a la mejora en los controles y seguimientos y, por consiguiente, en la eficiencia de los equipos de trabajo a cargo de dichas tareas.
- Reducción de las emisiones de CO₂, al reducirse la demanda de electricidad y, consecuentemente, de combustibles fósiles, se disminuye la emisión de dióxido de carbono resultante de la combustión de aquellos, una de las principales fuente de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEIs)³.

Beneficios indirectos

- Promueve la innovación tecnológica, ya que el avance hacia la eficiencia energética en los procesos productivos se encuentra ligada a la innovación.
- Mejora la imagen empresarial y ambiental, al fomentar una imagen corporativa proactiva que contribuye a la integración de criterios de responsabilidad social empresarial.
- Fomenta un cambio cultural en la empresa, puesto que al involucrar al personal en el uso eficiente de la energía se promueve el cambio de actitudes, hábitos y costumbres dentro de la actividad.

Mejorando el desempeño energético: línea de base de consumo

Todas las aproximaciones presentadas previamente (modificación de hábitos, innovación tecnológica, mejoras operativas) requieren, para su correcto desarrollo e implementación, contar previamente con una línea de base del consumo de energía. La misma⁴, conforme a las características de la empresa, permitirá conocer los consumos y los costos de energía de la misma. Para establecer una línea de base se requiere:

- recolectar datos básicos y realizar un relevamiento general de las instalaciones, y estado de conservación de equipos;
- conocer las variables que influyen en el consumo de energía;
- detectar aquellos aspectos de la actividad (equipos o procesos) en los cuales es posible introducir mejoras;
- registrar los consumos de energía (según sus tipos) y los costos vinculados.

³Los GEIs o Gases de Efecto Invernadero (GEIs) son aquellos presentes en la atmósfera (tanto de origen natural o antropogénico) con la facultad de absorber y emitir radiación dentro del rango infrarrojo. Esta característica posibilita la absorción de la radiación infrarroja emitida por la superficie de la tierra, reteniéndola, y produciendo el llamado "efecto invernadero" (calentamiento global). Entre los principales GEI se encuentran el vapor de agua, el dióxido de carbono, el metano, el óxido de nitrógeno y el ozono. (Fuente: http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr_appendix.pdf).

⁴Técnica o metodología para detectar áreas de oportunidad en materia de ahorro de energía y mejora de procesos.

2. Iniciando acciones en eficiencia energética: autoevaluación y línea de base

Proponemos comenzar con una autoevaluación que permita relevar datos sobre el propio consumo de energía y, si bien no es comparable (por su precisión y alcances) con una auditoría energética, constituye un primer paso para recuperar información sobre el propio desempeño energético facilitando establecer una línea de base para el mismo.

Así, antes de iniciar la aplicación de buenas prácticas para hacer más eficiente el uso de la energía, es necesario conocer en primer lugar los consumos energéticos de la empresa, para lo cual es posible realizar una serie de pasos que nos faciliten la generación de tal información. Esta última podrá ser luego comparada con otras fuentes o contra datos históricos de la propia empresa, a los efectos de realizar una evaluación y seguimiento del desempeño energético de la actividad.

Para facilitar la valoración de los consumos de energía, se proponen los siguientes pasos metodológicos, así como las preguntas para orientar las acciones en cada etapa (tabla 1):

Pasos	¿De qué se trata?	Preguntas guía
I- IDENTIFICAR	RECONOCER Las fuentes de energía y sus usos dentro de la actividad.	¿Qué datos o información hay disponible? ¿Cuáles son los procesos con consumo energético en la actividad?
II- CUANTIFICAR y REGISTRAR	MEDIR, ponerle un número a los consumos y registrarlos.	¿Cuánto consume cada proceso? ¿Cómo registramos los datos? ¿Cuándo aumenta el consumo de energía?
III RECONOCER	SABER cuál es el consumo energético en la actividad (línea de base).	¿Cuál es nuestra línea de base?
IV DECIDIR E IMPLEMENTAR	ELEGIR las posibles mejoras a realizar.	¿Cuales son los mayores consumos energeticos donde priorizar acciones? ¿que mejoras y buenas practicas se pueden implemetar?
V- VALORAR y MONITOREAR	COMPARAR el consumo de energía luego de realizar las mejoras versus los consumos previos. SEGUIMIENTO de las mejoras implementadas; búsqueda de nuevas mejoras.	¿Cuánto se redujo el consumo? ¿Cómo mantener las mejoras alcanzadas?

tabla 1

I- IDENTIFICAR las fuentes de energía utilizadas

Se recopilan los datos de cada tipo de energía utilizada: electricidad de red; gas natural de red o gas licuado de petróleo, combustibles líquidos, biomasa (madera, carbón). Para orientar la tarea, pueden utilizarse preguntas guía:

¿Qué datos o información hay disponible?

La fuente más confiable es recurrir a las facturas de gas, electricidad o de combustibles, según corresponda.

Proceda ordenadamente, tenga presente que existen situaciones tales como la compra de combustible (a granel) cuyos costo pudieran ser registrados de manera independiente.

¿Cuáles son los procesos con consumo energético en la actividad?

Una vez identificadas las fuentes de energía, se procede a vincularlas con los procesos o servicios con consumo energético en la actividad; por ejemplo, el gas con el sistema de caldera/vapor, la electricidad con los sistemas de refrigeración o de aire comprimido, el combustible⁵ -equipo electrógeno- con el sistema de iluminación, etc. La idea es priorizar estos sistemas según sus niveles de consumos, para detectar aquellos gastos que se pretenden controlar.

II- CUANTIFICAR y REGISTRAR

¿Cuánto consume cada proceso o equipo? ¿Cómo registramos los datos?

Para pequeñas empresas, y refiriéndonos al consumo de energía eléctrica por parte de pequeños equipos (motores eléctricos, calentadores, compresores); podemos restringir el análisis a dos instancias:

a) Determinar el consumo de toda la instalación⁶, utilizando un equipo de medida que registre el consumo general, en este caso el suministrado por la distribuidora eléctrica.

⁵En caso de utilizar equipos electrógenos.

⁶Facilitado cuando el consumo se refiere a una sola fuente de energía, ejemplo energía eléctrica.

Pueden tomarse directamente las lecturas del medidor instalado, pero considerando la aplicación de los ajustes que sobre el consumo de la actividad realiza la distribuidora⁷.

b) Otra opción es medir el consumo de una parte de la instalación o de un equipo, en cuyo caso el límite de la medición estará alrededor del equipamiento o sector a evaluar⁸. Para el consumo de los equipos puede relevarse la documentación técnica de los mismos o la información disponible en las etiquetas o placas informativas (potencia); estimando el consumo a partir de las horas de uso (tiempo efectivo en que el sistema o equipo funciona). En ciertos casos es posible realizar la medición en un equipo individual utilizando, por ejemplo, una pinza amperométrica⁹.

Para más de una fuente energética, una tabla de consumos generales¹⁰ nos permitirá registrarlas, identificando y priorizando los principales consumos de energía¹¹ (tabla 2).

Consumos generales de energía			
Concepto	Unidad	Consumo mensual	Consumo anual ¹²
Energía eléctrica	kWh		
Gas natural de red (GN)	m ³		
Gas licuado de petróleo (GLP)	m ³		
Combustibles líquidos	m ³		

tabla 2

¿Cuándo aumenta el consumo de energía? ¿En qué situaciones o circunstancias?

Con el fin de seleccionar el período que nos permita armar una línea de base o de referencia, es conveniente caracterizar los ciclos de la actividad (meses de mayor o menor consumo de energía). En este sentido elegir un período anual anterior (histórico), permite representar un ciclo completo de la actividad, facilitando detectar los consumos máximos y mínimos de energía en la misma. Como referencia o línea de base, el año inmediato anterior¹³ al inicio de las acciones de mejora es una buena opción.

III- CONOCER

¿Cuál es nuestra línea de base?

La línea de base de consumo (o estado “inicial”) del establecimiento utiliza la primera medición o toma de datos registrada para armar indicadores los cuales nos permitirán conocer la situación actual de consumo, así como realizar comparaciones una vez introducidos los cambios o mejora proyectados. Los indicadores permiten expresar de forma concreta, práctica y medible las variables que necesitamos ordenar; o sea cuantifican un hecho o situación¹⁴ y permiten interpretar y seguir los cambios que se introduzcan mediante el registro previo de los datos. Un indicador energético permite monitorear el desempeño energético del establecimiento (sus consumos) y realizar su seguimiento en el tiempo. Frente a la variedad de entornos y actividades productivas y de servicios, los indicadores energéticos (armados como la razón entre la energía consumida y una variable medible con incidencia en la actividad) facilitan realizar comparaciones. Como ejemplos de indicadores relacionados a los consumos energéticos de una actividad observamos (tabla 3):

Indicador	Descripción
m ³ de gas/año	Consumo anual de gas natural o gas licuado.
kWh/año	Consumo anual de energía eléctrica.
kWh/unidad de producto	Consumo de energía/unidad de producto manufacturado, permite comparar el consumo del establecimiento respecto de otros con similares características dentro del rubro.
kWh/m ² -año	Consumo de energía utilizada por m ² de superficie ¹⁵ de las instalaciones en un año ¹⁶ (por ejemplo, para evaluar iluminación o climatización).

tabla 3

⁷Para más información sobre el tema, recurra al anexo “Conceptos a considerar en la factura del servicio eléctrico.”

⁸Esto se facilita si se cuenta con un circuito eléctrico sectorizado.

⁹Puede calcularse usando la relación: corriente consumida (A) x voltaje de alimentación (V) = Watts, durante una hora de trabajo. En este caso el cálculo solo es adecuado para medir la potencia de cargas resistivas (por ejemplo, hornos eléctricos). Cuando se mide potencia se recomienda la consulta con un técnico especializado en la temática, a los fines de evaluar el factor de potencia y asegurarse que la forma de la onda eléctrica de la carga no se encuentre distorsionada por el funcionamiento de otros equipos dispuestos en la instalación.

¹⁰Consiste en una representación cuantitativa de toda la energía consumida, en un determinado período; desagregada según los distintos recursos energéticos utilizados.

¹¹Corresponde a la identificación de los usos significativos de la energía (USE).

¹²El desarrollo del consumo mensual puede ordenarse en forma de perfil anual, realizando un promedio del consumo mensual del año bajo análisis y multiplicándolo por doce. Esta simplificación “esconde” las posibles variaciones estacionales.

¹³Las facturas de la distribuidora de energía permiten armar un registro (histórico) de consumo mensual/anual de la actividad (facilitando observar las distintas estacionalidades asociadas al rubro de la empresa).

¹⁴Por ejemplo, la razón entre la cantidad de producto elaborado y un solo tipo de insumo (materia prima, o mano de obra, o energía, o capital), constituye la productividad parcial (la “total” incluiría a todos los factores); para el caso de la energía el indicador sería kWh/unidad (en un determinado equipo) y, para valorarlo en pesos, {kWh/unidad x \$/kWh} = \$/unidad.

¹⁵Si la superficie no se encuentra totalmente ocupada, el indicador puede ajustarse considerando el porcentaje de ocupación real de las instalaciones.

¹⁶Al tomar un dato anualizado se obtiene un promedio, es decir no considero las variaciones estacionales.

IV- DECIDIR e IMPLEMENTAR

A partir de los consumos energéticos de la actividad, se decide cuales son aquellos que deben ser atendidos de manera prioritaria.

¿Cuáles son los mayores consumos energéticos donde priorizar acciones de mejora?

Una vez reconocidos los mayores consumos del establecimiento (la tabla 2 permite ordenarlos de mayor a menor), e identificados los equipos involucrados (motores, calefacción, etc.), pueden buscarse posibles mejoras sobre los mismos de manera individual o considerar a varios de estos sistemas en conjunto, por ejemplo, aquellos que sumen más del 60 % del consumo de energía (equipamiento con motores, caldera/vapor, y el sistema iluminación).

¿Qué mejoras o buenas prácticas se pueden implementar?

Conforme a lo visto en el capítulo 2, las posibles mejoras a implementar incluyen: mejoras operativas en calderas y hornos, control de pérdidas de vapor, mantenimiento y control del sistema de aire comprimido, correcto aislamiento, mantenimiento de intercambiadores de calor, control de la climatización, adecuación de la iluminación, mantenimiento y/o recambio de motores, reconstrucción de potencia¹⁷, entre otras posibles. La elección de alguna de ellas dependerá de las necesidades y los recursos disponibles en cada actividad¹⁸. En todos los casos la aplicación de buenas prácticas y la capacitación de personal y operarios deberán ser considerados como componentes insoslayables al momento de iniciar acciones de eficiencia energética en la empresa.

V- VALORAR y MONITOREAR

Una vez puestas en práctica las mejoras, corresponde el registro y seguimiento de las mismas durante un período similar al período histórico utilizado (seis meses o un año) como referencia para comparar los cambios efectuados; realizando monitoreos periódicos (por ejemplo, trimestrales) para controlar si las mejoras introducidas funcionan como se esperaba o es necesario realizar los ajustes correspondientes.

Para comparar se utilizan los indicadores desarrollados previamente (línea de base). Esto facilita comparar el consumo actual (con mejoras) con el histórico de la empresa, así como también realizar comparaciones con otras empresas del sector (de similar envergadura y similares procesos)¹⁹, en caso de disponerse de los datos.

- ¿Cuánto se redujo el consumo? (¿Ahorros logrados?)

Para controlar que sea efectivas las reducciones necesitamos:

- Los datos de consumo de la base histórica (registros). El período de evaluación debe abarcar al menos un ciclo operativo “normal” de la actividad.

- El registro del consumo de energía (con las mejoras realizadas) durante un período de tiempo similar²⁰ al registro histórico²¹ contra el cual se van las diferencias, de manera que permita caracterizar adecuadamente el resultado de las medidas implementadas.

- Para constatar las mejoras puede utilizarse, por ejemplo, la relación kWh/producto como indicador de la energía consumida. Esto evita errores de valoración en los períodos en los que aumenta la actividad productiva, y en caso de disponer de la información, permite comparar con los datos de consumo de otras empresas del sector (tabla 4).

Registro de ahorros y mejoras				
Recurso energético	Unidad	Consumo sin mejoras (histórico)	Consumo con mejoras realizadas	Diferencia (ahorros) en kWh
Electricidad	1 kWh			
Gas natural	1 m ³			

tabla 4

¹⁷En caso de tener contratada mayor potencia que la utilizada se incurre en un gasto desperdiciado, siendo conveniente adecuar este ítem con la distribuidora.

¹⁸Resulta beneficioso, además, investigar sobre lo realizado en la temática por terceros países, así como también recurrir a las recomendaciones que en el tema realizan las cámaras sectoriales.

¹⁹Esto se conoce como evaluaciones comparativas de desempeño o Benchmarking, y consisten en evaluaciones en las que se contrastan los indicadores obtenidos con las referencias nacionales o internacionales disponibles para un mismo sector productivo o de servicio.

²⁰Esto permite que el período sea comparable o representativo de los consumos que se intentan disminuir.

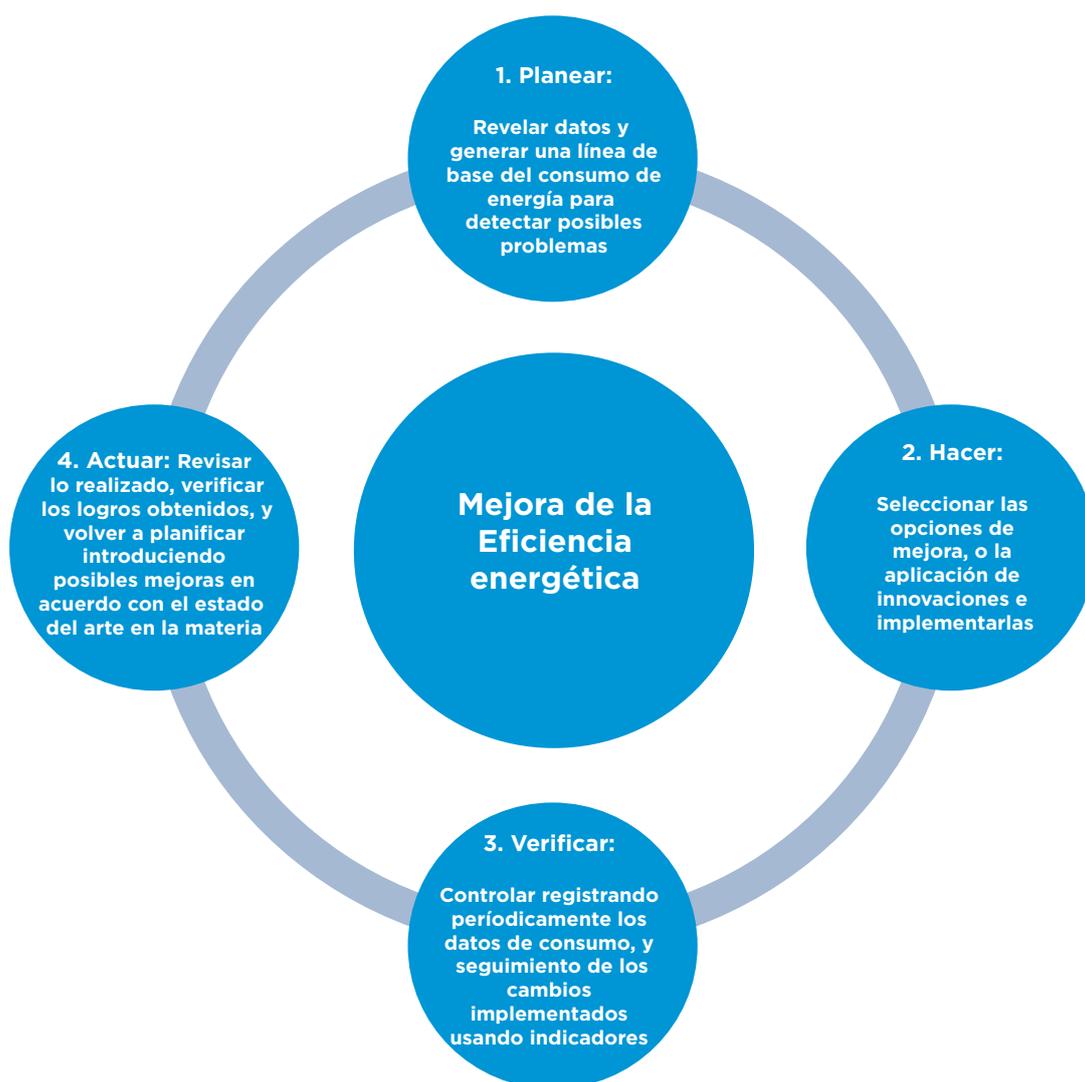
²¹Conviene contar con los datos de al menos los últimos dos años.

No resulta conveniente comprar la cantidad en pesos (\$\$) pagados por la energía utilizada luego de realizar las mejoras, con los peores que se pagan antes de implementar las mismas. Esto es así ya que los incrementos de costos nominales por inflación, o los reales por adecuación tarifaria, afectan a la medición de costos en \$\$ y no permiten evaluar adecuadamente los verdaderos ahorros de consumo.

Lo que debe hacerse es realizar las comparaciones respecto a los KWH consumidos en el actual período versus el anterior (sin mejoras).

¿Cómo mantener las mejoras alcanzadas? ¿Se puede seguir mejorando?

Para asegurar la continuidad en el tiempo de los beneficios logrados, es conveniente la adopción de una estrategia de evaluación periódica. En tal sentido, la estrategia de planear, hacer, verificar y actuar²² constituye una estrategia de trabajo accesible conceptualmente y cuya puesta en práctica en la empresa promueve la búsqueda continua de alternativas de mejora en eficiencia energética.



En este marco de ideas, un sistema de gestión de la energía permite articular las acciones orientadas hacia los objetivos de mejora propuestos (eficiencia en el uso/consumo de la energía); así como también favorecer los cambios culturales necesarios para alcanzar los mencionados objetivos (mediante la sensibilización y formación continua del personal en la temática).

Para pequeños establecimientos productivos o de servicios, las acciones de eficiencia energética resultan fortalecidas por el uso o implementación de un sistema de gestión ambiental –interno, simple y concreto²³, en el cual es posible sostener estas iniciativas en el marco de los compromisos que la dirección de la empresa asume respecto de su gestión ambiental ²⁴

²²Ciclo de Deming, también conocido como PDCA (del inglés plan-do-check-act), es una estrategia de mejora continua muy utilizada en los sistemas de gestión de calidad.

²³Lo más adecuado es desarrollar un sistema de gestión de eficiencia energética (más avanzado y específico) el cual involucra herramientas de planeamiento y control estadístico específicas con el objeto de mejorar los indicadores de productividad de la actividad; de implementación más compleja en empresas de mayor envergadura. Por ejemplo, la norma IRAM-ISO 50001 - Sistemas de Gestión de la Energía (SGE), de aplicación en empresas medianas/grandes.

²⁴Gestión del consumo de agua, de los residuos, entre otros aspectos.

Avanzar hacia la eficiencia energética reporta principalmente:

- beneficios ambientales: al reducir el consumo de recursos como una acción de mitigación sobre el cambio climático;
- beneficios económicos: ya que reduce los costos de operación de los establecimientos, mejorando la competitividad de los mismos;
- beneficios vinculados a la competitividad empresarial, tales como estándares de calidad o desempeño vinculados a la protección del ambiente. Por ejemplo las acciones orientadas a la ecoeficiencia energética²⁵ constituyen una posibilidad de posicionar la actividad de manera diferencial en el mercado, considerando las valoraciones positivas realizadas desde la sociedad.

Recuerde: una adecuada gestión ambiental de la actividad se refleja en una mejora de la productividad; esto es la prestación del servicio con igual calidad pero a menor costo como consecuencia del mejor uso de los recursos.

²⁵Ecoeficiencia = valor del producto / impacto ambiental (consumo de energía). De manera general, la ecoeficiencia consiste en brindar bienes y servicios de manera competitiva, satisfaciendo los requerimientos de calidad requeridos por el mercado y minimizando el uso de los recursos y los posibles impactos ambientales generados por la actividad.

3.-Sistemas con consumo energético²⁶

Para facilitar una posible autoevaluación o línea de base de consumo, presentamos de manera breve aquellos sistemas más habituales evaluados respecto de su consumo energético en las empresas; así como también posibles listas de verificación y aplicación de buenas prácticas para los mismos.

SISTEMAS TÉRMICOS

-Utilizan combustibles sólidos, líquidos o gaseosos-

- Calderas.
- Sistemas de generación, distribución y utilización de vapor.
- Hornos.

SISTEMAS ELÉCTRICOS

-Utilizan energía eléctrica-

- Sistemas de enfriamiento/ refrigeración.
- Sistemas de aire comprimido.
- Motores eléctricos.
- Hornos eléctricos.
- Iluminación.

3.1 Sistemas térmicos

La función principal de los mismos es la generación de calor para cubrir necesidades térmicas en los procesos productivos (calefacción, agua caliente, vapor, secado de sustancias, etc.). Los equipos térmicos más empleados son las calderas, los hornos y los secadores²⁷. En las industrias en que estos equipos son el principal componente del proceso productivo, constituyen los mayores consumidores de energía llegando a alcanzar hasta el 50 % de la demanda energética total del establecimiento.

3.1.1 Calderas

Las calderas utilizan el calor producido durante el quemado de un combustible para calentar agua o aire (fluidos), los que luego serán utilizados donde se requiera cubrir necesidades térmicas. La reacción que se produce (entre el combustible y el oxígeno del aire) en la cámara de combustión de la caldera libera calor, residuos sólidos (cenizas y escorias) y humos/gases a elevadas temperaturas (entre 200 °C - 900 °C).

El contenido energético (calor) de los gases de combustión se utiliza en las calderas para calentar un fluido (aire, agua o aceite), el cual servirá a su vez para calentar una materia prima, generar vapor, etc.; siendo luego evacuados por una chimenea.



Respecto del rendimiento de una caldera, se considera al mismo como la relación entre el calor útil producido (descontando las pérdidas de calor producida a través de los gases de combustión²⁸ y las paredes de la caldera) y la energía proporcionada por el combustible utilizado. Para evaluar el rendimiento se requiere de un equipo analizador de gases de combustión, así como medir la temperatura de las paredes de la caldera.

²⁶Llamamos sistemas con consumo energético a aquellos equipos/maquinarias utilizados para realizar un trabajo o función, y que requieren de una fuente de energía para su funcionamiento.

²⁷Muy utilizados en el sector alimenticio y agroindustrial para reducir el contenido de humedad de las sustancias.

²⁸Además de personal calificado para realizar dichas mediciones. Debe también contemplarse que los valores adecuados de O₂, CO y la temperatura de gases dependen del tipo de combustible, quemador utilizado y del tamaño de la caldera; situación que requiere un seguimiento específico según las características de la caldera.

Como buenas prácticas para aumentar la eficiencia y generar ahorros, se observan:-

- **Purgar los circuitos** para eliminar aire que pueda haber atrapado en los mismos, ya que disminuye la transferencia de calor.
- **Revisar y mantener** preventivamente los componentes del sistema.
- **Mejorar la calidad del agua** de alimentación, para evitar incrustaciones en los ductos.
- **Adecuar la carga** a las capacidades de la caldera, ya que el rendimiento de las mismas a baja carga es menor que a plena carga. Una alternativa a evaluar es la factibilidad de instalar más de una caldera de menor tamaño, las que pueden gestionarse para entrar en servicio conforme a las demandas de producción.
- **Recuperar calor generado.** Los gases de combustión que salen de la caldera a una temperatura mayor a 230 °C, contienen energía que puede ser utilizada²⁹ para precalentar el agua de alimentación o el aire de combustión y disminuir así el consumo de combustible. Incluso el calor recuperado de los gases puede aprovecharse en otros equipos, por ejemplo, para procesos de secado.
- **Monitoreo de la aislación**, si la temperatura de la pared caldera es mayor a la temperatura de la sala es probable que existan pérdidas en la aislación, debiéndose evaluar el posible cambio de cubierta de aislamiento exterior.
- **Realizar la limpieza periódica**³⁰ de la caldera mejora la transferencia térmica aumentando el calor útil obtenido y disminuyendo la temperatura de los gases de salida³¹.

3.1.2 Hornos (alimentados con combustibles)

Los hornos³² operan de manera similar a la de las calderas, pero en lugar de calentar un fluido intermedio calientan directamente la materia prima o el producto en el interior de los mismos. Por tanto, y según el caso, las buenas prácticas expuestas en la sección anterior también son factibles de aplicarse a estos sistemas, observándose, además que:

- El equipo térmico debe utilizarse para los procesos (y productos) para los que fue diseñado.
- Los procesos continuos consumen menos energía que los procesos por lotes, si esto no fuese posible es mejor utilizar equipos con baja inercia térmica de modo que la temperatura de trabajo se alcance rápidamente.
- La automatización del control de los equipos térmicos y de las operaciones de carga y descarga disminuyen los tiempos de espera y optimizan el funcionamiento de los mismos.
- La operación a plena carga del horno, evitando cargas parciales, ayuda a ajustar el uso de combustible (cantidad necesaria) por unidad de producto.
- La reutilización del calor de los gases de escape para precalentar el aire de combustión y el producto antes de entrar al horno, permiten reducir en el consumo de combustible.

3.1.3 Sistema de distribución y utilización de vapor

El sistema de distribución de vapor permite llevar el vapor en la cantidad y calidad requerida para los procesos productivos. En estos sistemas, es importante:

Aplicar buenas prácticas operativas, que permitan:

- Reparar cualquier fuga que se presente.
- Clasificar cada generador de vapor de acuerdo con sus características de desempeño y eficiencia, lo que facilitará su mejor uso conforme a los requerimientos productivos.
- Revisar con periodicidad el sistema para detectar líneas de vapor utilizadas con poca frecuencia, las que podrán ser puestas fuera de servicio.
- La medición y el registro de los equipos de medición de flujo de vapor. De no contar con los mismos es recomendable su instalación.

Aplicar buenas prácticas en el mantenimiento de los equipos, de forma tal de:

- **Mantener aisladas las tuberías**³³, equipos y accesorios del sistema de distribución de vapor y retorno de condensado, evitará pérdidas de calor (energía) que se traducen en pérdidas económicas. Es importante realizar inspecciones periódicas³⁴ del aislamiento para reemplazar o reparar los tramos dañados o deteriorados.

²⁹Existe una temperatura (T° de rocío) por debajo del cual no es conveniente enfriar los gases (150 °C -175 °C), ya que se podrían producir corrosiones en conductos por formación de ácido sulfúrico. Esta situación no aplica para combustibles con bajo contenido en azufre tales como gas natural o gases licuados del petróleo -GLP-

³⁰El mantenimiento programado posibilita mantener el rendimiento de los equipos dentro los límites estipulados para los mismos. De todas maneras, el rendimiento va disminuyendo a lo largo del tiempo hasta que la antigüedad amerita su reemplazo. La vida útil de estos equipos ronda los 15 - 20 años, luego de lo cual los déficits de funcionamiento no permiten controlar el rendimiento.

³¹Si la temperatura de los gases de salida es mayor a los 230 °C, puede deberse a un mal intercambio de calor al interior de la caldera, situación que -en principio- se corrige realizando una limpieza preventiva. Se considera que cada 20 °C que se disminuya la temperatura de los gases, se aproxima a un 1 % la reducción en el consumo de combustible.

³²Se utilizan en procesos de cocción, curado de materiales y otras aplicaciones..

³³En cada tramo de tubería debe instalarse el espesor adecuado de aislamiento acorde a su diámetro (ajustado según caudal de vapor y presión de servicio).

³⁴Como mínimo una vez por año, identificando daño físico, grietas; bandas y cintas sueltas; juntas rotas o cubiertas dañadas.

- **Mantener una presión de vapor adecuada**, recomendándose utilizar el vapor a la menor presión posible para servicios de calentamiento, ya que esto reducirá el consumo de energía. La evaluación e implementación de cambios factibles de ser llevados a cabo en los procesos o en el equipamiento, frecuentemente facilitan el uso de una menor presión del vapor.
- **Operar correctamente las trampas de vapor**, recomendándose para un funcionamiento que disminuya las pérdidas de energía:
 - Elaborar un programa de revisión de las trampas de vapor³⁵ para verificar su operación adecuada (el ítem requiere de capacitación al personal).
- **Mantener un registro de todas las trampas** y su localización en un diagrama de planta, a fin de facilitar su revisión de manera programada.
- **Realizar el mantenimiento periódico** de las trampas para reducir las fugas de vapor en las mismas.

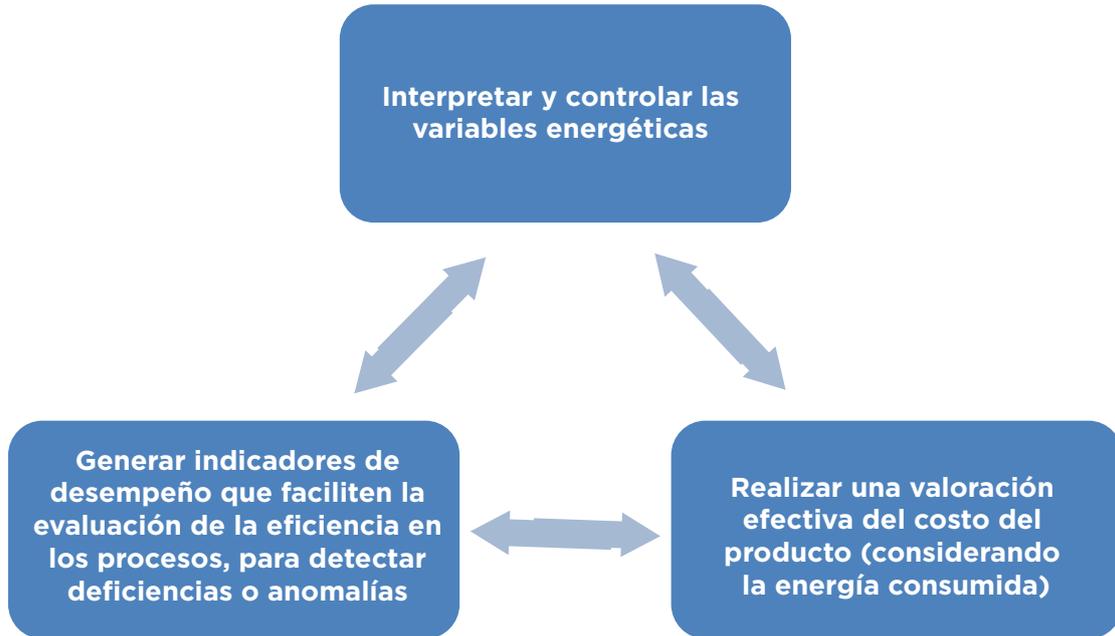
Una lista de chequeo utiliza preguntas guía para facilitar la tarea de relevamiento y control de las instalaciones. Para comenzar una revisión de buenas prácticas en el tema, una lista de revisión puede ser la siguiente:

Listas de chequeo para introducir mejoras en Caldera y sistema de vapor	SI/NO Observaciones
<ul style="list-style-type: none"> • ¿El aire de combustión es precalentado? • ¿El agua de ingreso es precalentada utilizando los gases de recuperación de la caldera? • ¿Sabe si se encuentra ajustada correctamente la proporción aire-combustible? ¿Cómo se asegura? • ¿Realiza tareas periódicas de mantenimiento de las superficies de intercambio térmico? (1 mm de espesor de capa incrustante aumenta el consumo de energía en aproximadamente un 5 %). • ¿Controla efectivamente las pérdidas de vapor? ¿Trabaja correctamente el vertedero de condensado? • ¿La presión y la temperatura del vapor están ajustadas a los requerimientos productivos? (¿Realiza las consultas del caso con los proveedores de equipamiento?). • ¿Ha controlado que el espesor del aislamiento de la caldera es el adecuado? ¿Realiza controles de mantenimiento con técnicos externos? • ¿La capacidad de la caldera está acorde a la capacidad de los procesos? • ¿Se encuentran correctamente aislados los recipientes receptores de condensados? (Si es así podrían reutilizarse estos líquidos). • ¿Las tuberías de vapor y de agua caliente se encuentran correctamente aisladas? (¿Controla que las grampas fijadoras del aislamiento se encuentren firmes?) 	

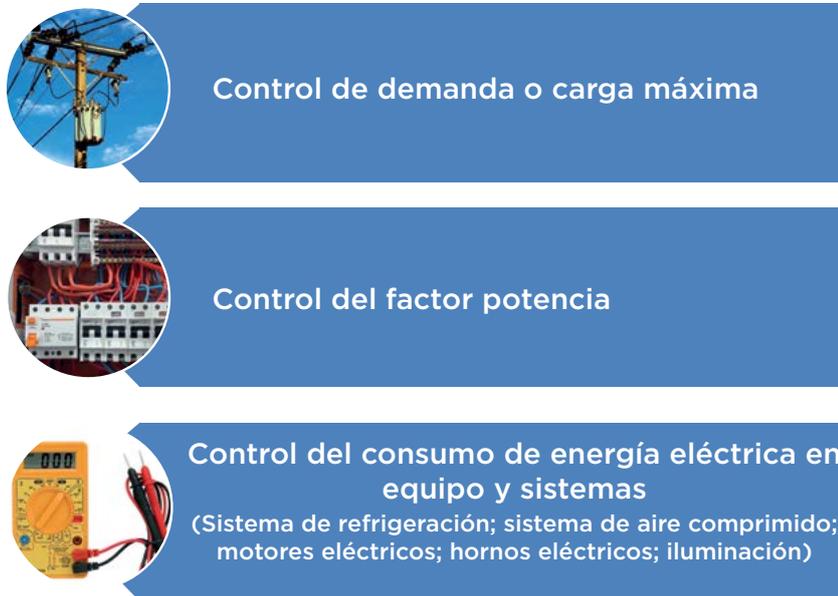
³⁵La función de las trampas de vapor es drenar el líquido condensado que se forma en el sistema, sin dejar escapar el vapor, permitiendo la eliminación de aire y gases no condensables.

3.2 Sistemas eléctricos

Para buscar oportunidades de mejora³⁶ las empresas deben revisar su consumo eléctrico aplicando su análisis tanto sobre sus procesos como sobre las operaciones vinculadas a los mismos. Para una administración eficiente del consumo de energía eléctrica, es conveniente mantener un registro que facilite:



Si bien las pérdidas energéticas se producen en todas las partes de una instalación eléctrica, es importante controlar:



Control de demanda o carga máxima³⁷

El control de demanda corresponde a la administración de las principales cargas eléctricas de un establecimiento para reducir y establecer un límite máximo a la demanda³⁸ (kW) de los equipos durante ciertos períodos de tiempo. Un sistema controlador de demanda es un dispositivo que actúa sobre una señal, apagando temporalmente aquellas cargas eléctricas establecidas, para mantener la demanda máxima dentro de ciertos niveles.

³⁶Son las potenciales mejoras factibles de realizar en instalaciones o equipos, orientadas a reducir los costos devenidos por el consumo ineficiente de energía.

³⁷Corresponde a la demanda instantánea (registrada por el medidor instalado por la compañía distribuidora eléctrica) realizada por la mayor cantidad de maquinarias o equipamiento utilizados simultáneamente en un establecimiento durante 15 minutos consecutivos.

³⁸Su instalación requiere de la contratación de personal técnico en la materia.

Un equipo controlador (automático) permite establecer ciclos de trabajo para cargas cuando las demanda alcanza un valor preestablecido, presentando la posibilidad de ajustarse de acuerdo al día, fecha, o período del año, facilitando:

- Realizar un control de demanda.
- Conocer el estado de las cargas de control.
- Tomar mediciones en tiempo real.
- Armar un registro de eventos de medición y operación (para posteriores evaluaciones de desempeño).

Control del factor de potencia³⁹

El factor de potencia se define como la relación (cociente) entre la potencia activa (kW) o real usada por un sistema, y la potencia aparente (kVA) obtenida de la línea, dando una “medida” de la capacidad de una carga de utilizar potencia activa. Es decir, constituye un indicador de la energía efectivamente consumida para realizar un trabajo y de la energía reactiva que necesitan los equipos para funcionar. Trabajar con un factor de potencia bajo es ineficiente y aumenta los costos⁴⁰, y es causado por cargas de tipo inductivo⁴¹ que son las que consumen la mayor parte de la energía en una actividad productiva.



Banco de capacitores y corrector automático de factor potencia.

Estrategias para corregir el factor de potencia (coseno de fi elevado).	Instalar bancos de capacitores. Estos pueden ser de potencia constante o variable (actúan en función de la carga de la planta), e individuales por equipo o generales.
	Dimensionar correctamente los motores de acuerdo a la carga a impulsar o utilizar motores de alta eficiencia (cambio tecnológico).
	Instalar balastos electrónicos en las lámparas de descarga o reemplazarlas por tecnología LED.
	Instalar variadores de velocidad en motores que funcionan con baja carga, ya que presentan un muy bajo factor de potencia. También puede implementarse el uso de arrancadores suaves.
	Minimizar la operación de motores sin carga (o con baja carga); evitar que los equipos operen por encima de su tensión nominal.
¿Qué beneficios se obtienen al mejorar el factor de potencia?	<ul style="list-style-type: none"> - Reducción de las penalizaciones económicas por parte de las distribuidoras. - Mejorar la capacidad de carga del sistema. - Mejorar el nivel de tensión de la instalación. - Reducción de pérdidas en conductores y equipos.

Control del consumo de energía eléctrica en equipos y sistemas

Reducir la operación innecesaria de un equipo o sistema eléctrico representa la primera opción para bajar el consumo de electricidad. La implementación de dispositivos de encendido y apagado programables –de costo relativamente bajo- facilitan el control de estas situaciones. Entre estos se cuentan:

³⁹Para ahondar técnicamente en el tema ver el anexo: Conceptos a considerar en la factura del servicio eléctrico.

⁴⁰Facturados por la distribuidora de energía a la empresa.

⁴¹Que utilizan energía reactiva para funcionar, como los transformadores y motores eléctricos.

Controladores de tiempo (mecánicos y electrónicos) que regulan el encendido y apagado de un equipo específico a tiempos preestablecidos durante un día o semanalmente.

Programadores lógicos controlables (plc) que pueden conectarse al equipo auxiliar de un equipo primario de manera que cuando se apaga una máquina de proceso su equipo asociado (ventilador, iluminación, bomba de agua, etc.) se detiene automáticamente⁴². También son usados en equipos que tienen cargas cíclicas (sustituyendo a los relevadores electromecánicos) y para controlar equipos individuales para el encendido/apagado en un horario establecido.

Relevadores de foto-celda o sensores infrarrojos de presencia, para sistemas de iluminación o encendido de equipos de ventilación.

Equipo termostático, con puntos de referencia durante las 24 h., para ajustar el empleo de los equipos de calefacción o refrigeración a las necesidades de uso.



Entre los diversos equipos y sistemas eléctricos existentes, señalamos aquellos más comúnmente utilizados:

a) Sistemas de refrigeración

Los equipos de refrigeración (cámaras frigoríficas, congeladores, máquinas de hielo) operan extrayendo el calor del receptáculo en donde se encuentran los elementos que se requieran refrigerar y lo liberan al medio exterior (intercambiador de calor o condensador). Estos equipos pueden alcanzar más del 30 % del consumo energético en muchos establecimientos (operan las 24 horas y tienen vidas útiles de más de 10 años.), por lo que la introducción de mejoras en los mismos permite observar rápidas mejoras⁴³ en el consumo energético (y sus costos asociados).

Las buenas prácticas operativas son medidas de bajo costo que prolongan la vida útil de los equipos, pudiéndose alcanzar hasta un 20 % en la reducción de los costos a través de un programa de mantenimiento preventivo de los componentes⁴⁴ del sistema. Mantener la refrigeración en una cámara es, usualmente, más costoso que la generación de calor; por lo que -para verificar un correcto aislamiento- es recomendable realizar una serie de acciones, las cuales pueden ordenarse utilizando una lista de verificación o chequeo como la que se observa a continuación:

Listas de chequeo para introducir mejoras en el sistema de refrigeración	SI / NO Observaciones
<ul style="list-style-type: none"> • ¿La iluminación en las cámaras de enfriamiento se controla automáticamente? • ¿Realiza un enfriamiento previo (como mínimo a la temperatura ambiente) de los productos calientes? • El sistema ¿verifica que exista una adecuada distancia de las cámaras frigoríficas respecto de áreas calientes; así como el adecuado espesor de aislamiento de las mismas? • ¿El ciclo de descongelación opera con la frecuencia adecuada? ¿Cómo verifica el ajuste del control? • ¿Se han implementado cortinas plásticas o puertas de cierre rápido para disminuir las pérdidas? • ¿Ha registrado y ajustado la temperatura requerida en la cámara de enfriamiento? (Se considera que la variación de 1 °C puede ahorrar hasta un 4 % del consumo eléctrico). • ¿Controla que la línea fría del refrigerante en el sistema está correctamente aislada? • ¿Se han protegido con cubiertas protectoras los dispositivos de enfriamiento expuestos al exterior? • ¿Los sellos de las puertas de las cámaras se encuentran en buen estado? • ¿Comprueba que las juntas logren un cierre hermético de las puertas? • ¿Las juntas de cierre se encuentran sujetas a una revisión periódica? • ¿El personal se ha instruido para operar con el mínimo tiempo de apertura de las puertas de las cámaras? • ¿Se utiliza cartelería recordatoria de la hermeticidad de las cámaras? • ¿Ha evaluado la posibilidad de instalar detectores de apertura? • ¿Lleva adelante un mantenimiento programado y sistemático de los dispositivos de enfriamiento? 	

⁴²También conocido como interlocks.

⁴³Para la mejora en la eficiencia de los equipos, se recomienda la consulta con técnicos especializados.

⁴⁴Controlando el adecuado nivel de gas en el circuito de refrigeración, el des-escarchado de los serpentines del evaporador, la limpieza del condensador, compresor, motor, etc.

b) Sistema de aire comprimido

La parte principal de este sistema es el compresor, el aire comprimido se lo enfría y seca y se lo direcciona a los tanques de almacenamiento⁴⁵; lo cual permite un suministro adecuado durante los períodos de mayor consumo. Es posible lograr ahorros de energía eléctrica de hasta un 25 % en estos sistemas aplicando algunas de los enfoques citados en el siguiente cuadro:

Enfoques para la mejora del rendimiento de una instalación de aire comprimido	
Cambio tecnológico o re-evaluación del diseño de red para transportar el aire	<ul style="list-style-type: none">• Realizar una adecuada elección del tipo de compresor⁴⁶.• Dimensionar correctamente el tamaño de las líneas.• Eliminar líneas de distribución que no sean necesarias (transmisión con el mínimo de pérdidas).• Evaluar la posibilidad de separar el sistema de distribución por sectores, para adecuar el suministro de aire a los requerimientos específicos.
Acciones de eficiencia energética	<ul style="list-style-type: none">• Automatizar el apagado de los compresores para limitar su uso a lo requerido por el proceso.• Evaluar las pérdidas excesivas de carga que afectan la potencia de las herramientas y equipos (problemas de funcionamiento).• Adecuar la presión del sistema de distribución para ajustarla a lo requerido por cada área de trabajo.• Adecuar la instalación del equipo y/o su toma de aire evitando exponerlo a ambientes con temperaturas elevadas. (A menor temperatura mayor eficiencia del equipo).• Instalar los compresores cerca de los puntos de demanda.• Selección y funcionamiento óptimo de los equipos consumidores de aire comprimido.
Buenas prácticas en el mantenimiento adecuado de los equipos	<ul style="list-style-type: none">• Controles periódicos del sistema y reparación de fugas de aire en la red de distribución. (Verificar que luego de cerrar las válvulas se mantiene la presión).• Mantenimiento periódico de los filtros de aire (limpieza o recambio).• Reducir la presencia de agua en el sistema instalando separadores de condensado y drenajes en los extremos de los ramales.
Buenas prácticas operativas	<ul style="list-style-type: none">• Realizar el control diario de apagado de equipos cuando no son utilizados.• Restringir el uso de aire comprimido a las operaciones necesarias, evitando su uso para ventilación, limpieza o secado.• Mantener un registro de consumo del sistema para corregir problemas en el mismo.• Establecer la presión mínima requerida para la operación adecuada de los equipos y efectuar su seguimiento/control.

Las fugas de aire comprimido son una fuente importante de desperdicio. Una manera de estimar el costo que representan las fugas detectadas consiste en tomar el tiempo de ciclaje que necesita el compresor para mantener la presión en el sistema (el equipo alimentador debe ser desconectado totalmente).

c) Motores eléctricos⁴⁷

Los motores eléctricos consumen una parte importante de la energía eléctrica en los establecimientos productivos, siendo utilizados en una variedad de aplicaciones (accionamiento de bombas, compresores, ventiladores, máquinas herramientas, etc.). Mejorar la eficiencia en el uso de los motores supone reducir el consumo de energía utilizada para movilizar los equipos y la consecuente reducción de los costos operativos.

⁴⁵El aire comprimido almacenado responde con mayor rapidez que la capacidad real del compresor para generar el mismo.

⁴⁶En el mercado se encuentran compresores de desplazamiento positivo, reciprocantes, de tornillo, compresores de etapas múltiples, entre otros. Para una correcta evaluación de la conveniencia de su implementación se recomienda consultar a un profesional en la materia.

⁴⁷Para mayor información respecto de eficiencia energética en motores, resulta útil consultar la "Guía de eficiencia energética para motores eléctricos", de la Subsecretaría de Ahorro y Eficiencia Energética del Ministerio de Energía y Minería. (https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/guia_de_eficiencia_energetica_para_motores_elctricos.pdf)

Opciones progresivas de mejora para aumentar la eficiencia energética en el uso de motores eléctricos	
Ajustar la velocidad de operación del motor.	Implica realizar modificaciones en los diámetros de las poleas de los equipos (ventiladores, extractores, sopladores, agitadores, etc.); observándose que modificaciones en la velocidad del motor a plena carga involucran cambios importantes en el consumo eléctrico.
Operar el motor en su carga nominal.	Si los motores no operan a su carga nominal, la eficiencia y el factor de potencia no son óptimos. En las especificaciones técnicas pueden observarse las curvas características de los mismos, particularmente como varía la eficiencia y el factor de potencia con la carga a la que trabaja el motor.
Instalar dispositivos de arranque de motores.	La demanda de corriente eléctrica por un motor es muy superior durante el arranque que cuando se encuentra funcionando a régimen. Además, durante el arranque, se producen sobreesfuerzos mecánicos sobre la caja de engranajes, acoplamientos y otras piezas que aceleran el envejecimiento de los equipos. Para atenuar estos problemas, se utilizan dispositivos de arranque que permiten ajustar en incrementos pequeños el esfuerzo de torsión y la corriente en el arranque; así como también ajustar el tiempo en que el motor alcanza su velocidad nominal. Estos dispositivos son utilizados en equipos con arranques y paradas frecuentes, y en aquellos con ciclos de trabajo continuos en los que se alternan períodos con variaciones en la carga de trabajo.
Instalar dispositivos variadores de velocidad.	Permiten variar la velocidad del eje del motor según la carga del mismo, bajando el consumo de energía. Aunque incluyen las características de los dispositivos de arranque (arranque suave del motor), son más costosos que estos últimos. En motores con baja potencia es probable que la relación costo/beneficio no justifique la inversión.
Instalar dispositivos variadores de frecuencia	Son dispositivos para controlar la velocidad de rotación de un motor de corriente alterna por medio del control de la frecuencia de alimentación (AC) del mismo, constituyendo un caso particular de un variador de velocidad.
Cambiar a motores de alta eficiencia.	Los motores de alta eficiencia consumen menos energía activa y tienen un factor de potencia más elevado, traduciéndose en ahorros económicos. Además mantienen su nivel de eficiencia en un rango de carga más amplio.

d) Hornos eléctricos

En general son de más fácil mantenimiento y control, presentando mejores eficiencias que los hornos alimentados con combustibles, encontrándose disponibles para un número diverso de aplicaciones. No obstante, el costo económico por el consumo eléctrico (kWh) es mayor, haciendo que su elección deba encontrarse justificada económica y técnicamente acorde al proceso al que será destinado. Con la aplicación de buenas prácticas y la introducción de mejoras tecnológicas, puede mejorarse la eficiencia en el uso de los mismos:

Mejora de la eficiencia a través de medidas orientadas a:		Buenas practicas
Reducción de pérdidas de calor (y por tanto menores costos por consumo eléctrico).	Mediante la aplicación de:	<ul style="list-style-type: none"> • Mantener siempre las puertas del horno bien cerradas. • Reducir los tiempos de carga de la materia prima (para reducir las pérdidas de radiación) y los tiempos sin operación del horno (para evitar tener que precalentar el horno cada vez que se quiere utilizar). • Operar el mismo siempre a carga máxima.
Reducción de los costos de operación y mantenimiento.		Buenas prácticas + inversiones acotadas (mejora tecnológica)
Reducción de los tiempos de operación y por tanto aumento de la producción.		<ul style="list-style-type: none"> • Aislar el sector, asegurando un buen sellado las puertas. • Instalar equipos de automatización, ya que la diferencia con un horno manual ronda en una reducción de consumo de alrededor del 25 %. • Instalación de equipos pre-calentadores. • Precalentar, siempre que sea posible, la carga utilizando el calor residual procedente de otros procesos.

e) Iluminación

La eficiencia energética en lo atinente a iluminación no significa afectar las necesidades visuales que cada tarea requiere, así como tampoco las condiciones de higiene y seguridad del personal. Una optimización del sistema de iluminación requiere planificar/ordenar el mismo teniendo en cuenta:

- **Alumbrado** ajustado al nivel de iluminación requerido: corresponde zonificar el alumbrado conforme a las tareas requeridas por cada área (áreas de trabajo en general, áreas de trabajo de precisión, áreas de circulación, baños y servicios, oficinas, almacenes, talleres/mantenimiento)⁴⁸.

- **Horarios:** usar temporizadores que contemplen horarios, disponibilidad de luz natural, y actividades realizadas en el establecimiento. Para ciertos sectores para los cuales su uso es variable (horarios difusos) pueden utilizarse interruptores dotados de temporización, y detectores/sensores de presencia (para espacios de uso eventual).

- **Sectorización:** la iluminación debe sectorizarse lo suficiente para permitir el control de las zonas mediante interruptores, conforme a los usos del sector. En algunos casos la iluminación localizada (en el puesto de trabajo) evitar incurrir en iluminación general de mayor luminosidad.

- Zonas exteriores, alumbrado periférico, estacionamiento: implementar sensores con fotoceldas, detectores de movimiento (seguridad), temporizadores por sectores o luminarias independientes.
- Zonas de recepción y de paso: luminarias fluorescentes⁴⁹ o de bajo consumo.⁵⁰
- Zonas de uso poco frecuente (almacén, archivo, servicios, vestuarios): sensores de presencia (infrarrojos) para el control de alumbrado, interruptores con temporizadores.

- **Recambio de luminarias:** en la actualidad existe en el mercado disponibilidad de lámparas LED con la suficiente variedad para cubrir cada necesidad lumínica. Esta opción facilita realizar recambios paulatinos (controlando los costos) sin necesidad –en general- de plan-tearse un recambio de luminarias.



La implementación de paneles translúcidos combinado con iluminación led, resuelve favorablemente las necesidades de iluminación y sus costos.

La aplicación de buenas prácticas incluye:

- Mantenimiento periódico: controlar los tiempos de uso de las luminarias (la eficacia disminuye con las horas de uso), limpieza de las mismas, así como el mantenimiento preventivo de las instalaciones.
- Capacitación del personal: involucrar a los operarios y personal mediante formación e información en el tema.
- Utilización de pintura clara en paredes, así como la instalación de tomas de luz o claraboyas para aprovechar la luz natural.
- Utilización de listas de chequeo.

⁴⁸Debe realizarse por técnicos en higiene y seguridad utilizando luxómetros.

⁴⁹En especial que cuenten con encendido electrónico.

⁵⁰De manera general este tipo de iluminación debiera extenderse, paulatinamente, a todas las áreas.

Listas de chequeo para introducir mejoras en el sistema de iluminación	SI/NO Observaciones
<ul style="list-style-type: none"> • ¿El alumbrado exterior, de circulación, tránsito y de fachadas; se encuentra controlado por detectores de movimiento o temporizadores)? • ¿Cómo ha utilizado al máximo la luz solar en la iluminación de su establecimiento productivo o de servicio? • ¿Conoce si la iluminación artificial en uso es justamente la necesaria? • ¿Ha realizado las mediciones de iluminación sobre planos de trabajo conforme a la normativa de aplicación vigente? • ¿Realiza la limpieza/mantenimiento periódico de las luminarias y de las ventanas del establecimiento? • Las áreas de trabajo ¿se encuentran distribuidas en el establecimiento en atención a sus necesidades operativas sin afectar la iluminación adecuada para las mismas? • ¿El encendido de las lámparas fluorescentes es electrónico? • ¿Ha instalado superficies reflectoras para sus luminarias? • ¿La instalación eléctrica permite apagar o encender las diferentes áreas de trabajo de forma independiente y específica? • ¿Cuenta con un adecuado número de interruptores instalados para el control del alumbrado? 	

Tenga presente que las buenas prácticas en materia energética no consiste en el racionamiento de la energía o en la variación de la cantidad del producto elaborado; si implican la utilización de la **ENERGÍA NECESARIA**, en el **LUGAR PRECISO**, solo el **TIEMPO REQUERIDO**

4.- Actividad

Responda a las siguientes preguntas y utilícelas para reflexionar respecto del desempeño energético en su actividad.

1. Con sus palabras describa: ¿qué es la energía? y ¿qué formas de energía utiliza Ud. en su actividad?
2. Supongamos que desea iniciar acciones de eficiencia energética: ¿cuáles de los abordajes señalados cree Ud. que podría iniciar en su actividad? Describalos y luego escriba brevemente porque piensa que es posible y cómo lo haría.
3. Respecto de los beneficios de implementar acciones en eficiencia energética, ¿cuáles cree realmente que podrían hacer más competitiva a su empresa?
4. Con sus palabras explique en qué consisten las buenas prácticas en materia de eficiencia energética.
5. ¿Por qué las capacidades ociosas en la caldera durante su uso implican pérdidas operacionales y económicas importantes? ¿Cree Ud. que una alternativa consiste en instalar más de una caldera de menor tamaño o debiera considerar alguna otra instancia previa? Si fuera así, explique que correspondería evaluar.
6. ¿Cuáles cree Ud. que serían los riesgos de no contar con un Sistema de Gestión Ambiental -SGA- en su actividad? (Considere un SGA para uso interno, no necesariamente uno certificable).
7. Recurriendo a los pasos metodológicos del capítulo 2, lo invitamos a vincular (con flechas) las preguntas guía con las aproximaciones pertinentes, para relevar y organizar la línea de base de consumo en su actividad. iniciar en su actividad?

	Preguntas guía		Aproximaciones
1	¿Qué tipo de fuentes de energía utiliza la actividad? ¿En qué procesos/usos se utilizan?		- Armar indicadores respecto de los consumos energéticos.
2	¿Cómo mantener las mejoras alcanzadas? ¿Podemos seguir mejorando?		- Reconocer/caracterizar los ciclos de la actividad. - Selección del período de medición o toma de datos.
3	¿Cuánto consume cada proceso o equipo?		- Relevamiento de la documentación/información técnica de los equipos (consumo según diseño) así como revisión en planta de los mismos.
4	¿Cuándo aumenta el consumo de energía en la actividad? ¿En qué situaciones o circunstancias?		- Iniciar una estrategia de evaluación periódica la cual, a través del monitoreo y actualización de los indicadores, facilitará el seguimiento de las mejoras implementadas, la corrección de los desvíos y considerar nuevas mejoras a realizar.
5	¿Cómo realizar comparaciones con los datos obtenidos?		- Recurrir a la bibliografía en la temática del sector o actividad. Consulta con colegas. - Información disponible en las cámaras sectoriales o institutos nacionales de investigación.
6	¿Cuáles son los mayores consumos energéticos donde priorizar acciones de mejora? ¿Qué mejoras/buenas prácticas en el tema se realizan habitualmente?		- Recurrir a las facturas o boletas de pagos para identificar los tipos de energía. - Identificar los sistemas energéticos, recurriendo a los procesos que los utilizan. - Elaborar una tabla de sistemas energéticos.
7	¿Cuánto se redujo el consumo? ¿Cómo saber si se ha mejorado? (¿Cómo controlo las mejoras?)		- Elaborar una tabla de consumos. - Comparar los datos de las nuevas mediciones contra la línea de base de consumo histórica. - Realizar una evaluación comparativa (benchmarking): + Interna (luego de implementadas las medidas). + Externa (comparando la actividad respecto de otras del mismo sector).

5.- ANEXO: conceptos a considerar en la factura del servicio eléctrico. ⁵¹

¿Qué se cobra en la factura?

Los cargos autorizados a ser cobrados por el servicio público de electricidad. Dependiendo de la categoría de usuario corresponden distintas tarifas y distintos cargos. Esta información se encuentra en el cuadro tarifario, que debe estar disponible en el sitio web⁵² de la distribuidora correspondiente al área de cobertura del servicio.

¿Qué es lo que voy a contratar?

Cuando un cliente solicita la conexión al suministro eléctrico, la compañía distribuidora consulta al futuro cliente sobre la potencia que demandará su establecimiento⁵³ a la red de distribución. La potencia declarada será así la potencia contratada. En caso de superarse la máxima capacidad de suministro contratada, se considera como potencia excedida y conlleva penalidades en el costo de la factura. Dependiendo de la tarifa otro valor que la distribuidora solicita es la potencia en punta o potencia pico⁵⁴, cuyos excesos respecto de lo declarado también resulta penalizado económicamente por la distribuidora.

¿Qué tarifa me corresponde?

Tarifa T1R y T1G	Para los usuarios residenciales y pequeñas demandas de hasta 10 kW.
Tarifa T2	Para los usuarios comerciales y generales, con demanda de 10kW a 50Kw.
Tarifa T3	Para los usuarios comerciales grandes e industriales: <ul style="list-style-type: none"> • En baja tensión (380V trifásica) – Conveniente para potencias bajas hasta 315 kW. • En media tensión (mayor o igual a 13.200V trifásica); conveniente para potencias medias, desde 315 kW hasta 20.000 kW. • En alta tensión (mayor o igual a 132.000V trifásica); conveniente para potencias altas, superiores a 20.000 kW.

¿Cuáles son las bandas horarias en que se divide el día para el mercado eléctrico?

Punta (pico o alta): 18:00 a 23:00 h.	Valle (o baja): 23:00 a 05:00 h	Resto: 05:00 a 18:00 h
---------------------------------------	---------------------------------	------------------------

¿Cuáles son los cargos que me corresponden?

Usuarios	Cargos a ser facturados
Con tarifa T1R y T1G	<ul style="list-style-type: none"> • Un cargo fijo mensual (\$). • Un cargo mensual variable en función de la energía consumida (\$/kWh). • Recargo por Coseno fi bajo (si correspondiere).
Con tarifa T2	<ul style="list-style-type: none"> • Un cargo fijo mensual por factura. • Un cargo mensual por potencia contratada (\$/kW): potencia que la distribuidora pone a disposición del usuario, fija por 12 meses. • Un cargo fijo por potencia máxima registrada o potencia adquirida (en algunas distribuidoras). • Un cargo mensual variable en función de la energía consumida (\$/kWh). • Un recargo por exceso de demanda que supere la capacidad de suministro. • Recargo por Coseno fi bajo, si correspondiere.
Con tarifa T3	<ul style="list-style-type: none"> • Un cargo fijo mensual por factura. • Un cargo mensual por capacidad de suministro o potencia contratada en horario de punta (\$/kW): potencia que la distribuidora pone a disposición del usuario, fija por 12 meses. • Un cargo mensual por capacidad de suministro o potencia contratada en horario fuera de punta (\$/kW): potencia que la distribuidora pone a disposición del usuario, fija por 12 meses. • Un cargo fijo por potencia máxima registrada o potencia adquirida. • Un cargo mensual variable en función de la energía consumida en hora pico (\$/kWh). • Un cargo mensual variable en función de la energía consumida en hora resto (\$/kWh). • Un cargo mensual variable en función de la energía consumida en hora valle (\$/kWh). • Un recargo por exceso de demanda que supere la capacidad de suministro. • Recargo por tangente fi elevada.

⁵¹Fuente: Subsecretaría de Ahorro y Eficiencia Energética del Ministerio de Energía y Minería (MINEM).

⁵²Por ejemplo consultando en: <http://www.edenor.com.ar/cms/files/SP/CuadroTarifario.pdf>; <https://www.edesa.com.ar/pdf/cuadrotarifario.pdf>; entre otras distribuidoras posibles.

⁵³Que se determina en función del equipamiento o maquinaria a utilizar.

⁵⁴Consiste en la potencia máxima que se estima demandar a la red en el horario pico.

Potencia activa, potencia reactiva y potencia aparente.

La potencia eléctrica (W)⁵⁵ puede entenderse como la cantidad de energía entregada o tomada por un elemento (o sistema) en un lapso de tiempo; es decir es una “medida” de la velocidad a la que se transfiere energía.

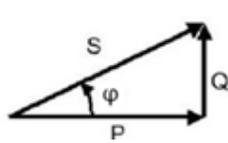
La potencia activa (kW)⁵⁶ da una idea de la velocidad de transferencia de energía activa, que es aquella utilizada para producir trabajo útil o la que se disipa en forma de calor, y constituye la energía facturada por la distribuidora.

La potencia reactiva (kVAr) indica la velocidad de transferencia de la energía reactiva (kVArh), siendo esta última utilizada por elementos (motores/transformadores) para generar campos eléctricos o magnéticos.

La relación (suma vectorial) entre las potencias activa y reactiva constituyen la potencia aparente (kVA).

Factor de potencia (coseno fi)⁵⁷

Es la relación entre la potencia activa y la potencia aparente, e indica el aprovechamiento efectivo que hace la instalación del suministro eléctrico disponible. En otras palabras, da una idea de si el aprovechamiento de la energía es el correcto o no. Para el gráfico considere a potencia activa (P); potencia reactiva (Q); potencia aparente (S).



El mínimo valor aceptable depende de la distribuidora a la que se contrata el servicio y se encuentra entre 0,85 y 0,95.

Para reducir costos energéticos recuerde:	- Reducir el consumo de energía (especialmente en horarios de punta).
	- Contratar potencia acorde a la potencia real a demandar.
	- Reducir la demanda de potencia (especialmente en horarios de punta)
	- Mantener un factor de potencia elevado (coseno de fi alto).
	- Evitar el uso simultaneo y superfluo de maquinaria, para evitar el aumento de la potencia máxima demandada de forma innecesaria.
	- Reducir –en lo posible– el uso de maquinaria en el horario pico o punta.

⁵⁵Entre paréntesis se indica la unidad en que se mide.

⁵⁶Cuando un cliente contrata una determinada potencia (kW o potencia activa), la empresa distribuidora se compromete a poner a disposición la infraestructura correspondiente, independientemente del uso que le dé. Contratar una potencia alta sin usarla implica altos costos fijos innecesarios. Por otra parte, demandar una potencia mayor a la contratada implica: por un lado, quitar capacidad de otros usuarios de la red, razón por la cual se penaliza; y por otro lado, que la empresa distribuidora debe poner a disposición una infraestructura todavía mayor a la contratada, con el consiguiente riesgo de corte. Los establecimientos con tarifa T3 pueden elegir su nivel de tensión de suministro en los siguientes rangos: baja tensión (BT): potencia mínima de 50 kW; media tensión (MT): potencia mínima de 315 kW; o alta tensión (AT): potencia mínima de 20 MW.

⁵⁷Para ampliar puede consultar la bibliografía disponible en la temática por las distribuidoras de energía, entre otras, por ejemplo, la de la Empresa Provincial de la Energía de Santa Fe (EPE), disponible en: https://www.epe.santafe.gov.ar/fileadmin/archivos/Comercial/Grandes_Clientes/Factor_de_Potencia.pdf

6.- BIBLIOGRAFÍA para profundizar en la temática.

Organismos nacionales de referencia en la temática:

- La Subsecretaría de Ahorro y Eficiencia Energética del Ministerio de Energía y Minería, realiza actividades de difusión y capacitación en eficiencia energética orientada a pymes. Para mayor información dirigirse a www.minem.gob.ar/ee y también a eficienciaenergetica@minem.gob.ar

- Centro de asesoramiento de INTI Energía (<https://www.inti.gob.ar/energia/>) en materia de instalaciones industriales térmicas y eléctricas, refrigeración y aire acondicionado, y fuentes de energía renovables. Para uso eficiente de la energía/ uso industrial, puede visitar: <http://www.inti.gob.ar/energia/index.php?seccion=uIndustrial>. También imparte cursos (ej. para operadores de calderas y generadores de vapor, seminarios de eficiencia energética, etc.)

Bibliografía:

1) Guía de ahorro energético en instalaciones industriales. Centro de ahorro y eficiencia energética de Madrid. 2006. <http://www.madrid.org/bvirtual/BVCM005647.pdf>

2) Guías prácticas para ahorrar energía en los sistemas de aire comprimido. Comisión Nacional para el ahorro de Energía/Secretaría de Energía. México, 2009. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/93860/Guia_aire_comprimido.pdf

3) Análisis energético. ONUDI – Manual de Producción Más Limpia. https://www.unido.org/sites/default/files/2008-06/4-Textbook_0.pdf

4) Medición y verificación en la Gestión de Proyectos de Eficiencia Energética. Agroindustria. Agencia Chilena de Eficiencia Energética (AChEE), 2015.

5) Guía técnica de iluminación eficiente para el sector Retail. Agencia Chilena de Eficiencia Energética (AChEE), 2012.

6) Guía de Eficiencia Energética. Manual de orientación para identificar las transformaciones energéticas óptimas para su empresa. Federación Empresarial Metalúrgica Valenciana (FEMEVAL). http://www.femeval.es/informesymanuales/Documents/Guia%20de%20Eficiencia%20Energetica/files/ma_guia_eficiencia.pdf

7) Guía práctica para la Implementación de un Sistema de Gestión de la Energía. ONUDI, 2015. <https://open.unido.org/api/documents/4676845/download/UNIDO-Publication-2015-4676845>

8) PRE-SME –Promoting Resource Efficiency in Small & Medium Sized Enterprises. Industrial training handbook. UNIDO. UNEP. 2010. (En idioma inglés)



Secretaría de Ambiente
y Desarrollo Sustentable
Presidencia de la Nación