**FORMATO PARA EL DESARROLLO DE COMPONENTE FORMATIVO**

|  |  |
| --- | --- |
| PROGRAMA DE FORMACIÓN | Tecnología en Gestión eficiente de la energía |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| COMPETENCIA | 220201072. Configurar el sistema de gestión de la energía de acuerdo con la normativa y estándares técnicos. | RESULTADOS DE APRENDIZAJE | 220201072-1. Identificar buenas prácticas para la selección y operación de tecnologías de eficiencia energética de acuerdo con las necesidades de la organización y normatividad vigente. |

|  |  |
| --- | --- |
| NÚMERO DEL COMPONENTE FORMATIVO | 14 |
| NOMBRE DEL COMPONENTE FORMATIVO | Eficiencia energética en sistemas consumidores de energía |
| BREVE DESCRIPCIÓN | Aquí se estudiarán aspectos sobre la operación de equipos consumidores de energía y conocerán sobre equipos para generación de energía térmica en forma de calor y frío, nuevas infraestructuras para abastecer de energía como los distritos térmicos, iluminación y automatización para la eficiencia energética, los principios de la arquitectura bioclimática. Y algunos métodos para implementar mantenimiento centrado en eficiencia energética. |
| PALABRAS CLAVE | Aire acondicionado, Bioclimática, Caldera, Distrito térmico, Hornos, Intercambiador de calor, Lámparas, Motor eléctrico. |

|  |  |
| --- | --- |
| ÁREA OCUPACIONAL | 2 - Ciencias naturales, aplicadas y relacionadas |
| IDIOMA | Español |

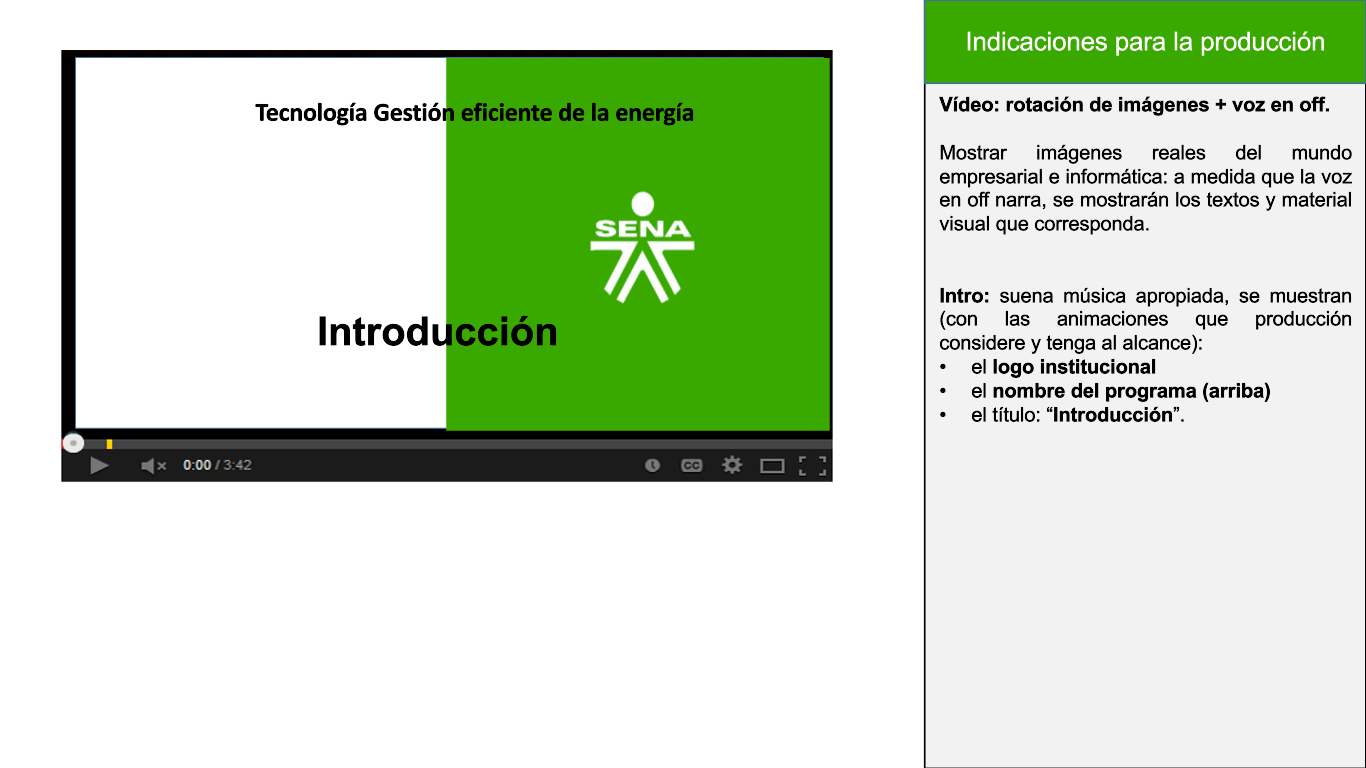
1. **TABLA DE CONTENIDOS:**

**Introducción**

1. **Intercambiadores de calor**
   1. Tipos de intercambiadores
   2. Medidas para mejorar y mantener la eficiencia
2. **Calderas**
   1. Componentes de una caldera
   2. Calderas pirotubulares
   3. Calderas acuotubulares
   4. Eficiencia de una caldera
   5. Acciones para mejorar la eficiencia
3. **Climatización**
   1. Conceptos básicos
   2. Aire acondicionado
   3. Bomba de calor
   4. Medidas para mejorar y mantener la eficiencia
4. **Refrigeración**
   1. Refrigerantes
   2. Coeficiente de desempeño COP
   3. Medidas para mejorar el desempeño energético e impacto ambiental de sistemas de refrigeración
5. **Cogeneración**
   1. Cogeneración tipo cabeza
   2. Cogeneración tipo cola
   3. Cogeneración con turbina a gas
   4. Cogeneración con turbina de vapor
   5. Cogeneración con motor de combustión interna
   6. Ciclo combinado
   7. Aumento de la eficiencia usando cogeneración
6. **Motores eléctricos**
   1. Partes del motor eléctrico
   2. Datos de placa
   3. Eficiencia del motor eléctrico
7. **Automatización y digitalización para generar eficiencia energética**
   1. Aplicaciones industriales
   2. Aplicaciones edificios (residenciales, comerciales)
   3. Impacto en la eficiencia energética
8. **Distritos térmicos**
   1. Componentes de un distrito térmico
      * Central de generación
      * Tubería
      * Sistemas de bombeo
      * Subestaciones
   2. Tipos de redes de distribución de los distritos térmicos
   3. Fuentes energéticas
9. **Hornos industriales**
   1. Hornos túnel
   2. Hornos rotatorios
   3. Altos hornos
   4. Hornos de arco eléctrico
   5. Eficiencia energética
10. **Sistemas de iluminación**
11. **Arquitectura bioclimática**
    1. Características de la arquitectura bioclimática
    2. Estrategias de la arquitectura bioclimática
    3. Casas pasivas
12. **Mantenimiento Centrado en la Eficiencia Energética - MCEE**
13. **DESARROLLO DE CONTENIDOS:**

# **Introducción**

En esta unidad se estudiarán aspectos sobre la operación de equipos consumidores de energía. El aprendiz conocerá sobre equipos para generación de energía térmica en forma de calor y frío, nuevas infraestructuras para abastecer de energía a las ciudades como los distritos térmicos, iluminación y automatización para la eficiencia energética. Además, conocerá acerca de los principios de la arquitectura bioclimática. Finalmente, se entenderán algunos métodos para implementar mantenimiento centrado en eficiencia energética.



1. **Intercambiadores de calor**

Los intercambiadores de calor son dispositivos que permiten transferir calor de un fluido a otro sin que se mezclen para que haya intercambio de calor, los fluidos deben estar a diferentes temperaturas. Los intercambiadores de calor se pueden encontrar en muchas aplicaciones domésticas e industriales como refrigeradores, calentadores de agua, aires acondicionados, en plantas de generación de energía, en procesos químicos y agroindustriales. Dependiendo de la aplicación, se puede buscar enfriar o calentar un fluido, líquido o gas; incluso, los intercambiadores pueden ser usados para condensar (pasar de estado gaseoso a líquido) o para evaporar fluidos (pasar de estado líquido a gaseoso).

* 1. **Tipos de intercambiadores**

Para responder a las necesidades de las diversas aplicaciones de estos aparatos se han diseñado varias configuraciones y tipos de intercambiadores de calor, los más conocidos y de uso más extendido son:

Slyders

DI\_CF014\_1.1\_Tipos de intercambiadores.

|  |
| --- |
| En el siguiente enlace se puede ver un video que ilustra el funcionamiento de estos novedosos intercambiadores de calor. |

* 1. **Medidas para mejorar y mantener la eficiencia**

En el siguiente recurso podrás explorar todo lo relacionado con las medidas para mejorar y mantener la eficiencia.

Slide simple

DI\_CF014\_1.2\_Medidas para mejorar y mantener la eficiencia.

1. **Calderas**

Las calderas son dispositivos usados para convertir agua líquida en vapor a presión, usando una fuente de energía en forma de calor. Con la revolución industrial, cuando las máquinas a vapor eran el motor que impulsaba las economías industrializadas, las calderas eran usadas en diversas fábricas y en el transporte, generando vapor en las locomotoras y barcos.

Actualmente, se usan para generar el vapor que mueve las turbinas a vapor de las plantas generadoras de energía eléctrica, en la producción de calor para climatización de edificaciones y distritos térmicos, además de procesos industriales en los que se requiere calor, como en la producción y pasteurización de alimentos, y también en la fabricación de productos químicos.

La fuente de calor con la que funcionan las calderas es muy variada, usándose, desde la combustión de algún tipo de combustible fósil hasta el calor generado por material nuclear fisible en las centrales de energía nuclear. Los combustibles más usados para su funcionamiento son hidrocarburos como gas natural, carbón, fueloil, entre otros.

* 1. **Componentes de una caldera**

Los principales componentes de una caldera se describen a continuación:

Tarjetas

DI\_CF014\_2.1\_Componentes de una caldera.

En el siguiente enlace puede consultar el funcionamiento de una caldera.

|  |
| --- |
| Las calderas se pueden clasificar de muchas formas: según el material del que están hechas, la disposición de los fluidos, el combustible usado, la presión de operación, entre otros criterios. La clasificación más común es según la disposición de los fluidos, y se dividen en pirotubulares y acuotubulares. <https://www.todocalderas.com.ar/articulos/tipos-de-calderas-caracteristicas-detalles-generales> |

* 1. **Calderas pirotubulares**

En estas calderas, los gases calientes de la combustión (humos) circulan por tubos sumergidos en el agua que se va a calentar, de esta forma, a través de las paredes de los tubos se transfiere el calor de la combustión para hacer hervir el agua hasta convertirla en vapor. Se pueden clasificar en función de la disposición de los tubos como calderas horizontales y verticales; también se clasifican según el número de pasos que los gases de combustión hacen a través del agua como, calderas de dos pasos, tres pasos, etc.

En las de dos pasos, los gases de la cámara de combustión pasan a través del circuito de humos pasando en dos pasos por el agua, siendo el primer paso a través de un tubo de mayor dimensión que los tubos en el segundo paso. En las calderas de tres pasos los gases recorren tres veces el agua que calientan. Estas últimas son más eficientes que las de dos pasos porque el calor contenido en los gases se aprovecha mejor.

|  |
| --- |
| Figura 1  *Caldera pirotubular*  Diagrama  Descripción generada automáticamente  Nota*.* El número 10 corresponde al quemador. Tomada de Sogecal (s. f.) |

* 1. **Calderas acuotubulares**

En las calderas acuotubulares, a diferencia de las pirotubulares, el agua circula por el interior de los tubos, formando un circuito de tubos rodeados por los gases de la cámara de combustión. Este tipo de calderas permite trabajar a presiones más altas que las pirotubulares, aunque con caudales de agua menores, y son muy utilizadas en plantas termoeléctricas, con altos requerimientos de vapor.

|  |
| --- |
| Figura 2  *Esquema de funcionamiento de una caldera acuotubular*  Diagrama, Esquemático  Descripción generada automáticamente  Nota*.* Los tubos con agua están rodeados por los gases de combustión.Tomada de Portal Electromecánico (s. f.). |

* 1. **Eficiencia de una caldera**

Con el siguiente recurso, se podrán conocer las ecuaciones para comprobar la eficiencia de una caldera.

Sliders

DI\_CF014\_2.4\_Eficiencia de una caldera.

* 1. **Acciones para mejorar la eficiencia**

Para mantener una eficiencia aceptable, o mejorarla cuando esta disminuye, se deben tomar medidas que incluyen, entre otras, las siguientes:

Pasos

DI\_CF014\_2.4\_Acciones para mejorar la eficiencia.

En la siguiente tabla se resume el impacto de las medidas para mejorar la eficiencia.

|  |
| --- |
| Tabla 1  *Resultados esperados de las medidas para mejorar la eficiencia de las calderas*    Nota*.* Tomada de MGM International (2018). |

1. **Climatización**

La climatización consiste en tratar el aire dentro de un ambiente ocupado por personas, de manera que se logre mantener un confort ambiental. En otras palabras, su objetivo es modificar las condiciones de temperatura, humedad y calidad del aire de forma que las personas que trabajan o viven en el ambiente tratado se sientan cómodas, sin que haya una sensación de mucho calor o mucho frío, y que exista un nivel de humedad adecuado y una ventilación que permita la circulación de aire.

* 1. **Conceptos básicos**

Para modificar las condiciones del aire en búsqueda de confort, este se puede tratar calentándolo, enfriándolo, retirando o añadiendo humedad e incluso, en casos muy especiales, comprimiéndolo. Es decir, cambiar alguno de los siguientes conceptos.

Cartas de diálogo

DI\_CF014\_3.1\_Conceptos básicos.

A continuación, se describen los principales mecanismos de climatización.

* 1. **Aire acondicionado**

Se invita a observar el siguiente recurso que orientará en términos de aire acondicionado:

Cartas de diálogo

DI\_CF014\_3.2\_Aire acondicionado

*Tecnologías de aire acondicionado*

Existen diferentes tecnologías de aire acondicionado, a saber:

* **Ventana:** son compactas, aunque menos eficientes que las tecnologías más modernas. Requieren de una abertura en la pared de cada recinto a climatizar. Al interior de la edificación se ubica el evaporador, que enfría el aire interior, mientras en la parte externa del edificio se encuentra el condensador, que intercambia calor con el exterior.
* **Sistemas mini y “*multisplit”*:** cuentan con una unidad central en la que se ubican el condensador, el compresor y un ventilador, mientras el evaporador se ubica al interior de las zonas a climatizar. Puede tener más de un evaporador. Son equipos de fácil instalación y de mayor uso. La figura 12 corresponde a un sistema “*minisplit”*.
* **Unidades paquete:** son equipos utilizados para enfriar recintos amplios, como salones o almacenes. Se pueden ubicar directamente en el recinto o fuera de ellos y comunicados por medio de ductos.
* **Sistemas de agua helada tipo *Chiller*:** son equipos que, a diferencia de los sistemas mini o “*multisplit”*, tienen el evaporador en la unidad central, en donde enfrían el agua que se envía mediante tuberías aisladas hasta equipos que inyectan el aire a las zonas que se desea climatizar. Dichas unidades se conocen comúnmente como Unidades Manejadoras de Aire. Los *Chiller* pueden ser de dos tipos: condensador por aire o condensador por agua, en los que utilizan torre de enfriamiento.
* **Sistemas centrales de refrigerante variable (VRF):** son equipos que se utilizan en hoteles, centros comerciales, edificios residenciales, etc. Controlan la circulación del refrigerante entre la unidad de condensación y la de evaporación, de acuerdo con la demanda. Permiten distribuir el refrigerante requerido por cada unidad instalada en los diferentes espacios que se climatizan, logrando así que el sistema sea más eficiente.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Tabla 2  *Unidades de aire acondicionado*   |  |  |  | | --- | --- | --- | | Unidades paquete | Sistemas de agua helada tipo *Chiller* | Sistemas centrales de refrigerante variable (VRF) | | Imagen que contiene ladrillo  Descripción generada automáticamente | Imagen que contiene luz, aire, torno, hombre  Descripción generada automáticamente | Vista de una ciudad  Descripción generada automáticamente con confianza baja |   Nota*.* Elaboración propia con imágenes tomadas de MGM International (2018). <https://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/1295/GUIA%20-%20Aire%20Acondicionado.pdf?sequence=1> |

* 1. **Bomba de calor**

Las bombas de calor son máquinas térmicas que transportan energía en forma de calor de un espacio a otro. Funcionan bajo los mismos principios y con los mismos componentes fundamentales que el aire acondicionado. La diferencia con estos últimos radica en que las bombas de calor están diseñadas para producir calor en un recinto en vez de frío, por lo que se utilizan para calefacción y calentamiento de agua. La inversión del funcionamiento se logra haciendo uso de un componente llamado válvula de inversión, también conocida como válvula de cuatro vías.

Las bombas de calor también aprovechan los cambios de estado de un refrigerante y son equipos muy utilizados en zonas en las que hay cambios estacionales de clima, sirviendo en invierno o verano. Los componentes de la bomba de calor son: compresor, condensador, válvula de expansión, evaporador.

|  |
| --- |
| Figura 3  *Partes de una bomba de calor*  Diagrama  Descripción generada automáticamente  Nota*.* Algunas partes distintas a la válvula de cuatro vías pueden no estar en todas las bombas de calor.Tomada de Wikipedia Commons (s. f.).  <https://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Diagrama_Bomba_de_Calor.jpg> |

* 1. **Medidas para mejorar y mantener la eficiencia**

Para mejorar la eficiencia térmica en la climatización de un espacio es importante seleccionar el sistema de climatización de acuerdo con el tipo de clima, de forma que si el área a climatizar es un ambiente cálido húmedo se seleccione un equipo que deshumidifique el aire para bajar la sensación térmica de temperatura y de esa forma evitar tener que usar mucha potencia en la climatización. Mientras que, si se trata de un clima cálido seco, humidificar el aire permite disminuir un poco la temperatura, cuidando de no llegar al extremo de aumentar mucho la humedad. Algunas de las acciones para incrementar la eficiencia energética de los sistemas de climatización incluyen:

* Distribuir los equipos por zonas para atender las demandas de frío particulares.
* Utilizar aislamientos térmicos adecuados.
* Elegir adecuadamente las temperaturas de evaporación y condensación.
* Utilizar motores de frecuencia variable en los sistemas de distribución de fluidos.
* Incorporar infraestructura de cogeneración.
* Reutilizar la energía térmica contenida en los condensados de los equipos de enfriamiento o el calor de los humos que salen de las calderas.

Por otro lado, los aires acondicionados y las bombas de calor cuentan con intercambiadores de calor a los que se debe hacer mantenimientos periódicos para mantener una buena tasa de transferencia de calor, ya que cuando estos componentes se ensucian se hace más difícil el intercambio de calor y aumenta el nivel de energía consumida.

|  |
| --- |
| Para conocer más acerca de cómo usar de manera eficiente el aire acondicionado, se invita a visitar el siguiente enlace:  <https://www.sostenibilidad.com/vida-sostenible/trucos-ahorrar-aire-acondicionado/?_adin=02021864894> |

1. **Refrigeración**

Le invitamos a explorar el siguiente recurso, con el fin de adentrarse en la temática sobre refrigeración.

Presentación interactiva

DI\_CF014\_4\_Refrigeración.

* 1. **Refrigerantes**

Observe el siguiente recurso con los principales refrigerantes:

Cartas de diálogo

DI\_CF014\_4.1\_Refrigerantes.

|  |
| --- |
| Tabla 3  *Refrigerantes comúnmente utilizados en equipos de aire acondicionado, refrigeración y bombas de calor*    Nota*.* Tomada de <https://www.caloryfrio.com/refrigeracion-frio/los-gases-refrigerantes.html> |

Los refrigerantes más usados han sido R-11, R-12, R-22, R-134a, R-502. Algunos de estos últimos causaban un gran impacto ambiental por ser nocivos para la capa de ozono, por lo que fueron prohibidos hace varios años. El R-22 está prohibido en muchos países desde 2020 y en Colombia su uso se eliminará en 2040. En Colombia algunos de los refrigerantes más usados son el R-22 y el R-141b. Para elegir el refrigerante es conveniente verificar que no esté prohibido por las normas ambientales.

Además, hay que tener en cuenta que la presión dentro del evaporador debe ser mayor a una atmósfera (1 atm) y que la temperatura de ebullición a la presión del evaporador debe ser de entre 5 y 10 grados menos que la temperatura a la que se mantendrá el refrigerador (Cengel, Termodinámica, 2014). Por ejemplo, si la presión en el evaporador es de 1 atm y se quiere que el espacio refrigerado esté a -5 °C, el refrigerante debe tener una temperatura de ebullición de entre -10 y -15 °C a la presión del evaporador.

* 1. **Coeficiente de desempeño COP**

El coeficiente de desempeño de los refrigeradores, o COP, es una medida que indica qué tanto enfría el aparato frente a la potencia que consume, es decir, es la relación entre la carga de refrigeración y la potencia consumida por el compresor, como se expresa en la siguiente ecuación (Cengel, 2014):

|  |
| --- |
| Por lo que la carga de refrigeración es el efecto de refrigeración que se debe lograr para el ambiente a refrigerar y los productos en él. es la carga de refrigeración, que se calcula multiplicando el flujo másico de refrigerante () por la diferencia entre la entalpía a la salida del evaporador () y la entalpía a la entrada del evaporador (). El COP sirve para comparar distintas opciones de compra. En muchas ocasiones los valores de carga de refrigeración y de potencia del compresor vienen dados en las etiquetas de los frigoríficos, con lo que se puede hacer el cálculo para comparar. También es un indicador de utilidad en los centros de investigación y desarrollo para evaluar cambios en refrigerantes o en componentes. |

* 1. **Medidas para mejorar el desempeño energético e impacto ambiental de sistemas de refrigeración**

A partir de la siguiente didáctica, se descubrirán las medidas que le permiten mejorar el desempeño energético.

Slyders

DI\_CF014\_4.3\_Medidas para mejorar el desempeño energético e impacto ambiental de sistemas de refrigeración.

1. **Cogeneración**

Se invita a explorar el siguiente recurso y seguir complementando el componente.

Slyders

DI\_CF014\_5\_Cogeneración.

En el siguiente video se explican algunas de las generalidades de la cogeneración de energía eléctrica y calor.

|  |
| --- |
| <https://www.youtube.com/watch?v=r0MFyzJAueI> |

Los sistemas de cogeneración se pueden clasificar como *topping* o *bottoming*, según la manera en la que se use el combustible inicialmente. Ahora bien, la clasificación también puede hacerse de acuerdo con el motor primario que permite la generación eléctrica, en cuyo caso corresponde a ciclo con turbina de gas, ciclo con turbina de vapor (o combinado) y ciclo con motor alternativo (de combustión interna).

* 1. **Cogeneración tipo cabeza**

También conocido como tipo *topping*, consiste en un motor primario que se encuentra acoplado a un generador de electricidad. El combustible se utiliza para producir electricidad en primera instancia. Luego, el calor residual del motor es enviado al sistema de recuperación que lo usa para producir vapor, agua caliente o cualquier forma de energía térmica.

|  |
| --- |
| Figura 4  *Representación esquemática de la cogeneración tipo cabeza o topping*    Nota*.* Tomada de Banco de Desarrollo de América Latina (CAF). (s. f.).  <https://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/1300/GUIA%20-%20Cogeneracio%cc%81n%20de%20Energi%cc%81a.pdf?sequence=1&isAllowed=y> |

* 1. **Cogeneración tipo cola**

También llamada *bottoming,* en este sistema, el combustible se utiliza inicialmente en un generador de energía térmica, como una caldera de vapor o un horno, mientras que el calor residual de los gases de desecho es direccionado a un sistema de recuperación que, a su vez, produce vapor para generar energía eléctrica mediante una turbina de vapor. Este tipo de configuración es usada en procesos que operan a altas temperaturas, por lo que la temperatura y cantidad de gases calientes iniciales se aprovechan para la generación de energía eléctrica.

|  |
| --- |
| Figura 5  *Representación esquemática de la cogeneración tipo cola o bottoming*    Nota*.* Tomada de Banco de Desarrollo de América Latina (CAF). (s. f.). <https://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/1300/GUIA%20-%20Cogeneracio%cc%81n%20de%20Energi%cc%81a.pdf?sequence=1&isAllowed=y> |

* 1. **Cogeneración con turbina a gas**

Consiste en la combustión de gas en una turbina que incluye compresor y cámara de combustión, y que se encuentra conectada a un generador eléctrico. Los gases de escape a alta temperatura de la combustión se aprovechan para producir energía mecánica que acciona al generador. La corriente de gases residuales es dirigida a una caldera de recuperación de calor para producir vapor, útil en otras aplicaciones industriales.

Los gases también se pueden reutilizar para producir frío en un “***chiller****”* de adsorción. Es una de las configuraciones más utilizadas en plantas medianas con equipos consumidores de vapor. Dentro de los fabricantes de turbinas a gas en el mundo se encuentran “***Siemens, Rolls Royce, Kawasaki, Pratt & Whitney”***, entre otros.

|  |
| --- |
| Figura 6  *Ciclo con turbina de gas*    Nota*.*Tomado de Guía para la Evaluación de Elegibilidad de Financiación de Proyectos de Eficiencia Energética, (p. 32), Banco de Desarrollo de América Latina, CAF. <https://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/1300/GUIA%20-%20Cogeneracio%cc%81n%20de%20Energi%cc%81a.pdf?sequence=1&isAllowed=y> |

* 1. **Cogeneración con turbina de vapor**

A partir de esta presentación interactiva, se podrá descubrir el tema de cogeneración con turbina de vapor. ¡Adelante!

Presentación interactiva

DI\_CF014\_5.4\_Cogeneración con turbina de vapor.

* 1. **Cogeneración con motor de combustión interna**

En esta configuración, se utiliza un motor de combustión interna como elemento primario. Estos motores utilizan gas o *fueloil* como combustible Los gases de escape a alta temperatura pasan por una caldera de recuperación, en la que se produce vapor que se aprovecha en una turbina de vapor para generar energía eléctrica o energía mecánica. También es posible obtener calor a partir del circuito de refrigeración del motor, en el que se calienta el agua y se reutiliza, bien sea en otro proceso o para alimentar la caldera de vapor.

|  |
| --- |
| Figura 7  *Ciclo con motor alternativo o de combustión interna*    Nota*.* En este caso además de energía eléctrica, se obtiene vapor de agua y agua caliente. Tomada de Absorsistem (s. f.). <https://www.absorsistem.com/tecnologies/cogeneracion/> |

* 1. **Ciclo combinado**

La cogeneración en ciclo combinado consiste en generar energía en un sistema a partir de dos ciclos termodinámicos, uno que funciona con gas y otro con vapor de agua. El primer fluido se genera por combustión y es el responsable de la generación de electricidad. Los gases a alta temperatura que salen de la turbina de gas se dirigen a una caldera en la que se produce vapor.

|  |
| --- |
| El vapor luego pasa a una turbina de vapor que se encuentra acoplada a un generador eléctrico, transformándose así la energía mecánica en energía eléctrica. El vapor sale de la turbina a baja presión, y puede condensarse para obtener agua caliente o sobrecalentada, útil para otro proceso asociado.  Figura 8  *Ciclo combinado*    Nota. Este ciclo genera energía eléctrica con turbina de gas y turbina de vapor alimentada por vapor calentado por los gases de escape de la turbina. Tomada de Todo Calderas (s. f.). <https://todocalderas.com.ar/articulos/que-es-un-ciclo-combinado>  Figura 9  *Ciclo combinado*  L10 Im Centrales Térmicas de Ciclo Combinado-CTCC.001  Nota. Tomada de Pumps Bombas (s. f.). <https://pumpsbombas.com/curso/curso-bombas-en-centrales-de-ciclo-combinado/leccion/centrales-termicas-de-ciclo-combinado/> |

* 1. **Aumento de la eficiencia usando cogeneración**

Le invitamos a explorar la siguiente didáctica, con el fin de mejorar los conceptos aprendidos.

Slyders

DI\_CF014\_5.7\_Aumento de la eficiencia usando cogeneración.

1. **Motores eléctricos**

Se invita a explorar el siguiente recurso y descubrir las diferentes características de los motores eléctricos.

Slyders

DI\_CF014\_6\_Motores eléctricos.

|  |
| --- |
| Explora más acerca del funcionamiento de los motores eléctricos en el video disponible en el enlace <https://www.youtube.com/watch?v=MuNEI1b1F4w> |

|  |
| --- |
| Figura 10  *Partes de un motor eléctrico*  Diagrama  Descripción generada automáticamente  Nota*.* Tomado de Mheducation (s. f.).  <https://www.mheducation.es/bcv/guide/capitulo/8448173104.pdf> |

* 1. **Partes del motor eléctrico**

Las partes principales que constituyen un motor son el estator, el rotor, la bobina, la carcasa y la caja de terminales, descritas a continuación.

Tarjetas

DI\_CF014\_6.1\_Partes del motor eléctrico.

* 1. **Datos de placa**

Al tratarse de una máquina tan importante y de uso tan frecuente, existe una estandarización general mediante la cual los motores son usados correctamente para determinada aplicación. Los motores eléctricos tienen fijada a su carcasa una placa metálica de acero inoxidable, con la información relevante y específica del dispositivo. Los datos son códigos y números, que permiten comprender las características de funcionamiento del motor y verificar que cumpla con los requerimientos deseados.

|  |
| --- |
| Figura 11  *Placa de características del motor eléctrico*  placa de identificación de motores eléctricos  Nota*.* Tomada de Roydisa s.f.  [https://www.roydisa.es/archivos/2809l](https://ikastaroak.birt.eus/edu/argitalpen/backupa/20200331/1920k/es/IEA/AI/AI05/es_IEA_AI05_Contenidos/website_231_datos_de_la_placa_caractersticas.html) |

* 1. **Eficiencia del motor eléctrico**

Aunque en muchos casos este dato sea proporcionado por el fabricante, la eficiencia de un motor eléctrico se determina con la división de la potencia que se obtiene del eje del motor (o también conocida como la potencia mecánica), entre la potencia absorbida por el motor.

|  |
| --- |
| Tomando como ejemplo un motor eléctrico trifásico de inducción, se puede decir que la potencia absorbida se puede expresar como:  Los motores eléctricos, al no emitir directamente gases de efecto invernadero, son una alternativa para reemplazar los motores de combustión interna, como una forma de reducir la polución que afecta la salud de las personas. |

1. **Automatización y digitalización para generar eficiencia energética**

En este apartado verá, aplicaciones industriales, automatización, aplicaciones en edificios (residenciales, comerciales), digitalización para generar eficiencia energética e impacto en la eficiencia energética.

* 1. **Aplicaciones industriales**

A partir del siguiente recurso usted podrá descubrir cómo automatizar y digitalizar procesos relacionados con la eficiencia energética en la industria.

Acordeón

DI\_CF014\_7.1\_Automatización y digitalización para generar eficiencia energética.

* 1. **Aplicaciones en edificios (residenciales, comerciales)**

Un sistema de automatización de edificios es la herramienta o plataforma de alta tecnología que expande y mejora las capacidades de los responsables de las operaciones de un edificio. A continuación, podrá enterarse de sus aplicaciones:

Slyders

DI\_CF014\_7.2\_Aplicaciones en edificios (residenciales, comerciales).

En este video se explican algunas de las capacidades que ofrece una empresa de implementación de control automático de edificios

|  |
| --- |
| <https://www.youtube.com/watch?v=H39neD0i0Vw> |

Algunos elementos importantes de un sistema de control de edificios son, según Cad y Lan (s. f.):

* **Sensores:** miden variables de interés para el sistema. Hay sensores de movimiento, temperatura, humedad, gases, corriente o tensión eléctrica y cualquier otra variable importante. Envían los datos recogidos a un controlador que los procesa.
* **Controladores:** reciben datos de los sensores, los procesa y controla los dispositivos para regular variables de forma que el conjunto de sistema de control garantice el confort, seguridad y eficiencia energética.
* **Dispositivos de salida:** reciben órdenes del controlador, para manejar variables, como apagar, encender o atenuar luces, encender o apagar el aire acondicionado o graduar su potencia para disminuir o aumentar la temperatura e incluso abrir o cerrar ventanas y cortinas.
* **Interfaz de control:** es el panel o pantalla de control, en la que se pueden ver datos relacionados con la operación de los equipos controlados, también puede estar en forma de interfaz gráfica en una computadora o *Smartphone*.

|  |
| --- |
| El sistema de control automático puede estar conectado a servidores en la nube para el monitoreo del desempeño, toma de decisiones mediante algoritmos y control desde dispositivos electrónicos a distancia. En la figura se puede ver un diagrama de los componentes de un sistema de control de edificios basado en un controlador Arduino.  Figura 12  *Componentes de un sistema de control de edificios*    Nota*.* Tomada de Paz (2017). |

* 1. **Impacto en la eficiencia energética**

La implementación de la automatización y digitalización de procesos y la gestión energética puede representar reducciones de consumo de entre 20% y 35% de energía respecto a las condiciones previas a la implementación y se pueden lograr desarrollando proyectos de monitoreo de consumo eléctrico y térmico, sistemas de acumulación de energía, control de iluminación u optimizando los procesos de combustión en las empresas industriales. Esto implica también una reducción en las emisiones de gases de efecto invernadero y un ahorro económico que puede amortizar la inversión hecha para su puesta en marcha (MGM International, 2018).

1. **Distritos térmicos**

Un distrito térmico es una alternativa de infraestructura energética que suministra calor y frío a los edificios que conforman un área urbana o localidad. La producción de calor y frío se realiza en un sistema centralizado urbano y no en los inmuebles individualmente. La configuración consiste en una planta central de generación en donde, a partir de la combinación de tecnologías, se obtiene energía térmica que luego se distribuye por redes de tuberías hasta los diferentes puntos de consumo de los clientes finales del distrito.

La energía térmica se transporta en forma de vapor, agua caliente, agua helada, y se utiliza para calefacción, producción de aire acondicionado y agua caliente sanitaria. Cabe destacar, que estos sistemas pueden utilizar diversas fuentes de energía, como, por ejemplo, las renovables, haciendo posible descarbonizar la refrigeración, la calefacción y el uso doméstico de agua caliente.

|  |
| --- |
| En el siguiente video se puede encontrar una descripción de un distrito térmico y sus aplicaciones, <https://www.youtube.com/watch?v=D5FFNx_3zy0> |

|  |
| --- |
| Figura 13  *Distrito térmico*  https://www.danfoss.com/media/9837/danfoss_district-energy-scheme_ver2.png?width=877&height=335  Nota*.* Tomada de Danfoss (s. f.). <https://www.danfoss.com/es-es/about-danfoss/news/dhs/heat-and-cold-networks/>  Los distritos térmicos son una alternativa eficiente que se ha venido popularizando en el mundo frente a los requerimientos de climatización de un gran número de ciudades en países con alta demanda de calor y frío. En el contexto internacional se conocen como *District Heating & Cooling.*  Figura 14  *Representación de redes de frío*  refrigeracion urbana  Nota*.* Tomada de Engie (s. f.). <https://www.engie.es/actividades/ciudades-territorios/redes-frio-calor/>  Figura 15  *Representación de redes de calor*  calefaccion urbana  Nota*.* Tomada de Engie (s. f.). <https://www.engie.es/actividades/ciudades-territorios/redes-frio-calor/> |

Dentro de los principales beneficios que ofrece la implementación de estos sistemas, se encuentran:

* **Eficiencia energética:** ya que se evita el uso de pequeños sistemas de climatización distribuidos, reemplazándolos por una central grande y más eficiente, representando ahorros de hasta el 30 % en eficiencia energética. Esto también influye en que se reduzcan los costos de operación y mantenimiento.
* **Menos GEI (Gases de Efecto Invernadero):** al reemplazar los equipos de aire acondicionado se disminuye el consumo de energía y se reduce o elimina el uso de refrigerantes, que son nocivos para la capa de ozono y que también tienen potencial de generar efecto invernadero y destruir la capa de ozono. Adicionalmente, se reducen las emisiones GEI porque es posible utilizar fuentes de energía renovable (solar, biomasa, etc.).
* **Confort**: disminuye la contaminación por ruido dentro de los edificios y potencia la innovación en los diseños arquitectónicos, entre otros.

En Colombia, la implementación de distritos térmicos hace parte de unas de las medidas de eficiencia energética del PAI Proure 2017-2022, por consiguiente, el interés por desarrollarlos ha venido aumentando. Existe un potencial importante en el país para utilizar distritos térmicos en la generación de agua fría para reemplazar los aires acondicionados convencionales, especialmente en hospitales, hoteles, centros educativos y edificios administrativos o gubernamentales.

La primera planta piloto instalada en el país se encuentra en el Centro Administrativo la Alpujarra en Medellín, provee solamente enfriamiento y es alimentada por gas natural y energía eléctrica. El sistema envía agua fría a 5 °C y la recibe a 12 °C, luego de haber climatizado los edificios del distrito (Enersinc, 2017). Con la integración del proyecto se redujeron en un 30% las emisiones de GEI de los edificios del distrito y se eliminaron en ellos el 100% de los refrigerantes, nocivos para la capa de ozono. En la siguiente figura, se puede ver el esquema del proyecto piloto de Distrito Térmico la Alpujarra. Se puede conocer más acerca de este proyecto piloto en <https://www.epm.com.co/site/inversionistas/inversionistas/noticias-y-novedades/distrito-t%C3%A9rmico-epm-un-proyecto-que-contribuye-a-la-eficiencia-energ%C3%A9tica>.

|  |
| --- |
| Puedes conocer más acerca de este proyecto piloto en <https://www.epm.com.co/site/inversionistas/inversionistas/noticias-y-novedades/distrito-t%C3%A9rmico-epm-un-proyecto-que-contribuye-a-la-eficiencia-energ%C3%A9tica>.  Figura 16  *Distrito térmico La Alpujarra*    Nota*.* Tomada IUC, s.f. <https://iuc.eu/fileadmin/user_upload/Regions/iuc_lac/user_upload/ESP_Medellín_-_Distrito_térmico_la_Alpujarra.pdf> |

Los principales retos que enfrenta el uso de los distritos térmicos en las ciudades se relacionan con las inversiones en la infraestructura requerida (acondicionamiento de las edificaciones para recibir la red de frío o calor, construcción de redes de distribución, etc.), la tecnología (falta de mediciones) y de los esquemas de financiación de proyectos de este tipo. Además, en el ámbito regulatorio aún falta consolidar la normativa de eficiencia energética que impulse el amplio desarrollo de distritos térmicos.

* 1. **Componentes de un distrito térmico**

En el siguiente recurso, se descubrirán los diferentes componentes de un distrito térmico.

Slyders

DI\_CF014\_8.1\_Componentes de un distrito térmico.

|  |
| --- |
| Figura 17  *Tubería flexible preaislada*    Nota*.* PE-HD es polietileno de alta densidad, PE-X es espuma polietileno reticulado, y el Eval PEX es polietileno reticulado en forma de tubo. Tomada de Fempa (s. f.).  <https://www.fempa.es/noticias/actualidad/tecnico-industrial/sistemas-de-distribucion-eficientes-en-climatizacion-refrigeracion-agua-fria-y-acs>  Figura 18  *Representación de dirección de tuberías en un Distrito térmico*    Nota*.* La línea roja indica el agua que sale de la central del distrito térmico y la azul es el agua que retorna a la central. En algunos casos el distrito provee agua fría, en otros, agua caliente, e incluso hay los que distribuyen calor y frío al tiempo. Nota. Tomada de Red Española de Ciudades por el Clima (s. f.). <https://www.danfoss.com/es-mx/markets/district-energy/dhs/district-heating/> |

La tubería de un distrito térmico puede ser de tres tipos:

* **Red troncal:** es la tubería principal, transporta el fluido que contiene la energía térmica (calor o frío) desde las centrales de generación hasta las redes de distribución secundarias o locales. Conduce altos caudales y presiones y suele ser de tubos de diámetros grandes, metálicos y preaislados.
* **Ramales:** llevan el calor o el frío desde la red troncal hasta el edificio o cliente. También pueden conducir el calor o el frío desde una central de generación de menor tamaño.
* **Acometidas:** son ramales de servicio al consumidor y conectan a los ramales con la subestación de cada edificio o cliente. Para diámetros pequeños suele emplearse tubería de plástico y preaislada.

*Sistemas de bombeo*

Se utilizan para regular el flujo que transita por las tuberías. Pueden ser:

* **Bombeo centralizado:** el fluido es impulsado por toda la red: planta de generación y tuberías (principales y de distribución).
* **Bombeo distribuido a cada subestación:** existe un sistema de bombeo para cada central generadora y cada edificio consumidor. Es comúnmente utilizado en las redes de gran extensión.
* **Bombeo híbrido:** combinación de los anteriores.

*Subestaciones*

La subestación es la infraestructura de transferencia entre la red de distribución de energía térmica y los edificios o viviendas (clientes). Se encarga de regular y controlar la temperatura y la presión de la red a las condiciones que requiere el cliente, y en ella se mide, además, el consumo de energía. Comúnmente la conforman un conjunto de intercambiadores de calor y los dispositivos de regulación y control.

Además, las subestaciones pueden ser directas o indirectas. En las subestaciones directas, usadas principalmente en redes de baja temperatura, la conexión de la red general y la red del usuario son la misma. Las subestaciones indirectas usan un intercambiador de calor, estando separados el circuito de la red de distribución y el circuito interior del usuario.

* 1. **Tipos de redes de distribución de los distritos térmicos**

Las redes de distribución de los distritos térmicos pueden clasificarse según el trazado, según los circuitos y según el sector al que abastecen. Se describe a continuación el primero; y los trazados de las redes pueden ser tipo árbol, malla o anillo.

Pasos

DI\_CF014\_8.2\_Tipos de redes de distribución de los distritos térmicos.

* 1. **Fuentes energéticas**

Los distritos térmicos pueden utilizar diversas fuentes de energía. A escala mundial, existen distritos térmicos que utilizan fuentes renovables y no renovables, y además aguas profundas del mar. Dentro de las fuentes convencionales predomina el gas natural; también figura la electricidad para la refrigeración por compresión.

Entre las fuentes de energía renovables se distinguen la solar (térmica y/o fotovoltaica) y la biomasa (de origen forestal, industrial, agropecuario, urbano, biogás, etc.). Una forma eficiente de generación de energía para el sistema es el uso de ciclos de cogeneración. En algunos casos es posible usar energía térmica “gratuita” contenida en fuentes geotérmicas para extraer calor de la tierra.

|  |
| --- |
| Figura 19  *Posibles fuentes de energía para los distritos térmicos*    Nota*.* Tomada del Distrito energético s.f. <https://www.distritoenergetico.com/pasos-para-poner-en-marcha-un-distrito-termico/>  . |

1. **Hornos industriales**

Conozca algunos aspectos importantes de los hornos industriales.

Infografía dinámica

DI\_CF014\_9\_Hornos industriales.

Existen diferentes tipos de hornos, diseñados para múltiples usos, según las necesidades de las empresas que los utilizan. Son tipo túnel, giratorio, altos hornos, de arco eléctrico y de fusión, de los cuales se describen resumidamente algunos a continuación.

* 1. **Hornos túnel**

Son hornos largos dotados de rieles o cintas transportadoras internas, en las que los productos se calientan mientras recorren el interior del túnel. Permiten tener un perfil de temperatura adecuado para lograr las características requeridas de los productos finales, es decir, no tienen una temperatura uniforme a lo largo del recorrido, sino que varía según la zona del horno.

|  |
| --- |
| También es posible variar la velocidad de recorrido en el interior. Son usados para grandes volúmenes de producción, principalmente en la producción de alimentos, ladrillos y cerámicos para construcción, vajillas o aisladores eléctricos.  Figura 20  *Horno túnel*  Imagen que contiene lego  Descripción generada automáticamente  Nota*.* Tomada German Bakery Technology (2021). <https://www.gbtgmbh.de/index.php/hornos-de-tunel.html> |

* 1. **Hornos rotatorios**

Son hornos en forma de cilindro, de gran longitud, diseñados para girar mientras calientan el producto que reside en su interior. Se puede variar la velocidad de giro para graduar el tiempo que permanecen los productos en su interior, y operan en un rango variado de temperaturas, según la actividad económica en la que se usan.

Son de amplio uso en la industria de cal y cemento, en la que se usan para producir “***Clinker****”*, operando a una temperatura superior a 1000°C. También son usados para secar productos, en ese caso la temperatura de operación no tiene que ser muy alta, alrededor de 100°C.

|  |
| --- |
| En el siguiente enlace se puede hacer un recorrido virtual por un horno de producción de “*Clinker”* para cemento <https://www.asseguratte.es/asseguratte360/videos/web/index.htm>  Figura 21  *Proceso de producción de “Clinker”*  Imagen de la pantalla de un video juego  Descripción generada automáticamente con confianza baja  Nota*.* En rojo se observa el horno rotatorio usado en el proceso de producción de “*Clinker”* para la industria del cemento. Tomada de Sensotec (2020). <http://www.sensotec.com.ar/industrias.php> |

* 1. **Altos hornos**

Son hornos usados especialmente para el procesamiento de metales ricos en hierro. Son llamados así por su gran altura, que alcanza los 30 metros en muchos casos. Su diámetro puede ser de hasta 9 metros. En su interior se calienta una mezcla de mineral de hierro con coque y fundente, para producir Arrabio, un precursor en la producción del hierro.

|  |
| --- |
| En la parte baja del alto horno la temperatura puede superar los 1.800°C. En el siguiente video se puede ver un alto horno y su funcionamiento <https://www.youtube.com/watch?v=WerjnkrTqI0>. |

* 1. **Hornos de arco eléctrico**

Estos dispositivos utilizan electrodos entre los que hay una gran tensión que genera un arco eléctrico a alta temperatura, haciendo fundir los metales o minerales que se encuentran en su interior. Se usan para producir aleaciones metálicas y fundir chatarra de la cual se hacen nuevas aleaciones. Pueden ser de uno, dos y hasta tres arcos, siendo estos últimos los de corriente alterna.

El arco eléctrico puede calentar los metales por radiación de calor, o estar directamente entre el metal a fundir, fundiéndolo por la resistencia de los materiales al paso de la corriente eléctrica. La temperatura en su interior puede superar los 3.500 °C, que es superior al punto de fusión de casi cualquier metal.

|  |
| --- |
| Su principal desventaja es que consume cantidades enormes de energía eléctrica, por lo que su operación es muy costosa. En este video se puede ver el funcionamiento de un horno de arco eléctrico en la industria del acero <https://www.youtube.com/watch?v=0bKbBJUR7hk>. |

* 1. **Eficiencia energética**

El siguiente recurso muestra la eficiencia energética en el uso adecuado de los hornos.

Cartas de diálogo

DI\_CF014\_9.5\_Eficiencia energética.

1. **Sistemas de iluminación**

En el siguiente recurso usted podrá explorar los sistemas de iluminación para conocer más sobre su funcionamiento.

Cartas de diálogo

DI\_CF014\_10\_Sistemas de iluminación.

Los sistemas de iluminación cuentan con diferentes tipos de lámparas para su uso, entre los que se tienen en cuenta para la gestión eficiente de la energía están:

* **Lámparas incandescentes.**Funcionan haciendo pasar corriente eléctrica a través de un delgado filamento metálico (de Wolframio) que se calienta hasta emitir luz visible. Pueden ser halógenas y no halógenas. Las no halógenas poseen un filamento que está al vacío en la bombilla. Su configuración es versátil y para uso sencillo. Son las más comunes y económicas.

Las halógenas tienen el filamento inmerso en un gas halógeno, que evita que el Wolframio se evapore, alargando la vida útil del dispositivo. Son más costosas, pero más duraderas. Cabe anotar, que las lámparas incandescentes son las menos eficientes, ya que consumen mucha energía, la mayoría de la cuales se pierde en forma de calor.

|  |
| --- |
| Su reemplazo por nuevas tecnologías es una de las principales metas de los planes de ahorro eléctrico.  Figura 22  *Lámparas incandescentes*  Imagen en blanco y negro  Descripción generada automáticamente con confianza media  Nota*.* Tomada de Ingenio virtual (2021). <https://www.ingeniovirtual.com/wp-content/uploads/Tipos-de-bombillas.jpg> |

* **Lámparas de descarga.** Contienen un gas, que al ser sometido a una descarga eléctrica emiten luz. Requieren de equipo auxiliar, llamado comúnmente balasto, y arrancador. Estos dispositivos al ser más complejos son más costosos que las lámparas incandescentes, pero son más eficientes, por tener una eficacia luminosa mayor. Consumen menos electricidad para emitir un mismo nivel de flujo luminoso que la tecnología incandescente, por lo que han ido desplazando paulatinamente el uso de estas últimas. Sin embargo, generalmente las lámparas luminosas usan gases que son tóxicos para los seres humanos. En esta tecnología se destacan:
* **Lámparas fluorescentes:** usan vapor de mercurio a baja presión, se comercializan en forma tubular y en tamaño compacto. Son las de uso más extendido en los hogares. Pueden ser tubulares o compactas (uno o varios tubos), siendo estas últimas más eficaces y duraderas.
* **Lámparas de vapor de mercurio a alta presión:** usan vapor de mercurio a alta presión por lo que emiten más flujo luminoso que las fluorescentes, pero son menos eficientes. Se utilizan para iluminar áreas grandes.
* **Lámparas de vapor de sodio:** la descarga eléctrica la hacen al vapor de sodio, en vez de mercurio. Son las de mayor eficacia luminosa, por lo que su consumo eléctrico es bajo, pero emiten luz amarillenta, por lo que su uso está muy limitado a espacios públicos abiertos, como carreteras.
* **Lámparas de halogenuros metálicos:** además de vapor de mercurio, contienen una mezcla de halogenuros metálicos que mejoran la eficiencia y reproducción cromática. Son de uso extendido en alumbrado público, fachadas, etc.
* **Lámparas de halogenuros metálicos cerámicos:** se diferencian de las de halogenuros metálicos en que incluyen vapor de sodio y tienen un tubo cerámico de descarga. Tienen una mayor vida útil y una alta eficacia luminosa.

|  |
| --- |
| Figura 23  *Lámparas fluorescentes*    Nota*.* Tomada de Ingenio virtual (2021). <https://www.ingeniovirtual.com/wp-content/uploads/Tipos-de-bombillas.jpg>  Figura 24  *Lámparas fluorescentes compactas*    Nota*.* Tomada de Ingenio virtual (2021). <https://www.ingeniovirtual.com/wp-content/uploads/Tipos-de-bombillas.jpg>  Figura 25  *Lámparas halógenas*    Nota*.* Tomada de Ingenio virtual (2021). <https://www.ingeniovirtual.com/wp-content/uploads/Tipos-de-bombillas.jpg> |

* **Diodos emisores de luz (LED).** Las luces LED (*Lighting Emitting Diode*) usan un material semiconductor que transforma la corriente eléctrica en luz. Al no usar filamentos ni contener gases en su interior, son resistentes y tienen una vida útil larga, además de tener una muy alta eficacia luminosa, por lo que son de bajo consumo eléctrico.

Actualmente están reemplazando a las lámparas incandescentes y fluorescentes, ya que las mejoras en los procesos industriales y su masificación han reducido su costo. Se pueden encontrar en casi cualquier aplicación, desde linternas hasta lámparas con forma de bombillo en los hogares, además de cintas de luces y lámparas para áreas abiertas y comerciales.

|  |
| --- |
| Figura 26  *Lámparas LED*    Nota*.* Tomada de Ingenio virtual (2021). <https://www.ingeniovirtual.com/wp-content/uploads/Tipos-de-bombillas.jpg> |

En el siguiente recurso se indican otros sistemas de iluminación. ¡Adelante!

Cartas de diálogo

DI\_CF014\_10.2\_10.3\_10.4\_Sistemas de iluminación.

1. **Arquitectura bioclimática**

La arquitectura bioclimática es el diseño de edificaciones en función de las condiciones climáticas locales, centrándose en el aprovechamiento de los recursos naturales como el sol, el viento, la lluvia, etc., con el fin de disminuir los impactos ambientales y gestionar y reducir el consumo de energía.

El enfoque principal de la arquitectura bioclimática es proporcionar el máximo confort térmico con el menor consumo energético. Mediante la implementación de los principios de arquitectura bioclimática, existe el potencial de reducir sensiblemente el impacto ambiental del ser humano sobre el planeta, además de impactar positivamente la economía de los hogares.

En el siguiente video Carlos Placitelli Mañé explica algunas generalidades sobre la arquitectura bioclimática

|  |
| --- |
| <https://www.youtube.com/watch?v=dCYdFWGseCI&t=1s> |

* 1. **Características básicas de la arquitectura bioclimática**

El diseño de una construcción bioclimática implica tener en cuenta un conjunto de elementos o criterios técnicos encaminados a lograr los objetivos de bajo consumo energético, confort y menor impacto en el ambiente. Algunos de estos principios son la orientación, el clima y los materiales.

* **La orientación:** el diseño arquitectónico tiene en cuenta la posición del sol con el fin de aprovechar la luz solar al máximo.
* **Soleamiento y protección solar:** se busca aprovechar la luz solar en las zonas interiores y exteriores del edificio, para brindar confort térmico a sus habitantes. Esto varía de acuerdo con el lugar donde esté ubicado y es preferible que los vidrios cuenten con protección solar para disminuir los efectos por la incidencia de la radiación solar.
* **Aislamiento térmico:** se utiliza para mantener la temperatura de confort. Las técnicas se aplican en fachadas, techos, puertas y ventanas, e incluyen muros de gran espesor, edificios completa o parcialmente enterrados, entre otras.
* **Ventilación:** se diseña para aprovechar las corrientes de aire en dirección opuesta (ventilación cruzada), renovar el aire y garantizar ventilación en todo el espacio; esta puede ser natural y convectiva.

**Figura 27**

*Trayectoria del sol en diferentes latitudes*

Diagrama, Dibujo de ingeniería

Descripción generada automáticamente

Nota*.* Tomada de Seiscubos (2018).<https://www.seiscubos.com/conocimiento/orientacion>

Existen efectos que favorecen la ventilación y la salida del calor acumulado al interior. Entre ellos, el efecto Venturi, creando aberturas en la parte superior a lado y lado de las caras más comúnmente enfrentadas al viento, que cuando pasa a través de las aberturas succiona el aire del interior extrayendo calor.

También usa el efecto chimenea, que aprovecha que aire caliente es menos denso que el frío, y, por tanto, tiende a ascender, se implementa haciendo pequeñas aberturas cerca al piso, por las que entra el aire frío más denso, en una parte alta de las paredes o en el techo se ubica una abertura por la que sale el aire cálido, esto crea un flujo de aire interior evitando la acumulación de calor.

**Figura 28**

*Efectos Venturi y chimenea*

Diagrama

Descripción generada automáticamenteDiagrama

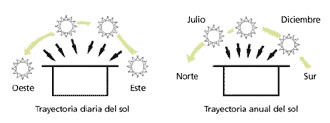
Descripción generada automáticamente

Nota.Tomada de Arquitectura bioclimática. <https://chrarq.wordpress.com/2015/11/12/chimenea-solar/>

Otra medida para evitar la acumulación de calor es el diseño de techos altos e inclinados, ya que la inclinación reduce la cantidad de radiación solar que se absorbe, frente a los techos planos. Cada 10 grados de inclinación permiten aproximadamente 10% menos de acumulación de calor de radiación solar (Arias, et al. 2013).

**Figura 29**

*Radiación solar en techos*



Nota.Tomada de Manual de diseño de edificaciones energéticamente eficientes en el trópico s.f. <https://www.fau.ucv.ve/idec/racionalidad/Paginas/Manualtechos.html>

Colombia y la mayor parte de Latinoamérica están en el trópico, por lo que las edificaciones no requieren adaptarse a los cambios de las estaciones. Es predominante el clima cálido, así que el principal objetivo de una construcción bioclimática en estas latitudes es evitar la acumulación de calor en la vivienda.

* 1. **Estrategias de la arquitectura bioclimática**

Las construcciones bioclimáticas utilizan estrategias de diseño y uso diario, útiles para disminuir el consumo energético. Incluyen, entre otras:

* **Diseño bioclimático y eficiente:** las edificaciones se diseñan de manera que puedan adaptarse adaptan al medio que lo rodea.
* **Control y uso inteligente del espacio:** al construir un edificio se intenta dar las dimensiones adecuadas a la casa y sus estancias con el objetivo de optimizar el uso de energía.
* **Integración de energías renovables:** las construcciones bioclimáticas incorporan varios tipos de energías renovables para evitar consumir energía de la red.
* **Materiales:** los edificios bioclimáticos utilizan materiales sustentables, como la madera, fibras naturales, piedra, materiales reciclados, etc., que reducen los impactos de la construcción.
  1. **Casas pasivas**

Conocidas como “***Passivhaus”*** por su nombre en alemán, son un tipo de construcción que, además de adaptar la edificación a las condiciones del entorno, lo hacen con el consumo de energía interno, para reducir la necesidad de energía térmica. Estas construcciones deben cumplir con especificaciones establecidas en el estándar del “***Passivhaus Institut”*** para obtener una certificación.

|  |
| --- |
| Figura 30  *Principios de una casa pasiva*    Nota*.* Tomada de Iberdrola (s. f.). <https://energiehaus.es/el-sexto-principio-fundamental-del-estandar-passivhaus-a-tener-en-cuenta/> |

Otra forma de construcción sostenible es la arquitectura vernácula, que incluye las técnicas con las que se construían casas en la antigüedad, cuando no existían los medios para climatizar, por lo que las viviendas se concebían para dar confort térmico, además de estar hechas de materiales sostenibles. La tapia o el bahareque son ejemplos de arquitectura vernácula sostenible.

1. **Mantenimiento Centrado en la Eficiencia Energética - MCEE**

En el siguiente recurso se indica cómo realizar un mantenimiento adecuado para mantener la eficiencia energética.

Cartas de diálogo

DI\_CF014\_12\_Mantenimiento centrado en la eficiencia energética MCEE.

|  |
| --- |
| **Figura 31**  *Esquema de la metodología MCEE*    **Nota***.* Tomada de Revista Espacios s.f.. <https://www.revistaespacios.com/a19v40n11/19401119.html> |

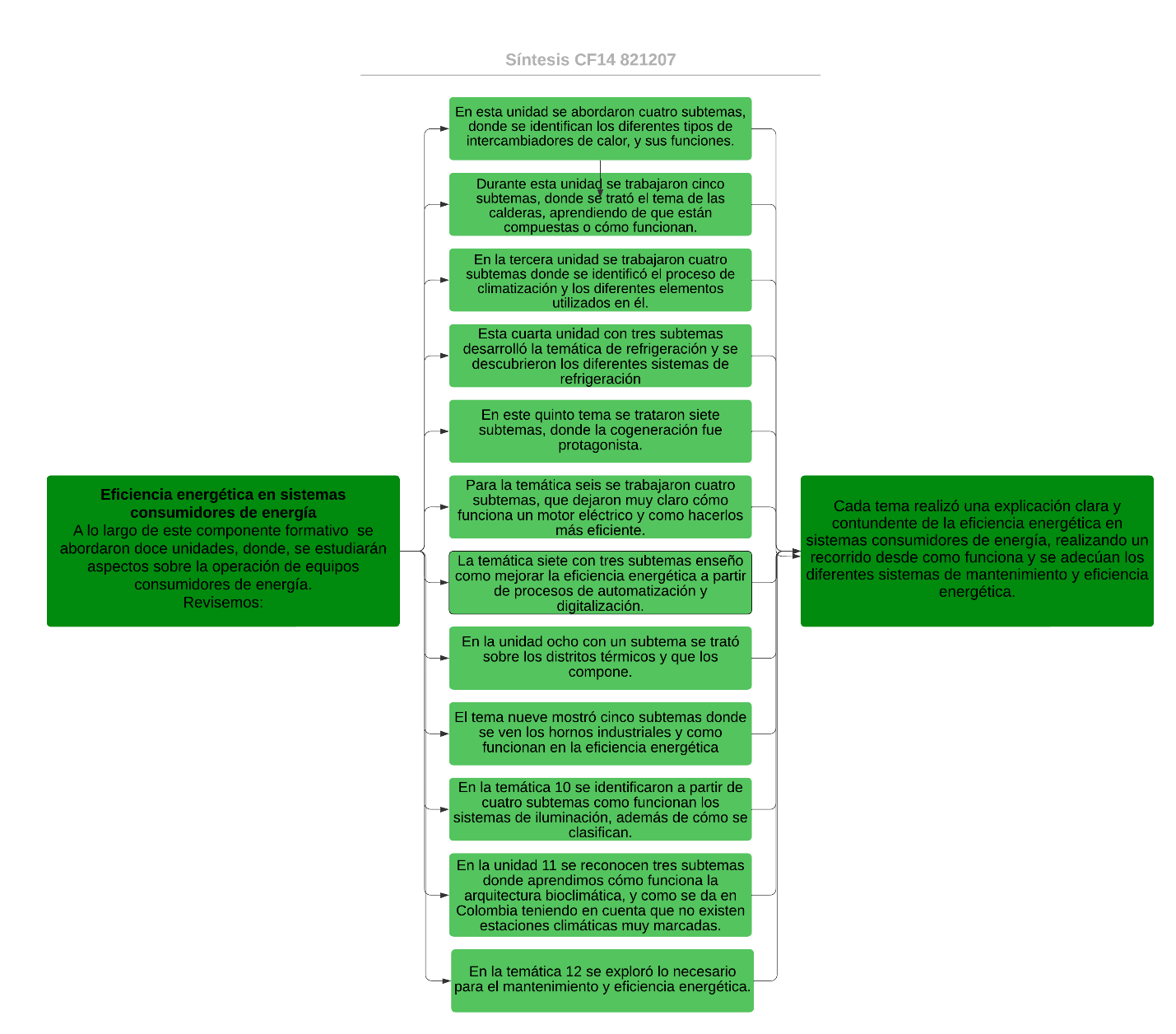
Dado que en esta filosofía de mantenimiento la ineficiencia energética se trata como una falla, toda medida en pro de la mejora en la eficiencia es una forma de superar la falla. Por lo que los planes de mantenimiento deben ser diseñados de forma que se monitoreen y ejecuten tareas orientadas a disminuir el consumo de energía asociado a la operación.

Como ejemplo, una planta en la que se use una caldera que no cuenta con economizador de calor, debe procurar corregir esa ausencia implementando un recuperador de calor para aumentar la eficiencia e incluirlo en el programa de mantenimiento para el monitoreo y corrección de la operación de todo el conjunto del equipo. Si en una planta se trabaja con equipos que producen altas vibraciones, el monitoreo y la reducción de vibraciones es una medida correctiva para mejorar la eficiencia.

Para implementar de forma exitosa la metodología para el MCEE se deben tener claros los objetivos de eficiencia en los equipos que tienen oportunidad de mejora y definir los parámetros que permiten la evaluación del desempeño de estos. Algunas de las variables de interés son difíciles de medir, por lo que se deben buscar medios que lo permitan. Además, es necesario hacer uso de la información disponible de los equipos, como manuales y recomendaciones técnicas de los fabricantes, para tener una referencia de la estabilidad, mejora o retroceso en la eficiencia energética. Es recomendable implementar herramientas tecnológicas como *software* para el monitoreo del consumo energético y de las demás variables de interés, el control de las tareas de mantenimiento y la programación de tareas futuras.

Con el avance en las ciencias de datos y el *Big data* se pueden implementar algoritmos para la extracción de información que puede resultar en mejoras en el mantenimiento preventivo. Las medidas técnicas deben estar acompañadas de programas de pedagogía organizacional en torno a la importancia de la reducción del consumo de energía y de recursos, para que un mayor número de colaboradores participen identificando las oportunidades de ahorro energético y diseñen planes correctivos.

1. **SÍNTESIS**



1. **ACTIVIDADES DIDÁCTICAS (OPCIONALES SI SON SUGERIDAS)**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD DIDÁCTICA | | |
| Nombre de la Actividad | Distrito térmico | Equipos consumidores de energía |
| Objetivo de la ac  tividad | Identificar los principales componentes de un distrito térmico. | Identificar los principales equipos e infraestructura que conforman sistemas energéticos. |
| Tipo de actividad sugerida |  |  |
| Archivo de la actividad (Anexo donde se describe la actividad propuesta) | Actividad didáctica 1 | Actividad didáctica 2 |

1. **MATERIAL COMPLEMENTARIO:**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Tema | Referencia APA del Material | Tipo de material  (Video, capítulo de libro, artículo, otro) | Enlace del Recurso o  Archivo del documento o material |
| * 1. Intercambiador de calor | Alfa Laval. (2019). *Cómo funciona un intercambiador de calor.* [Video]. AlfaLaval. | Video | <https://corporate.alfalaval.com/como-funciona-un-intercambiador-de> |
| 2.1. Componentes de una caldera | Attsu Térmica. (2019). *ATTSU Caldera de vapor RL - Explicación funcionamiento.* [Video]. YouTube. | Video | <https://www.youtube.com/watch?v=QJRaP0BDt7I> |
| 5. Cogeneración | Tecnológico de Monterrey Innovación Educativa. (2017). *La cogeneración como estrategia para el aprovechamiento de la energía.* [Video]. YouTube. | Video | <https://www.youtube.com/watch?v=r0MFyzJAueI> |
| 6. Motores eléctricos | Mentalidad de ingeniería. (2021). *Cómo funcionan los motores eléctricos - motores de inducción de CA trifásicos motor de CA.* [Video]. YouTube. |  | <https://www.youtube.com/watch?v=MuNEI1b1F4w> |
| 7. Automatización y digitalización para la eficiencia energética  7.2. Aplicaciones residenciales, comerciales y domésticas | Refrigeración Industrial Beirute. (2019). *¿Qué es el BMS?* [Video]. YouTube. | Video | <https://www.youtube.com/watch?v=H39neD0i0Vw> |
| 8. Distritos térmicos | Empresas Públicas de Medellín. (2017).  *Distrito Térmico EPM, un proyecto que contribuye a la eficiencia energética y al cuidado del medio ambiente en Medellín*.  EPM. | Página WEB | <https://www.epm.com.co/site/inversionistas/inversionistas/noticias-y-novedades/distrito-t%C3%A9rmico-epm-un-proyecto-que-contribuye-a-la-eficiencia-energ%C3%A9tica> |
| 8. Distritos térmicos | Celsia Energía. (2017). *Distrito Térmico – Celsia.* [Video]. YouTube. | Video | <https://www.youtube.com/watch?v=D5FFNx_3zy0> |
| 9. Hornos rotatorios | Asseguratte. (s. f.). *Etapas de fabricación del cemento.* [Video]. Asseguratte. | Video (Recorrido virtual) | <https://www.asseguratte.es/asseguratte360/videos/web/index.htm> |
| 9.3. Altos hornos | Documentales TV. (2014). *Funcionamiento alto horno.* [Video]. YouTube. | Video | <https://www.youtube.com/watch?v=WerjnkrTqI0> |
| 9.4. Hornos de arco eléctrico | Miquelmatias. (2012). *Horno de arco eléctrico – Herramientas.* [Video]. YouTube. | Video | <https://www.youtube.com/watch?v=0bKbBJUR7hk> |
| 11. Arquitectura bioclimática | Proyectartv. (2017). *¿Qué es la arquitectura bioclimática?* [Video]. YouTube. | Video | <https://www.youtube.com/watch?v=dCYdFWGseCI&t=1s> |

1. **GLOSARIO:**

|  |  |
| --- | --- |
| TÉRMINO | SIGNIFICADO |
| Big data | Procesamiento de gran cantidad de datos generados por sistemas electrónicos. |
| Ciencia de datos | Disciplina dedicada al análisis y extracción de información implícita contenida en grandes volúmenes de datos (*Big data*). |
| Capa de ozono | Zona de la atmósfera con una concentración alta de (ozono). Bloquea parte de los rayos ultravioleta nocivos provenientes del sol. |
| Casa pasiva | Edificación diseñada para mantener una temperatura confortable y estable de forma natural, sin recurrir a sistemas de climatización, o requiriéndolos en muy pocas ocasiones. |
| Domótica | Implementación de sistemas automatizados de control de electrodomésticos, iluminación y climatización en casas. |
| Eficiencia térmica | Relación entre la energía aportada a un sistema y la energía útil producida por el mismo para el propósito con el que fue diseñado. |
| Eficacia | Indica en qué medida se cumple el propósito para el que un sistema fue diseñado, sin tener en cuenta qué tan eficiente fue el proceso. |
| Gases de Efecto Invernadero (GEI) | Gases que al llegar a la atmósfera tienen la capacidad de absorber calor del sol y mantenerlo. En grandes cantidades tiene el potencial de aumentar la temperatura media del planeta. |
| Internet de las cosas | Uso de dispositivos electrónicos conectados a internet para monitorear y controlar las funciones y el desempeño de un equipo. |

1. **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:**

Aiguasol Sistemes Avançats d’Energia Solar Tèrmica. (2011). *Guía básica de redes de distrito de calor y frío.* <https://www.idae.es/sites/default/files/documentos/idae/tecnologias/ahorro_y_eficiencia_energetica/edificacion/documentos_20110502_guia_basica_redes_de_calor_y_de_frio_es_5e18b14a.pdf>

Arch Daily. (2021). *Arquitectura bioclimática en Latinoamérica: Técnicas naturales para economizar energía.* <https://www.archdaily.co/co/tag/arquitectura-bioclimatica>

Arias, A., Chicas, A., Contreras, I., Hernández, R., Leal, M., Roque, R., y Solórzano, R. (2013). Criterios Bioclimáticos Aplicables a Proyectos en el Trópico. <https://issuu.com/aaarias/docs/criterios_bioclimaticos>

Arnabat, I. (2007). *Sistemas de refrigeración aire acondicionado: compresión y absorción*. <https://www.caloryfrio.com/aire-acondicionado/aire-instalaciones-componentes/sistemas-de-refrigeracion-compresion-absorcion.html>

Arnabat, I. (2015). *Funcionamiento de la bomba de calor para calefacción y agua caliente.* <https://www.caloryfrio.com/calefaccion/bomba-de-calor/bomba-de-calor.html>

Arnabat, I. (2016). *¿Cómo funciona el aire acondicionado? Infografía.* <https://www.caloryfrio.com/aire-acondicionado/como-funciona-el-aire-acondicionado-infografia.html>

Arquitectura Sostenible. (2018). *La arquitectura bioclimática: diseñar edificios en función de las condiciones del entorno.* <https://arquitectura-sostenible.es/la-arquitectura-bioclimatica-disenar-edificios-en-funcion-de-las-condiciones-del-entorno/>

BBVA. (2021). *Qué es la arquitectura bioclimática y cuánta energía permite ahorrar.* <https://www.bbva.com/es/sostenibilidad/que-es-la-arquitectura-bioclimatica-y-cuanta-energia-permite-ahorrar/>

BBVA. (2021). *Qué es la cogeneración: la industria frente al espejo de la transición energética.* <https://www.bbva.com/es/sostenibilidad/que-es-la-cogeneracion-la-industria-frente-al-espejo-de-la-transicion-energetica/>

Cabrera, M. (2019). *Modelo y herramienta para implementar en las industrias un sistema de mantenimiento centrado en la eficiencia energética “Green Reliability”.* Congreso de Mantenimiento y Confiabilidad. México D.F.

Cad y Lan. (s. f.). *La automatización de los edificios inteligentes.* <https://www.cadlan.com/noticias/automatizacion-de-edificios/>

Calderería Lopez Hermanos S.A. (s. f.). *Caldera de agua caliente.* <http://lopezhnos.es/products/caldera-de-agua-caliente-clh/>

Cengel, Y. A. (2007). *Transferencia de calor y masa.* McGraw-Hill.

Cengel, Y. A. (2014). *Termodinámica*. McGraw-Hill.

Danfoss. (s. f.). *El frigorífico: cómo funciona*. [https://www.danfoss.com/es-es/about-danfoss/our-businesses/cooling/the-fridge-how-it-works/#](https://www.danfoss.com/es-es/about-danfoss/our-businesses/cooling/the-fridge-how-it-works/)

Direct Industry. (2021). Kelvion Germany GMBH. <https://www.directindustry.es/prod/kelvion-germany-gmbh/product-105023-2268293.html>

Distritos Térmicos Colombia. (s. f.). *Eficiencia ¿Qué son los distritos térmicos y para qué sirven?* <https://www.distritoenergetico.com/que-son-los-distritos-termicos-y-para-que-sirven/>

Enersinc. (2017). *Energy Demand Situation in Colombia.* <https://www.dnp.gov.co/Crecimiento-Verde/Documents/ejes-tematicos/Energia/MCV%20-%20Energy%20Demand%20Situation%20VF.pdf>

Froztec. (2021). *Equipos de refrigeración industrial.* <https://www.froztec.com/como-elegir-tus-equipos-de-refrigeracion-industrial>

Garay, R. (2020). *District Heating & Cooling o redes urbanas de calor y frío; ventajas de un sistema eficiente - Pódcast.* <https://www.caloryfrio.com/calefaccion/district-heating-cooling-redes-urbanas-calor-y-frio-ventajas-de-sistema-eficiente.html>

García, E., Campos, J., y Vanegas, C. (2018). Metodología para la implementación de un sistema de Mantenimiento Centrado en la Eficiencia Energética (MCEE) en las organizaciones industriales a través de una herramienta informática. *Espacios, 40*(11), 19. <https://www.revistaespacios.com/a19v40n11/a19v40n11p19.pdf>

IDAE. (2008). Cogeneración. <https://www.idae.es/tecnologias/eficiencia-energetica/transformacion-de-la-energia/cogeneracion>

Kosner. (2016). *Un poco de teoría: Etapas del ciclo de refrigeración*. <https://www.kosner.es/ciclo-de-refrigeracion/>

MGM International. (2018). *Guía para la evaluación de elegibilidad de financiación de proyectos de eficiencia energética. Tipo de proyecto: aire acondicionado.* <https://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/1295/GUIA%20-%20Aire%20Acondicionado.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

MGM International. (2018). *Guía para la evaluación de elegibilidad de financiación de proyectos de eficiencia energética. Tipo de proyecto: automatización y control de procesos.* <https://scioteca.caf.com/handle/123456789/1297>

MGM International. (2018). *Guía para la evaluación de elegibilidad de financiación de proyectos de eficiencia energética. Tipo de proyecto: calderas de alta eficiencia.* <https://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/1298/GUIA%20-%20Calderas%20de%20Alta%20Eficiencia.pdf?sequence=1>

MGM International. (2018). *Guía para la evaluación de elegibilidad de financiación de proyectos de eficiencia energética. Tipo de proyecto: cogeneración de energía.* <https://scioteca.caf.com/handle/123456789/1300>

MGM International. (2018). *Guía para la evaluación de elegibilidad de financiación de proyectos de eficiencia energética. Tipo de proyecto: iluminación de alta eficiencia.* <https://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/1303/GUIA%20-%20Iluminacion%20de%20Alta%20Eficiencia.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2019). *Distritos térmicos: guía metodológica.* Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2019). *Los distritos térmicos: una apuesta de sostenibilidad urbana*. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

MGM Internacioanal (s.f.) Guía para la Evaluación de Elegibilidad de Financiación de Proyectos de Eficiencia Energética, (p. 32), Banco de Desarrollo de América Latina, CAF. <https://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/1300/GUIA%20-%20Cogeneracio%cc%81n%20de%20Energi%cc%81a.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Paz, L. (2017). Automatización para la gestión eficiente de energía en el sector doméstico. *Revista Electrónica sobre Tecnología, Educación y Sociedad, 4*(7).

Preciogas. (s. f.). *Aire acondicionado.* <https://preciogas.com/instalaciones/equipamiento/aire-acondicionado>

Rankia. (s. f.). *Etiqueta energética.* <https://www.rankia.com/blog/luz-y-gas/2174744-electrodomesticos-etiqueta-energetica>

Sogecal. (s. f.). *Caldera pirotubular.* <https://sogecal.com/servicios/caldera-pirotubular-fabricantes-instaladores-calderas-industriales-vapor/>

Idoia Arnabat (2016). *¿Cómo funciona el aire acondicionado?* <https://www.caloryfrio.com/aire-acondicionado/como-funciona-el-aire-acondicionado-infografia.html>

Universitat Politécnica de Catalunya. (s. f.). *Intercambiadores de calor.* Universitat Politécnica de Catalunya.

1. **CONTROL DEL DOCUMENTO**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Nombre | Cargo | Dependencia  *(Para el SENA indicar Regional y Centro de Formación)* | Fecha |
| Autor (es) | Linda Díaz Rivera | Experta temática | Global Green Growth Institute (GGGI) | Noviembre de 2021 |
| [Leidy Carolina Arias Aguirre](mailto:leidyc.arias@misena.edu.co) | Diseñadora instruccional | Regional Distrito Capital- Centro de diseño y metrología | Diciembre de 2021 |
| Carolina Coca Salazar | Revisora Metodológica y Pedagógica | Regional Distrito Capital- Centro de diseño y metrología | Diciembre de 2021 |
| Rafael Neftalí Lizcano Reyes | Responsable Equipo Desarrollo Curricular | Regional Santander - Centro Industrial del Diseño y la Manufactura | Junio de 2022 |
| José Gabriel Ortiz Abella | Corrector de estilo | Regional Distrito Capital - Centro de Diseño y Metrología | Junio del 2022. |

1. **CONTROL DE CAMBIOS**

**(Diligenciar únicamente si realiza ajustes a la Unidad Temática)**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Nombre | Cargo | Dependencia | Fecha | Razón del Cambio |
| Autor (es) |  |  |  |  |  |