

# Ingeniería Energética General

## Ahorro Energético Integral Aplicado a la Mediana y Pequeña Industria, a los Centros Comerciales, a los Edificios

### **TRANSMISION DEL CALOR, AISLAMIENTO TÉRMICO**

Por el peso que tienen en el consumo mundial energético, nos proponemos al abordar estos conocimientos de ingeniería, una meta muy ambiciosa.

*"Crear un conjunto de informaciones y procesadores de cálculo para conocer, aplicar y poder realizar tareas de selección, diseño, proyectos, mantenimientos y modernizaciones de sistemas que requieren aislamiento térmico".*

Octubre 2011

## TRANSMISION DEL CALOR, AISLAMIENTO TÉRMICO

### PRIMERA PARTE

#### OBJETIVOS:

- 1) Breve introducción y definiciones
- 2) Aislamiento térmico para reducir la contaminación ambiental
- 3) Definiciones, calidad y cantidad de energía, unidades empleadas, potencia, poderes calóricos y calores específicos.
- 4) El aislamiento térmico en los sistemas energéticos, su función e importancia.
- 5) La transmisión del calor, formas de transmisión
- 6) El aislamiento térmico, materiales empleados y sus formas.
- 7) ¿Qué cualidades deben reunir un buen aislamiento?

#### Introducción

El calor (o frío), no es más que una sensación que experimentamos los humanos, al ponernos en contacto con un ambiente donde la temperatura sea superior o inferior a la del cuerpo humano. Es una forma de energía y puede producir trabajo. Está muy ligado a la supervivencia humana, totalmente necesario en la vida presente y para el desarrollo futuro.

Una de las formas en que se genera el calor es durante el proceso químico llamado combustión, al quemarse los combustibles. Los combustibles son portadores energéticos que tienen potencial para quemarse en presencia del gas oxígeno o una atmósfera que lo contenga, como es el aire ambiente.

La gran mayoría del total de las **toneladas o barriles de petróleo fósil equivalentes** que se extraen anualmente en el Mundo, de una u otra forma son quemados en los diferentes procesos energéticos. Para tener una idea de los volúmenes anuales de combustibles fósiles que emplean los 7000 millones de seres humanos que ya somos, la cifra es cercana a los **12 000 millones de toneladas (unos 85 millones de barriles diarios)**, 1715 kg anuales promedio per cápita.

El combustible equivalente al quemarse en presencia de aire atmosférico u oxígeno, forma gas CO<sub>2</sub> y agua, además de otros gases nocivos y contaminantes. El gas CO<sub>2</sub>, como todos sabemos, es el principal causante del efecto invernadero y por ello, del calentamiento global. Cada kilogramo de combustible equivalente que se quema, tiene asociado una masa de emisión de CO<sub>2</sub> que supera en más del doble al kilogramo quemado. Así que si queremos estimar qué cantidad de CO<sub>2</sub> se emite a la atmósfera, basta con multiplicar la masa de los combustibles destinados a quemarse por 2,3 - 2,7 kg de CO<sub>2</sub>/kg, intervalo de los indicadores de emisión para los diferentes tipos de combustibles existentes. Para un consumo mundial de 12 000 millones de toneladas de combustible, podemos afirmar que **el volumen de CO<sub>2</sub> que se ha emitido a la atmósfera es cerca de 30 000 millones de toneladas.**

Lo malo de este análisis o cálculo, es que llegamos a la conclusión que las unidades

de calor o frío generadas procedentes de los combustibles fósiles, son responsables directas de las emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmósfera. Lo bueno es que no todo el calor o frío generado que hoy se emplea en el Planeta procede de la quema de combustibles fósiles. Tenemos presentes procesos que utilizan las energías renovables, biocombustibles y la energía atómica, para generar calor o frío. Dentro de ellos están:

- a) los Colectores, Concentradores Solares, que captan la energía solar y la transforman en calor,
- b) los Colectores PV, los Generadores Eólicos, las Centrales Hidroeléctricas y Geotérmicas, procesos que emplean fuentes renovables para generar electricidad, considerando que la electricidad a su vez se puede transformar en calor,
- c) las Centrales Atómicas, que emplean la energía nuclear para generar calor,
- d) los procesos que emplean biocombustibles o bioenergías, los que generan el calor con un nivel de emisiones neto inferior a su similar fósil.

En la actualidad se desarrollan las alternativas que emplean las fuentes renovables con el fin de ir sustituyendo las fuentes fósiles, pero aún prima la utilización de la energía contaminadora como fuente para generar el calor, por ser esta última más barata.

De no existir la vía de generar calor o frío mediante los procesos renovables y limpios, la situación sería mucho más grave, por lo que existen soluciones para salir adelante, solo tenemos que potenciarlas y multiplicarlas.

Como conclusión de esta introducción, la gran mayoría del calor que utilizamos a nivel mundial proviene de los combustibles fósiles, los que a su vez tienen asociados volúmenes importantes de emisiones de CO<sub>2</sub>. Así que si queremos proteger el medioambiente, tenemos que cuidar celosamente cada unidad de combustible fósil para producir calor o frío y cada unidad de calor o frío, una vez generado.

**El Asilamiento Térmico es el medio eficaz para conservar el calor y el frío, reduciendo sus pérdidas.** De ahí la importancia de estos conocimientos y su aplicación práctica.

**Definiciones, calidad y cantidad de energía, unidades empleadas, potencia, poderes calóricos y calores específicos.**

La temperatura mide el nivel de agitación de las partículas en un cuerpo e inducidamente la cantidad de calor que fue suministrada para agitar su composición atómica. Se expresa en °C, °K o °F.

El Joule (SIU) la caloría (STU) y el Btu, son unidades que miden el calor y relacionan la masa de los cuerpos con su temperatura.

El calor puede medirse en cantidad y calidad.

- a) La **cantidad de calor** se mide por las unidades en Joule, calorías o Btu que contiene un cuerpo físico (sólido, líquido o gaseoso) determinado.
- b) La **calidad del calor** se mide por las unidades de temperatura que alcanza el cuerpo sólido, líquido o gaseoso.

Así podemos tener un cuerpo físico que contienen mucha cantidad de calor, pero de baja calidad, o lo inverso.

La calidad de la energía es la que califica si una corriente u fluido térmico puede generar trabajo o no. En la medida que su temperatura es mayor, relativa a la temperatura ambiente, mayor cantidad de trabajo podrá generar.

La potencia es la cantidad de energía liberada o generada en la unidad de tiempo. Sus unidades son el W o kW y el HP.

El poder Calorífico es la cantidad de energía liberada o generada por la unidad de masa. Sus unidades son Joule o kilojoule/kg o Btu/kg. En los combustibles se miden dos poderes caloríficos, *el inferior*, que considera que el agua contenida en el combustible se evapora y el *superior*, que asume el agua como condensada.

El calor específico es la cantidad de calor necesario para elevar 1 °C la temperatura de 1 kg de un cuerpo físico.

El calor latente, es la cantidad de calor absorbido o cedido por un cuerpo, durante el proceso de cambio de estado, manteniéndose constante la temperatura. Cuando el cambio es de sólido a líquido, se define como *calor de fusión*. Cuando el cambio es de líquido a vapor, *calor de vaporización*. Y cuando el vapor se condensa y pasa a líquido, *calor de condensación*.

El calor sensible es el calor absorbido o cedido por un cuerpo cuando en el proceso existen variaciones de temperaturas.

## Calores específicos de algunas sustancias:

Sustancias	Kcal/kg °C	Kj/kg °C	Wh/kg °C
Agua	1	4,18	1,16
Aire	0,24	1,0	0,28
Vapor de agua	0,42	1,76	0,49
Hielo	0,50	2,09	0,58
Acero	0,12	0,50	0,14
Hormigón armado	0,26	1,09	0,30
Lana de vidrio	0,20	0,84	0,23

## Poderes caloríficos de los portadores energéticos más utilizados. (Poder Calorífico Inferior)

Combustibles sólidos	kcal/kg	kJ/kg
Madera	2700	11230
Carbón vegetal	6500	27040
Carbón turba	3300	13728
Carbón hulla	5000	20800
Carbón antracita	7000	29120
Combustibles líquidos	kcal/l	kJ/l

Diesel o Gas Oil C	10000	41600
Fuel-Oil	9000	37440
<b>Combustibles gaseosos</b>	<b>kcal/kg</b>	<b>kJ/kg</b>
Gas butano	11800	49337
Gas propano	12000	49920
Gas de ciudad	4200	17470
Gas Natural (0,7 kg/m <sup>3</sup> N)	12000	50000
<b>Otros</b>	<b>kcal/kWh</b>	<b>kJ/kWh</b>
Electricidad	860	~3600

**La transmisión del calor, formas de transmisión.** Flujo de calor que atraviesa una superficie (el inverso es la resistencia térmica de la superficie al flujo de calor) y los factores que influyen sobre este.

El calor se transmite, desde un punto del espacio o superficie a otro. Por eso este artículo se titula Transmisión del Calor, puesto que se propone explicar los conocimientos esenciales que debemos manejar para controlar y aprovechar este fenómeno físico en beneficio nuestro.

El calor se transmite puesto que existe una diferencia de temperaturas entre dos puntos en el espacio o superficie. Si no hay diferencia de temperaturas, no hay potencial que genere la transmisión del calor, de la misma forma que si no existe una pendiente, un cuerpo no cae. El calor se transmite de tres formas.

El calor se transmite a través de las superficies sólidas, lo que se conoce por transferencia por *conducción*.

En el espacio o ambiente que rodea a un cuerpo caliente, el calor también se transmite de un punto a otro. El aire que se pone en contacto con el cuerpo caliente, a su vez se calienta, y se hace menos denso (más ligero) y crea un potencial de circulación de flujo desde el punto más caliente al más frío, éste último, donde el aire tiene una densidad mayor. Así el calor se transporta con la corriente que circula de aire. A esta forma de transmisión se le conoce por *convección*.

Los cuerpos calientes emiten radiaciones calóricas. Las podemos observar cuando guiamos el auto o coche en pleno verano, con altas temperaturas, como la superficie de la vía o carretera radia calor al ambiente. Y si nos acercamos a un horno de fusión de metal, en zonas de poco o sin aislamiento, hay momentos en que no podemos seguir avanzando pues el nivel de radiación es tal que el cuerpo humano no soporta tan altos valores de temperatura. En estos ejemplos, el calor se transmite por *radiación*.

Cada una de estas formas o procesos de transmisión del calor, obedecen a leyes físicas y se pueden medir. Por lo tanto, también podemos calcularlas y conocer cuánto calor se transmite.

¿Entonces, qué beneficios aporta a la eficiencia energética y a la reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub>, saber sobre el calor, su transmisión y el aislamiento térmico?. Veamos.

En un proceso de calentamiento, se quema un volumen de combustible para calentar una sustancia o un material. El calor que se genera en la combustión tiene el objetivo de realizar un proceso que llamaré principal, **calentar la sustancia o material**. En la medida que utilicemos un volumen más cerca al que teóricamente requiere el proceso principal, más económico y eficiente será la operación. Por supuesto, **más eficiencia, , menos combustible quemado,, menos CO2 emitido a la atmósfera.** Recordemos que cada unidad de combustible quemado, genera calor y emite CO2 como resultado del proceso de la combustión.

Si el calor que se genera en la combustión, destinado al proceso principal, se escapa y calienta la atmósfera o el ambiente exterior al equipo, cada unidad de energía que se pierde deja de realizar el trabajo principal. Al final, menos eficiencia, más emisiones. La función del aislamiento térmico es la de **reducir el escape de la energía fuera de los equipos o sistemas donde se genera el calor.**

Los aislamientos térmicos, a la vez que realizan la función de conservar la energía, también realizan una función de seguridad, evitando que las personas entremos en contacto con superficies calientes y ocurra un accidente doloroso.

## **El aislamiento térmico, materiales empleados y sus formas.**

Conocida la importancia de saber sobre el aislamiento térmico, hablemos de los materiales que se emplean para aislar el calor, de las unidades técnicas que se necesitarán para medir las propiedades aislantes y del flujo calorífico.

Los materiales aislantes, son de origen natural, previamente tratados o materiales sintéticos. Se seleccionan en función del trabajo energético que tienen que realizar. Existen diferentes materiales para regímenes de temperaturas diferentes. Por lo que hay que conocer sus propiedades para poder diferenciar cada material según la misión que realizará.

Para altas temperaturas, empleados en la industria metalúrgica y del acero, se emplean los conocidos materiales refractarios, que tienen que soportar valores de temperaturas cercanas a los 2000 °C y por supuesto, con un alto nivel de resistencia a la erosión y a las roturas mecánicas. Para su fabricación se emplean las arcillas refractarias, los caolines, la magnesita, la dolomita, la cuarcita, que son compuestos inorgánicos integrados por calcio, magnesio, cromo, zirconio, silicio, carbono, y otros.

También se forman materiales granulosos refractarios que están compuestos por mezclas de polvos de calcinado de magnesita, cromita, dolomita con un material aglutinante orgánico o inorgánico.

La estructura de los materiales aislantes tiene formas diferentes, entre ellas:

*Celular:* Estructura reticular, con pequeños espacios llenos de aire, parcial o independientes unos de otros.

*Fibrosa:* Materiales como la lana mineral, la fibra de vidrio, donde la circulación de aire dentro del material depende de la compresión.

*Granular:* Incluye los materiales en polvo o granos, como las resinas.

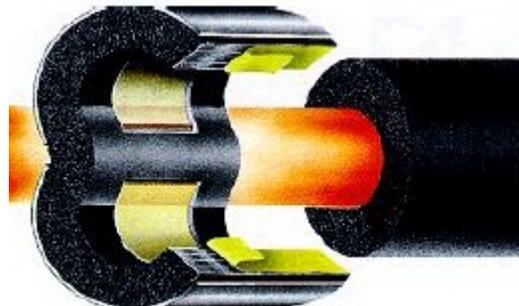
*Reflexiva:* Formado por un conjunto de capas delgadas de baja emisividad.

Los materiales aislantes pueden ser de diferentes formas física:

*Sólida*, como son los ladrillos refractarios y duelas que recubren las tuberías circulares, o las láminas de aluminio que reflejan la radiación calórica.

*Relleno suelto*, como son los materiales granulosos, las perlitas expandidas y el aerogel de sílice.

*Espojosos*. Como suelen ser las espumas elastoméricas para recubrimientos de tuberías frías principalmente.



Espuma elastomérica flexible

*Flexibles*. Tenemos las mantas de lana mineral y fibra de vidrio.

*Pastas o Cementos*. Los morteros y pastas aislantes, que se emplean en recubrir las paredes y sostener los ladrillos refractarios.



Mantas de lana Mineral

## ¿Qué cualidades deben reunir un buen aislamiento?

- ✚ Alta resistencia térmica o lo que es igual, baja conductividad térmica.
- ✚ Alta resistencia a la permeabilidad del vapor de agua.
- ✚ Alta resistencia al fuego, muy importante.
- ✚ Densidad aparente óptima.
- ✚ Resistente a la erosión, choques mecánicos, a los agentes químicos, a la absorción de agua, a las condiciones ambientales y de durabilidad aceptable.
- ✚ Facilidad en su aplicación y manejo.
- ✚ No dañen la salud humana y no sean tóxicos.
- ✚ Costo aceptable y que facilite una recuperación de la inversión inicial dentro de límites rentables.

## ¿Y qué beneficios me aporta a nuestra economía y a la de la familia?

Conocer sobre las distintas formas en que podemos reducir las pérdidas de calor, se convierte en un beneficio económico ventajoso para todos. Cada unidad de energía que se aproveche, equivale a menos combustible quemado, lo que reduce el gasto y la factura energética. Cada día que pasa, los precios de los combustibles fósiles alcanzan precios más altos, es increíble. Los precios minoristas actuales de la gasolina, del diesel de motor y para la calefacción, de la electricidad, del LPG y del Gas Natural, siguen en ascenso y no se tiene idea clara cuando la subida se detendrá o se invertirá. Y no hay muchas diferencias entre los distintos mercados, tanto en Europa, en Asia, África como en América.

# INGENIERÍA ENERGÉTICA GENERAL

IEG: 050511

[www.energianow.net](http://www.energianow.net)

Entonces, cada unidad de energía que ahorremos, repercute en la factura energética que mensualmente todos pagamos. Si en verano evitamos pérdidas de frío, (o infiltraciones de calor) en el sistema de aire acondicionado, menos kWh consumidos y menos pago por la factura eléctrica. Si en el invierno, reducimos las pérdidas en el sistema de calefacción del local, aislando correctamente las paredes y evitando las infiltraciones de aire frío al interior, menos litros o kg de combustible hay que quemar, menos electricidad hay que consumir en el sistema. Cada unidad de energía fósil que no se quema, equivale a emitir menos CO2 a la atmósfera.

Si operamos un sistema industrial o comercial, una Planta o un Equipo que consume energía para generar o transportar calor o frío y evitamos las fugas de calor, elevamos su eficiencia energética y directamente, su eficiencia económica. Así se reduce el costo energético en el producto o servicio.

Cada unidad de calor fósil que evitamos se pierda, tiene asociado un volumen de CO2 que se deja de emitir a la atmósfera, de ahí que estaremos aliviando la contaminación ambiental que de manera inducida, siempre se producirá al quemar combustibles fósiles.

Conclusión, es beneficioso para todos, para la economía en general, para reducir las facturas de pago mensual de nuestras familias, para aliviar la gravedad de la contaminación que nos está golpeando con fuerza y sin distinción de nacionalidad y raza.

Cada centavo que dediquemos en bien de reducir el consumo fósil y la contaminación ambiental, lo estaremos invirtiendo y multiplicando en valor agregado, en nuestros hijos, nietos, en el futuro del Planeta. Es una forma de poder cooperar con nuestra responsabilidad ambiental.

Continuará...

Por: René Ruano Domínguez

[info@energianow.net](mailto:info@energianow.net)

[www.energianow.net](http://www.energianow.net)



Sobre el Autor: René Ruano Domínguez tiene más de 35 años de experiencia en actuaciones en sistemas y equipos energéticos, tanto en los que utilizan energía fósil como fuentes renovables. Se inició como operador, posteriormente tecnólogo y Gerente Técnico en la Industria de Conversión y Refinación de los Combustibles. Ha sido fundador y Gerente Técnico de varios Equipos de Ingeniería Energética dirigidos al Proyecto, Montaje y los Servicios Técnicos en los Sistemas de Calor y Frío, abarcando la generación, distribución y uso del vapor y el agua caliente en mediana y pequeñas instalaciones, hasta 10 bar de presión; y en los sistemas de Frío las bajas temperaturas (refrigeración y producción de hielo industrial), medianas temperaturas (conservación) y altas temperaturas (Aire Acondicionado) para instalaciones industriales y comerciales. Ha realizado múltiples actuaciones en proyectos, ejecución y servicios de Ingeniería Energética General.