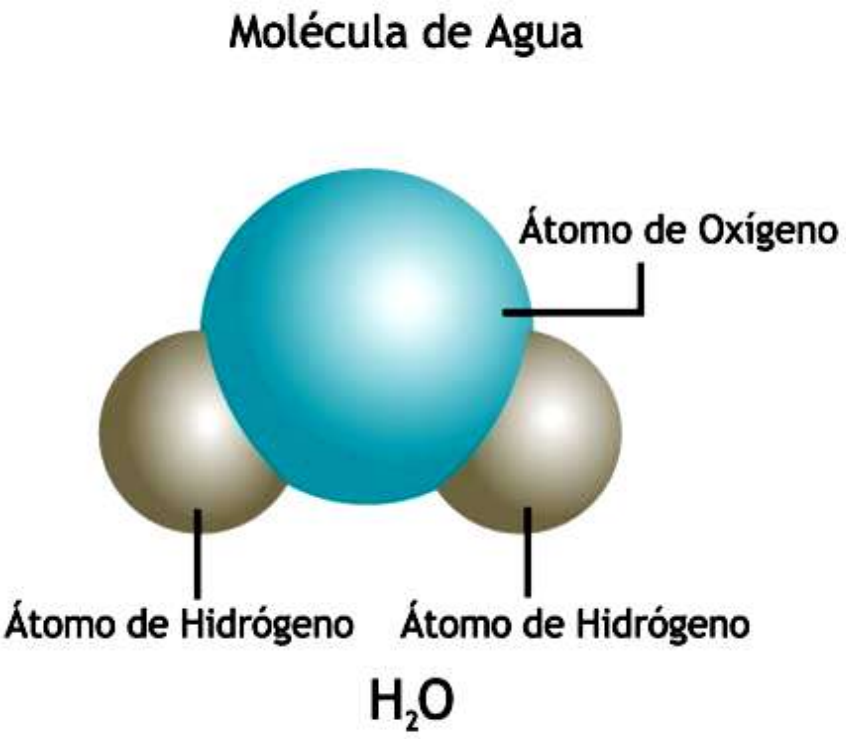
PRESIÓN A VAPOR

Fundamentos

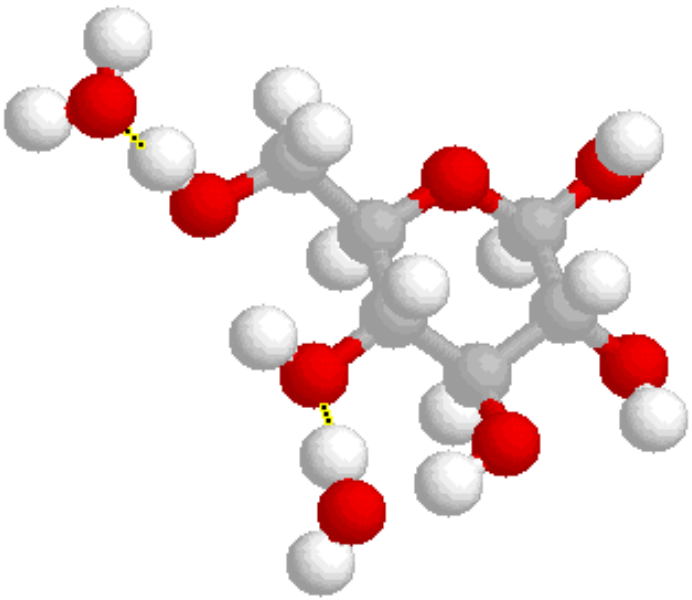
¿Qué es el Vapor de Agua?

- Es el gas formado cuando el agua pasa de un estado liquido a uno gaseoso.
- A un nivel molecular , se produce cuando las moléculas de H_2O logran liberarse de las uniones (ej. Uniones de hidrógeno) que las mantienen juntas.



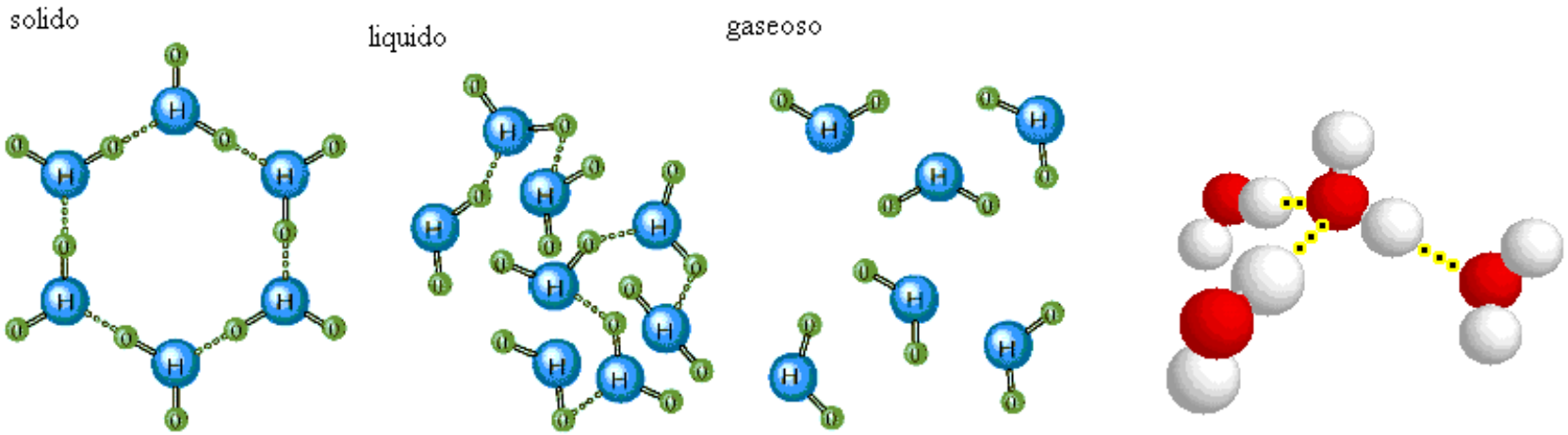
¿Cómo funciona el vapor de agua?

- En el agua liquida, las moléculas de H_2O están siendo unidas y separadas constantemente.
- Sin embargo, al calentar las moléculas de agua, las uniones que conectan a las moléculas comienzan a romperse mas rápido de lo que pueden formarse.



¿Cómo funciona el vapor de agua?

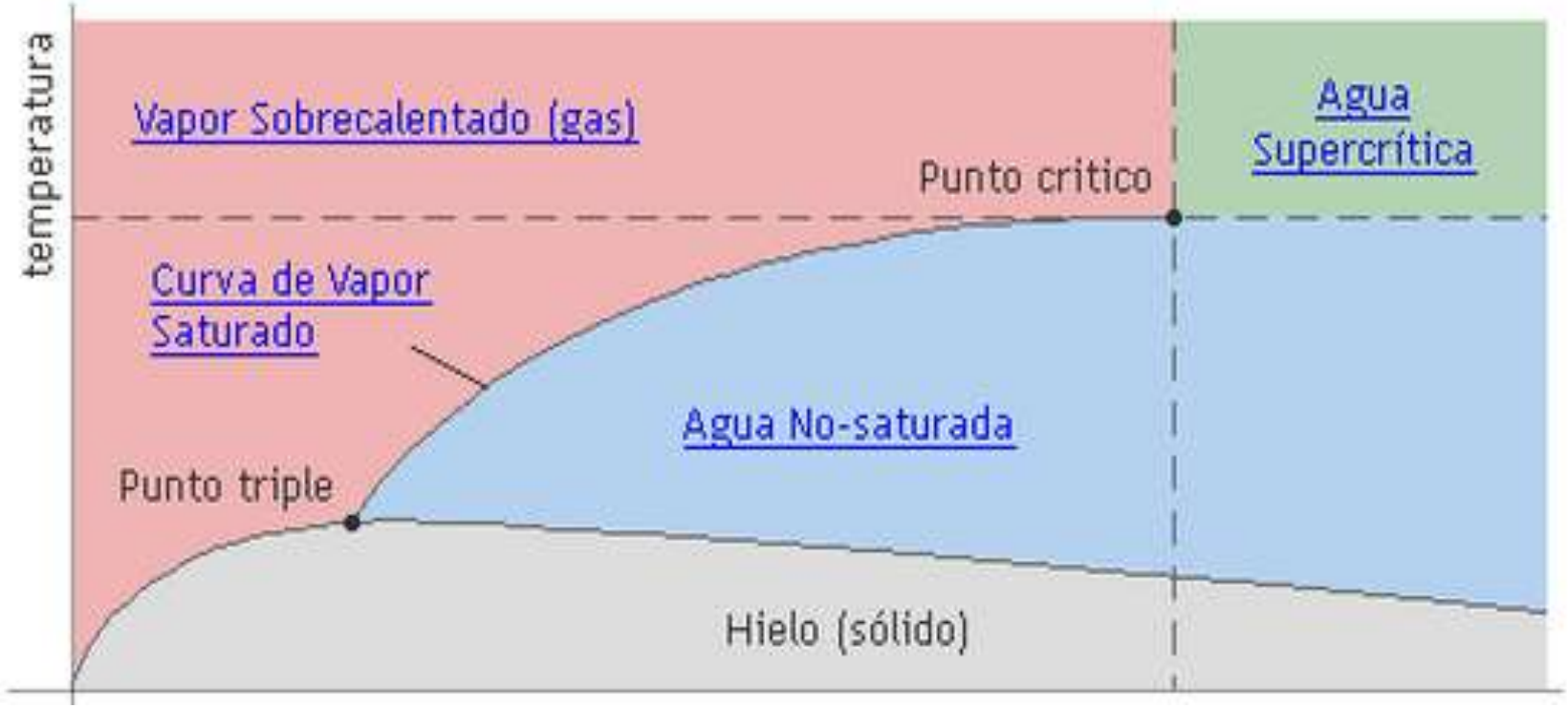
- Eventualmente, cuando suficiente calor es suministrado, algunas moléculas se romperán libremente.
- Estas moléculas "libres" forman el gas transparente que nosotros conocemos como vapor, o mas especifico vapor seco.



Tipos de vapor de Agua

- Si el agua es calentada más por sobre su punto de ebullición, esta se convierte en vapor, o agua en estado gaseoso.
- Sin embargo, no todo el vapor es el mismo.
- Las propiedades del vapor varían de gran forma dependiendo de la presión y la temperatura la cual esta sujeto.

Relación Presión-Temperatura del Agua y Vapor



Los resultados del vapor saturado (seco) cuando el agua es calentada al punto de ebullición (calor sensible) y después evaporada con calor adicional (calor latente). Si este vapor es posteriormente calentado por arriba del punto de saturación, se convierte en vapor sobrecalentado (calor sensible).

Vapor Saturado

- El vapor saturado se presenta a presiones y temperaturas en las cuales el vapor (gas) y el agua (liquido) pueden coexistir juntos.
- En otras palabras, esto ocurre cuando el rango de vaporización del agua es igual al rango de condensación.

Ventajas de usar vapor saturado para calentamiento

El vapor saturado tiene varias propiedades que lo hacen una gran fuente de calor, particularmente a temperaturas de 100 °C (212°F) y mas elevadas.

Propiedad	Ventaja
Calentamiento equilibrado a través de la transferencia de calor latente y Rapidez	Mejora la productividad y la calidad del producto
La presión puede controlar la temperatura	La temperatura puede establecerse rápida y precisamente
Elevado coeficiente de transferencia de calor	Area de transferencia de calor requerida es menor, permitiendo la reducción del costo inicial del equipo
Se origina del agua	Limpio, seguro y de bajo costo

Vapor Humedo

- Esta es la forma mas común da vapor.
- Cuando el vapor se genera utilizando una caldera, generalmente contiene humedad proveniente de las partículas de agua no vaporizadas las cuales son arrastradas hacia las líneas de distribución de vapor. Incluso las mejores calderas pueden descargar vapor conteniendo de un 3% a un 5% de humedad.

Vapor Humedo

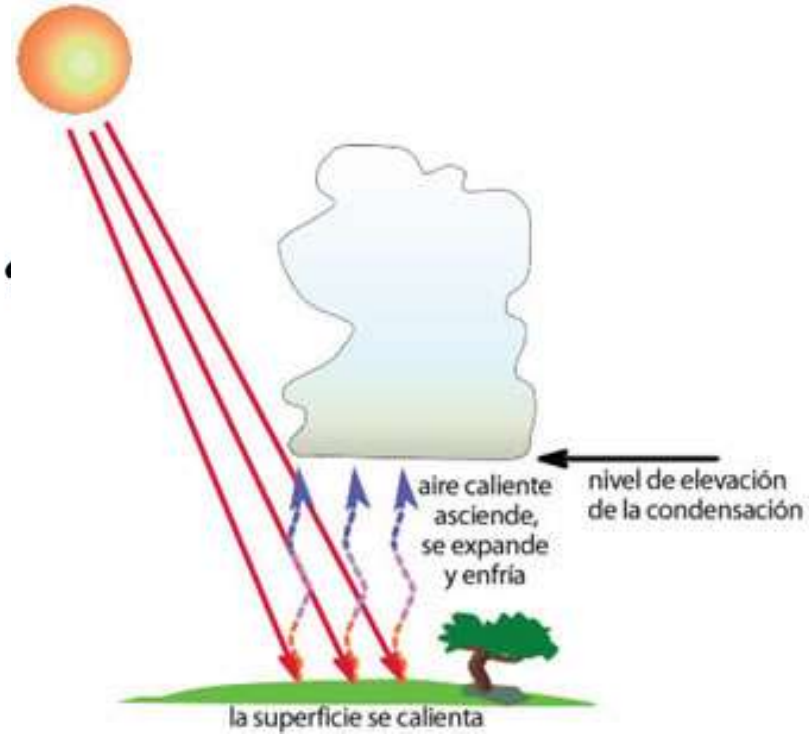
- Al momento en el que el agua se aproxima a un estado de saturación y comienza a evaporarse, normalmente, una pequeña porción de agua generalmente en la forma de gotas, es arrastrada en el flujo de vapor y arrastrada a los puntos de distribución.
- Este uno de los puntos claves del porque la separación es usada para remover el condensado de la línea de distribución.

Vapor Sobrecalentado

- El vapor sobrecalentado se crea por el sobrecalentamiento del vapor saturado o húmedo para alcanzar un punto mayor al de saturación.
- Esto quiere decir que es un vapor que contiene mayor temperatura y menor densidad que el vapor saturado en una misma presión.
- El vapor sobrecalentado es usado principalmente para el movimiento-impulso de aplicaciones como lo son las turbinas, y normalmente no es usado para las aplicaciones de transferencia de calor.

Vapor Húmedo vs. Vapor Seco

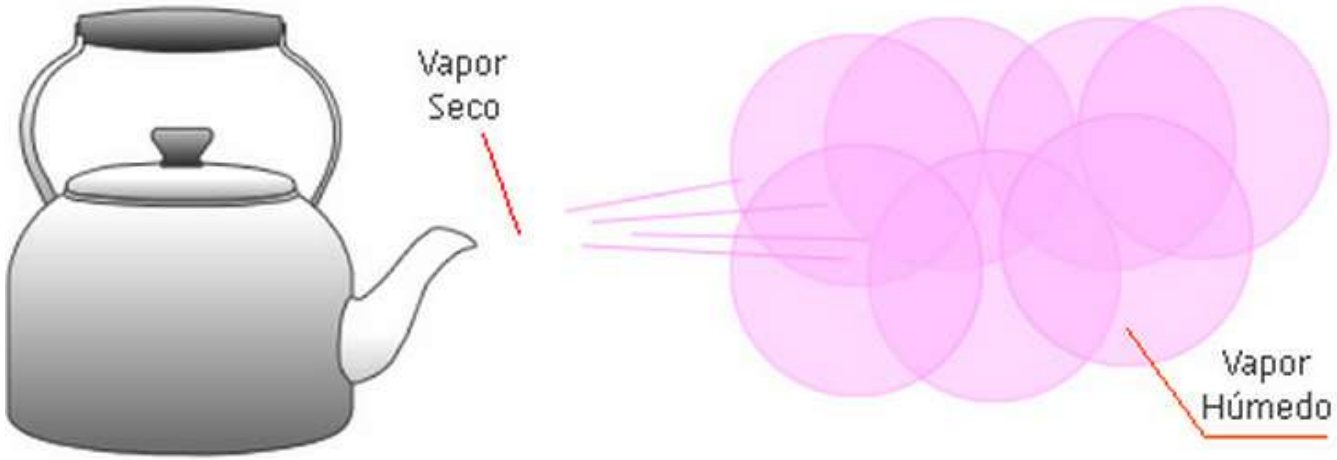
- En industrias usuarias de vapor, existen dos términos para el vapor los cuales son:
- Vapor seco (también conocido como "vapor suturado")
- Vapor húmedo



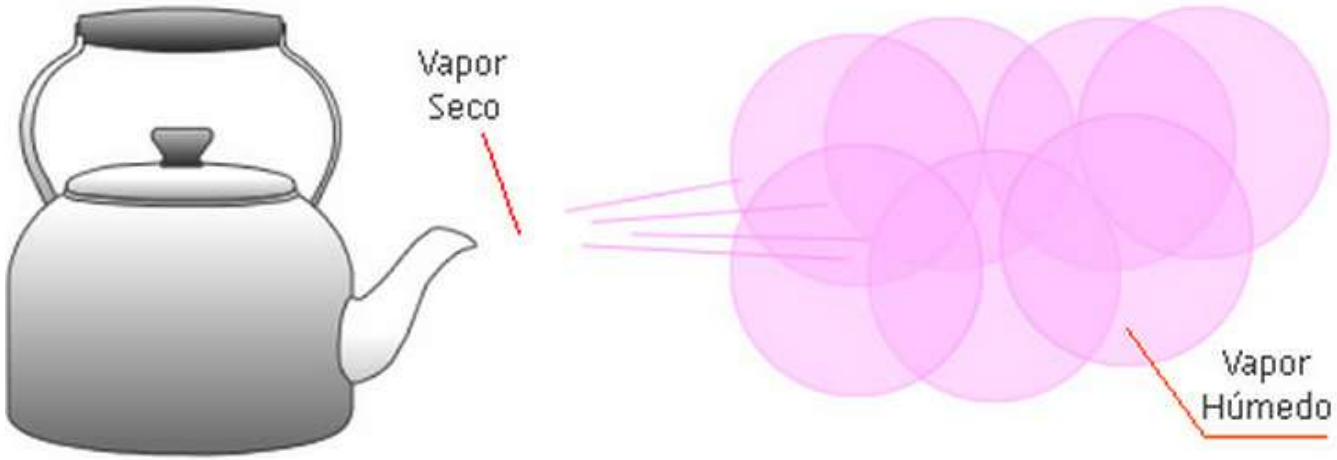
Vapor Húmedo vs. Vapor Seco

- **Vapor seco** aplica a vapor cuando todas sus moléculas permanecen en estado gaseoso.
- **Vapor húmedo** aplica cuando una porción de sus moléculas de agua han cedido su energía (calor latente) y el condensado forma pequeñas gotas de agua.

- Tome por ejemplo una pequeña tetera con agua a su punto de ebullición.
- El agua primeramente es calentada , y conforme el agua absorbe mas y mas calor, sus moléculas se agitan mas y mas y empieza a hervir.
- Una vez que suficiente energía es absorbida, se evaporiza parte del agua, lo que puede representar un incremento de tanto como 1600X en volumen molecular.



- En algunas ocasiones se puede observar una pequeña neblina saliendo de la boquilla de la tetera.
- Esta neblina es un ejemplo de que tan seco es el vapor, cuando se libera en una atmosfera mas fría, pierde un poco de su energía al transferirla al aire.
- Si se pierde suficiente energía las uniones intermoleculares se empiezan a formar nuevamente, y se pueden observar pequeñas gotas de agua en el aire.
- Esta mezcla de agua en estado liquido (pequeñas gotas) y estado gaseoso (vapor) recibe el nombre de **vapor húmedo.**

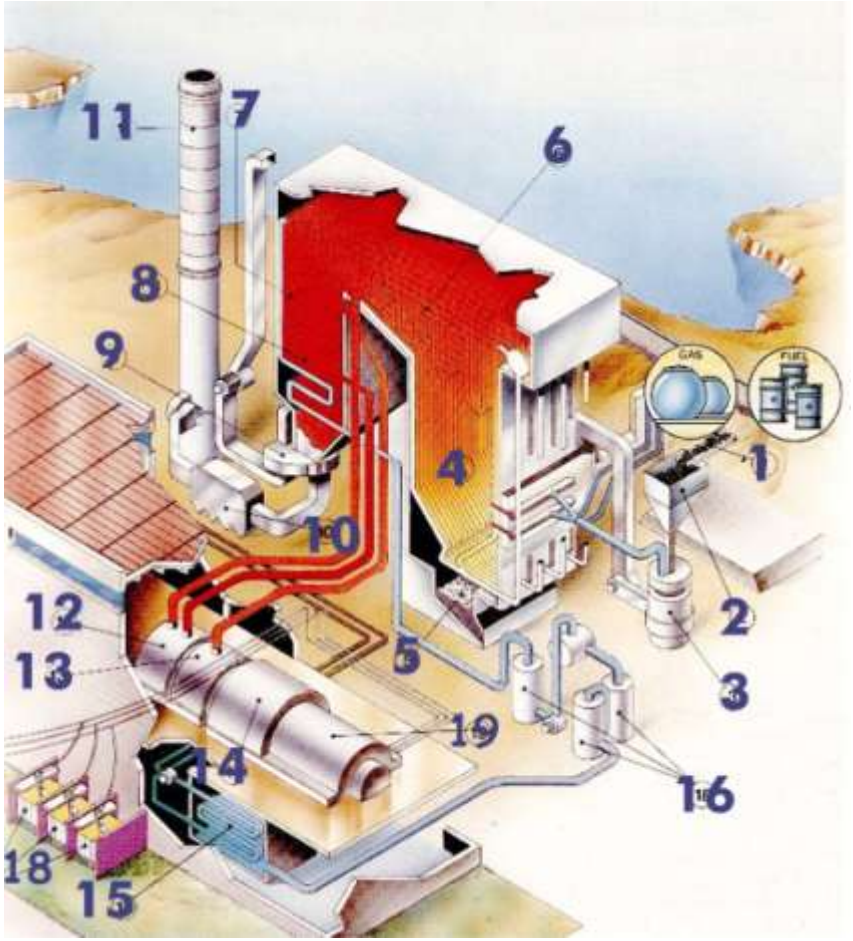


Vapor como Fuente de energía

- El vapor jugó un papel importante en la revolución industrial.
- La modernización del motor de vapor a principios del siglo XVIII llevo a mayores descubrimientos tales como la invención de la locomotora de vapor y el barco a vapor, por no mencionar el horno y el martillo de vapor.

- Hoy en día, sin embargo, los motores de combustión interna y la electricidad prácticamente han remplazado al vapor como fuente de energía.
- Sin embargo, el vapor es ampliamente usado en las plantas de generación eléctrica y para aplicaciones industriales de gran tamaño.

Planta Termoelectrica



1. Cinta transportadora
2. Tolva
3. Molino
4. Caldera
5. Cenizas
6. Sobrecalenmtador
7. Recalentador
8. Economizador
9. Calentador de aire
10. Precipitador
11. Chimenea
12. Turbina de alta presión
13. Turbina de media presión
14. Turbina de baja presión
15. Condensador
16. Calentadores
17. Torre de refrigeración
18. Transformadores
19. Generador
20. Línea de transporte de energía electrica

El Vapor como Fuente de Calor

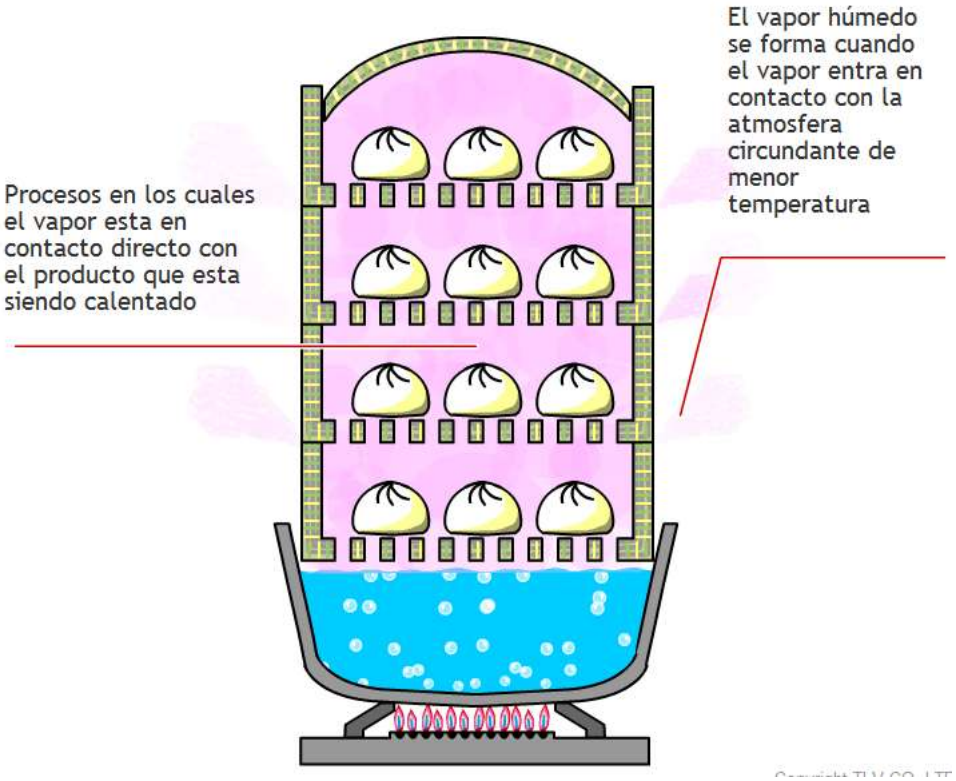
- El vapor es mayormente conocido por sus aplicaciones en calentamiento, fungiendo tanto como **fuente directa e indirecta de calor.**

esterilizadores de vapor

Calentamiento Directo de Vapor

- El método de calentamiento directo de vapor se refiere al proceso en el cual el vapor esta en contacto directo con el producto que esta siendo calentado.

- Ejemplo:
- Se pueden observar que la botana China esta siendo calentada por el vapor.
- Una canasta de vapor es situada sobre una olla con agua hirviendo.
- Conforme el agua continua hirviendo, el vapor se eleva hacia la canasta y cocina la comida.
- En esta configuración, la caldera (olla) y el recipiente de vapor (canasta) son combinadas.



- El principio detrás de la vaporización de la comida es aquella en la cual se permite que el vapor entre en contacto directo con el producto a ser calentado.
- El calor latente del vapor puede ser transferido a la comida directamente, y las gotas de agua formadas por la condensación pueden suministrar hidratación.

- En la industria, el método de calentamiento directo de vapor generalmente es usado para:
- Cocinar
- Esterilización
- Vulcanización y otros procesos.

Autoclave/caldera/horno de vulcanización de goma

Calentamiento Indirecto de Vapor

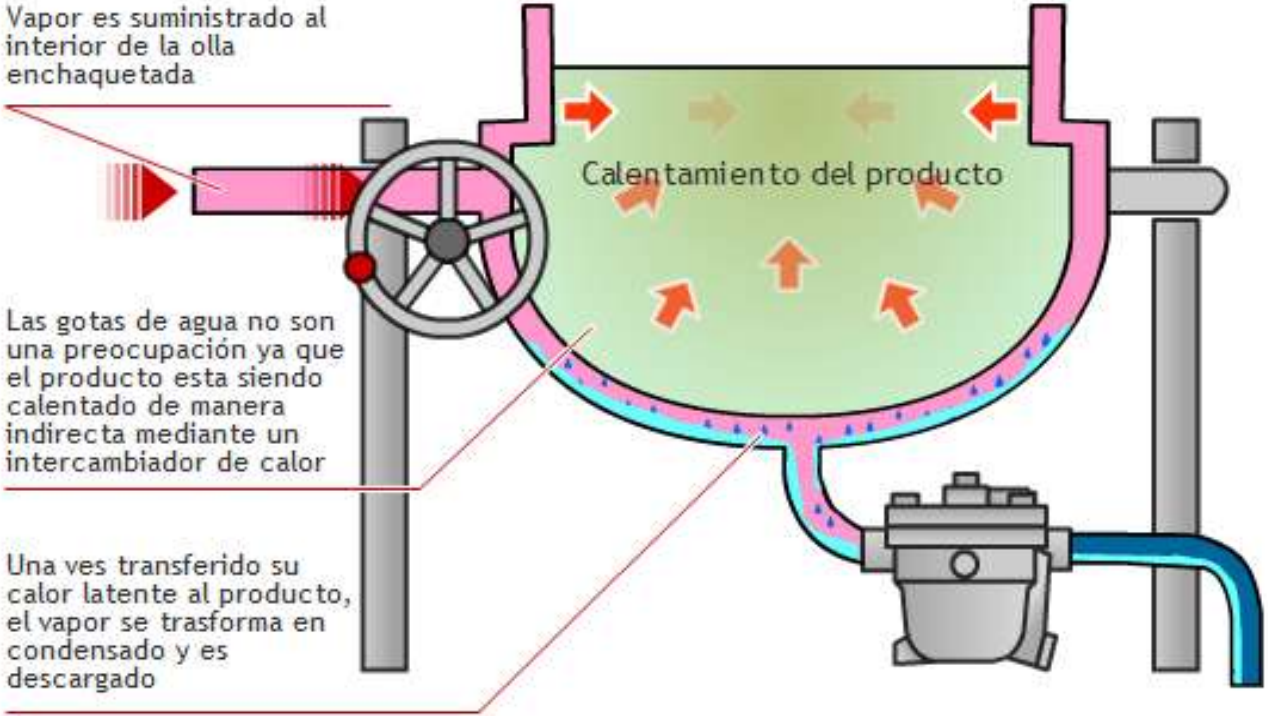
- Se refiere a los procesos en donde el vapor no entra en contacto directo con el producto a calentar.
- Es ampliamente utilizado en la industria ya que provee un calentamiento rápido y parejo.
- Este método generalmente utiliza un intercambiador de calor para calentar el producto.

CALENTAMIENTO INDIRECTO

Intercambiador de calor de placas

Olla enchaquetada

Intercambiador de calor de tubos



- La ventaja que ofrece este método sobre el calentamiento directo de vapor es que **las gotas de agua formadas durante el calentamiento no afectaran al produc**to.
- Por lo tanto el vapor puede ser usado en una variedad de aplicaciones tales como secado, derretimiento, hervimiento, etc.

- El calentamiento indirecto de vapor es usado en un gran rango de procesos como:
- La preparación de alimentos y bebidas
- Neumáticos
- Papel
- Cartón
- Combustibles como la gasolina
- Medicina, etc.

(c) Secador giratorio indirecto-directo

Figura 12.21 Algunos secadores rotatorios (esquemático).

APLICACIONES PRINCIPALES PARA EL VAPOR DE AGUA

Aplicaciones del vapor en la Industria

- Esterilización/Calentamiento
- Impulso/Movimiento
- Motriz
- Atomización
- Limpieza
- Hidratación
- Humidificación

Vapor para Calentamiento

- **Vapor de Presión Positiva**
- El vapor generalmente es producido y distribuido en una presión positiva.
- En la mayoría de los casos, esto significa que es suministrado a los equipos en presiones mayores a 0 MPaG (0 psig) y a temperaturas mayores de 100°C (212°F).

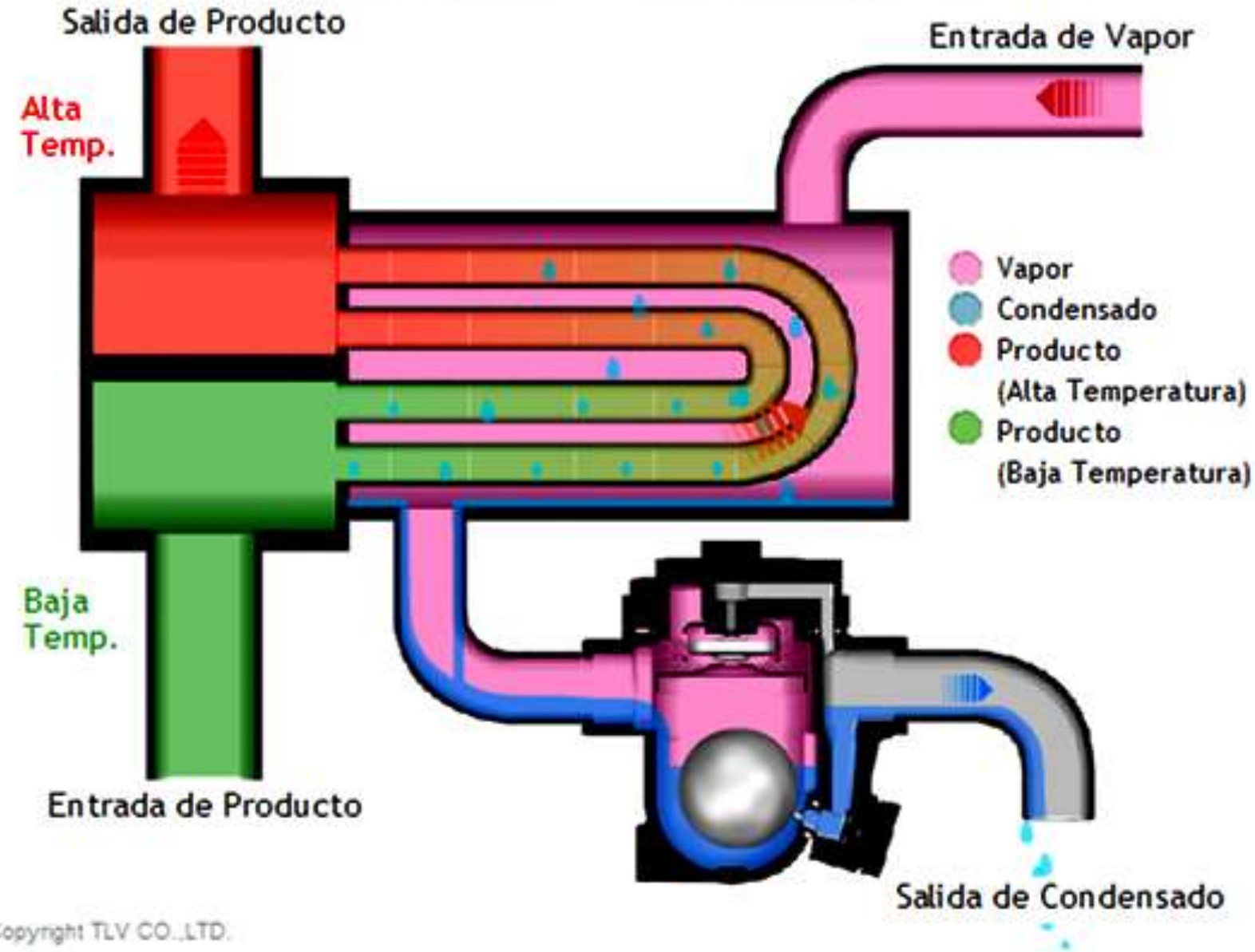
Vapor a presión

- Las aplicaciones de calentamiento para vapor a presión positiva se pueden encontrar en:
- plantas procesadoras de alimentos,
- plantas químicas, y
- refinerías solo por nombrar algunas.

Vapor saturado

- El vapor saturado es utilizado como la fuente de calentamiento para fluido de proceso en:
- intercambiadores de calor,
- reactores,
- reboilers,
- precalentadores de aire de combustión, y
- otros tipos de equipos de transferencia de calor.

Intercambiador de Calor de Tubos y Coraza



Copyright TLV CO.,LTD.

En un intercambiador de calor, el vapor eleva la temperatura del producto por transferencia de calor, el cual después se convierte en condensado y es descargado a través de una trampa de vapor.

Vapor sobrecalentado entre 200 – 800°C (392 - 1472°F) a presión atmosférica es particularmente fácil de manejar, y es usado en los hornos domésticos de vapor vistos hoy en día en el mercado.

Vapor al Vacío

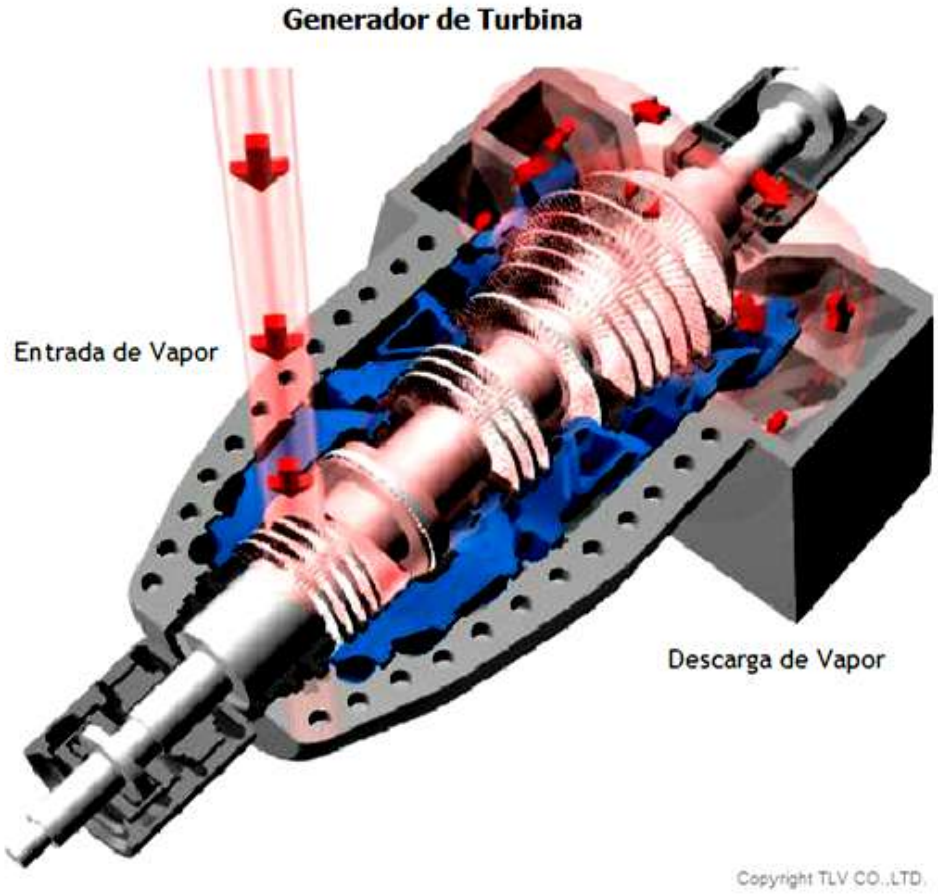
- El uso de vapor para el calentamiento a temperaturas por debajo de 100°C (212°F), tradicionalmente el rango de temperatura en el cual se utiliza agua caliente, ha crecido rápidamente en los últimos años.
- Cuando vapor saturado al vacío es utilizado en la misma forma que el vapor saturado a presión positiva, la temperatura del vapor puede ser cambiada rápidamente con solo ajustar la presión, haciendo posible el controlar la temperatura de manera mas precisa que las aplicaciones que usan agua caliente.
- Sin embargo, en conjunto con el equipo se debe utilizar una bomba de vacío, debido a que el solo reducir la presión no lo hará por debajo de la presión atmosférica.

Comparado con un sistema de calentamiento de agua caliente, este sistema ofrece rapidez, calentamiento balanceado. Se alcanza rápidamente la temperatura deseada sin ocasionar un desbalance en la temperatura en si.

Vapor para Impulso/Movimiento

- El vapor se usa regularmente para propulsión (así como fuerza motriz) en aplicaciones tales como turbinas de vapor.
- La turbina de vapor es un equipo esencial para la generación de electricidad en plantas termoeléctricas.

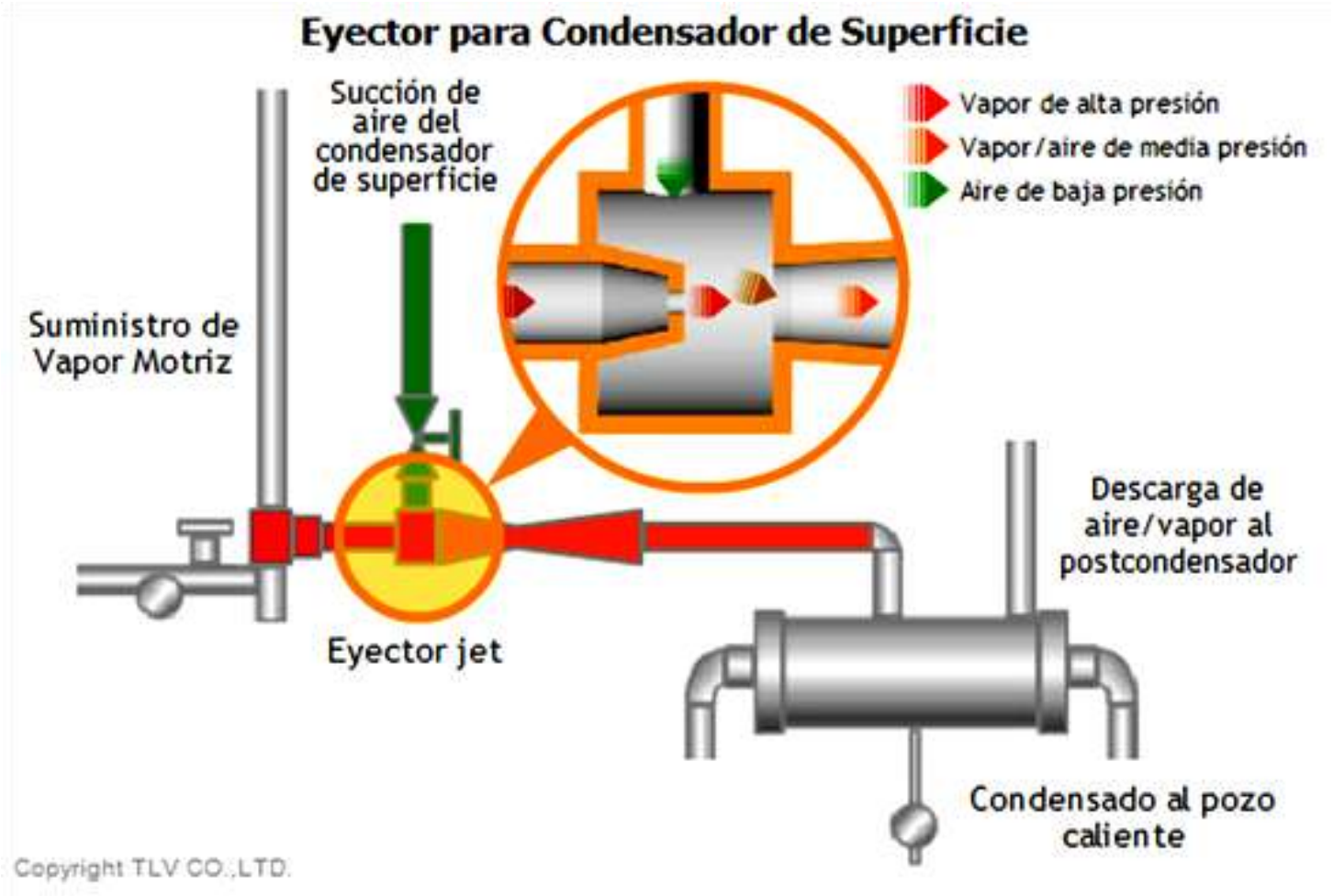
La fuerza motriz del vapor ocasiona que los alabes giren, lo que ocasiona rote el rotor que se encuentra acoplado al generador de energía, y esta rotación genera la electricidad.



Vapor como Fluido Motriz

- El vapor puede ser usado de igual manera como una fuerza "motriz" para mover flujos de liquido o gas en una tubería.
- Los eyectores de vapor son usados para crear el vacío en equipos de proceso tales como las torres de destilación que son utilizadas para purificar y separar flujos de procesos.
- Los eyectores también pueden ser utilizados para la remoción continua del aire de los condensadores de superficie, esto para mantener una presión de vacío deseada en las turbinas de condensación (vacío).

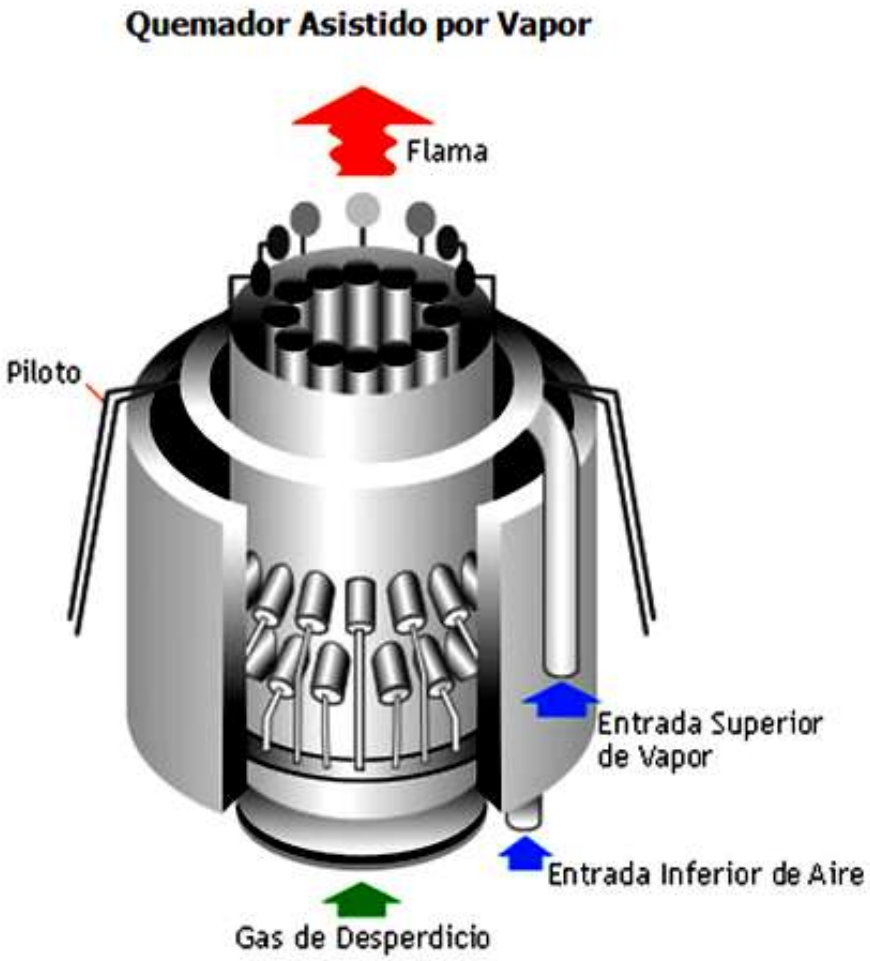
Vapor motriz de alta presión entra el eyector a través de la tobera de entrada y es distribuido. Esto genera una zona de baja presión la cual arrastra aire del condensador de superficie.



Vapor para Atomización

- La atomización de vapor es un proceso en donde el vapor es usado para separar mecánicamente un fluido.
- Por ejemplo, en algunos quemadores, el vapor es inyectado en el combustible para maximizar la eficiencia de combustión y minimizar la producción de hidrocarbonos (hollín).
- Calderas y generadores de vapor que utilizan combustible de petróleo utilizaran este método para romper el aceite viscoso en pequeñas gotas para permitir una combustión mas eficiente. también los quemadores (elevados) comúnmente utilizaran la atomización de vapor para reducir los contaminantes a la salida.

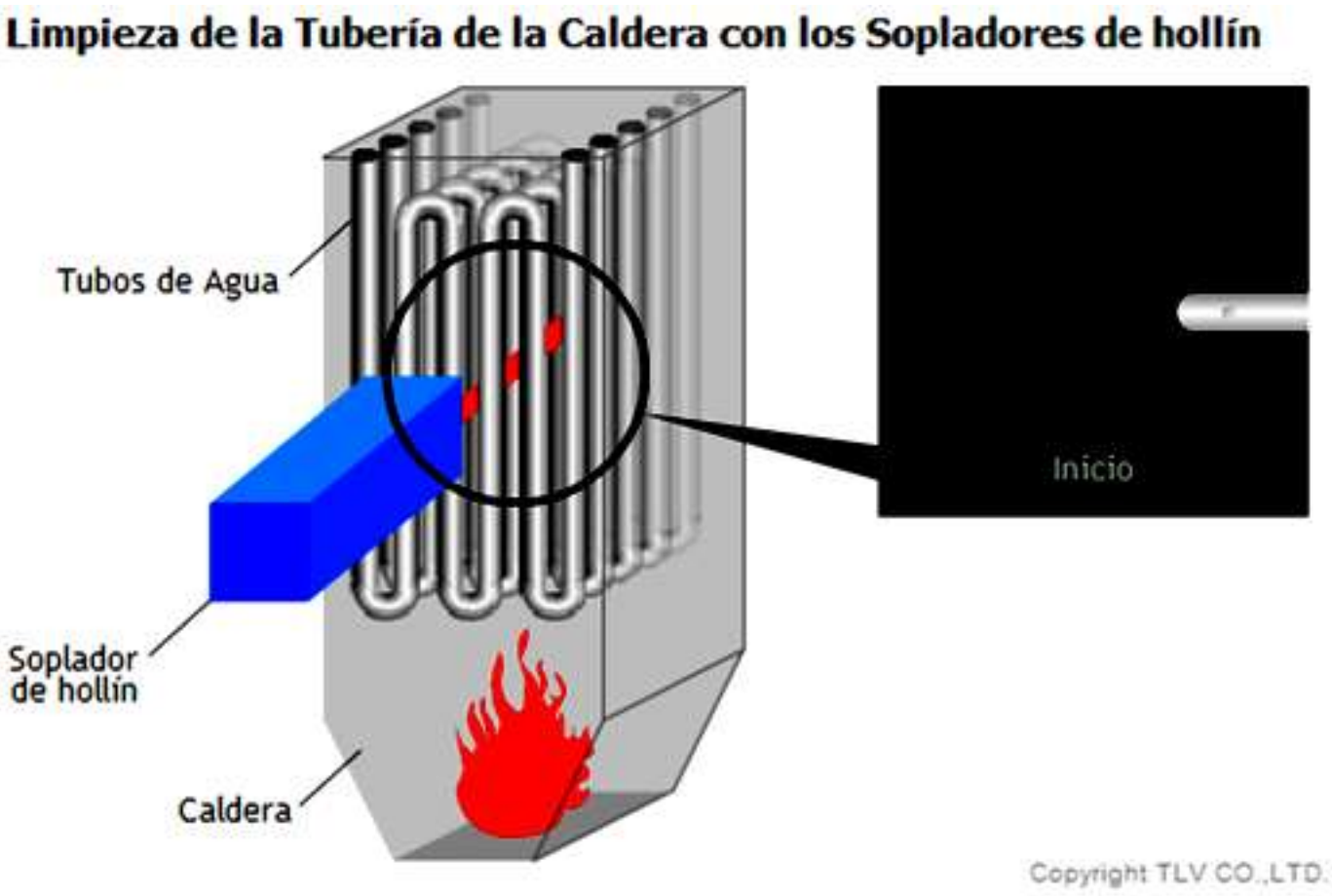
En quemadores, generalmente el vapor es mezclado en el gas de desperdicio antes de la combustión.



Vapor para Limpieza

- El vapor es usado para limpiar un gran rango de superficies.
- Un ejemplo de la industria es el uso del vapor en los sopladores de hollín.
- Las calderas que usan carbón o petróleo como fuente de combustible deben estar equipadas con sopladores de hollín para una limpieza cíclica de las paredes del horno y remover los depósitos de la combustión de las superficies de convención para mantener la eficiencia, capacidad y confiabilidad de la caldera.

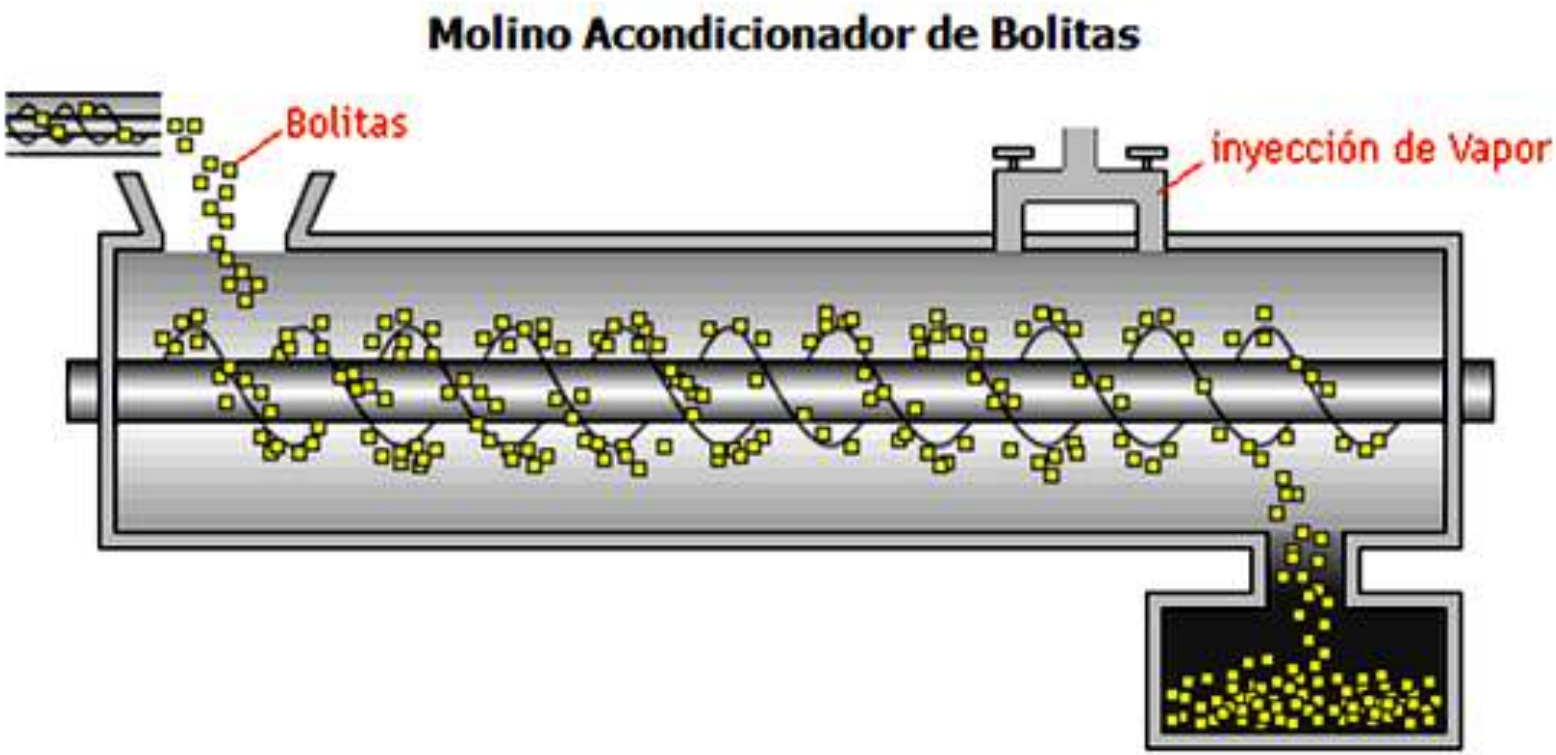
El vapor liberado fuera de la tobera del soplador de hollín desaloja la ceniza y suciedad seca, la cual caerá en las tolvas o será arrastrado y expulsado con los gases de combustión.



Vapor para Hidratación

- Algunas veces el vapor es usado para hidratar el proceso mientras se suministra calor al mismo tiempo.
- Por ejemplo, el vapor es utilizado para la hidratación en la producción del papel, así que ese papel que se mueve en los rollos a gran velocidad no sufra rupturas microscópicas.
- Otro ejemplo son los molinos de bolitas.
- Continuamente los molinos que producen las bolitas de alimento para animales utilizan inyección-directa de vapor tanto para calentar como para proporcionar contenido de agua adicional al que es suministrado en la sección de acondicionamiento del molino.

La hidratación del alimento lo suaviza y gelatiniza parcialmente el almidón contenido en los ingredientes, resultando en bolitas mas firmes.

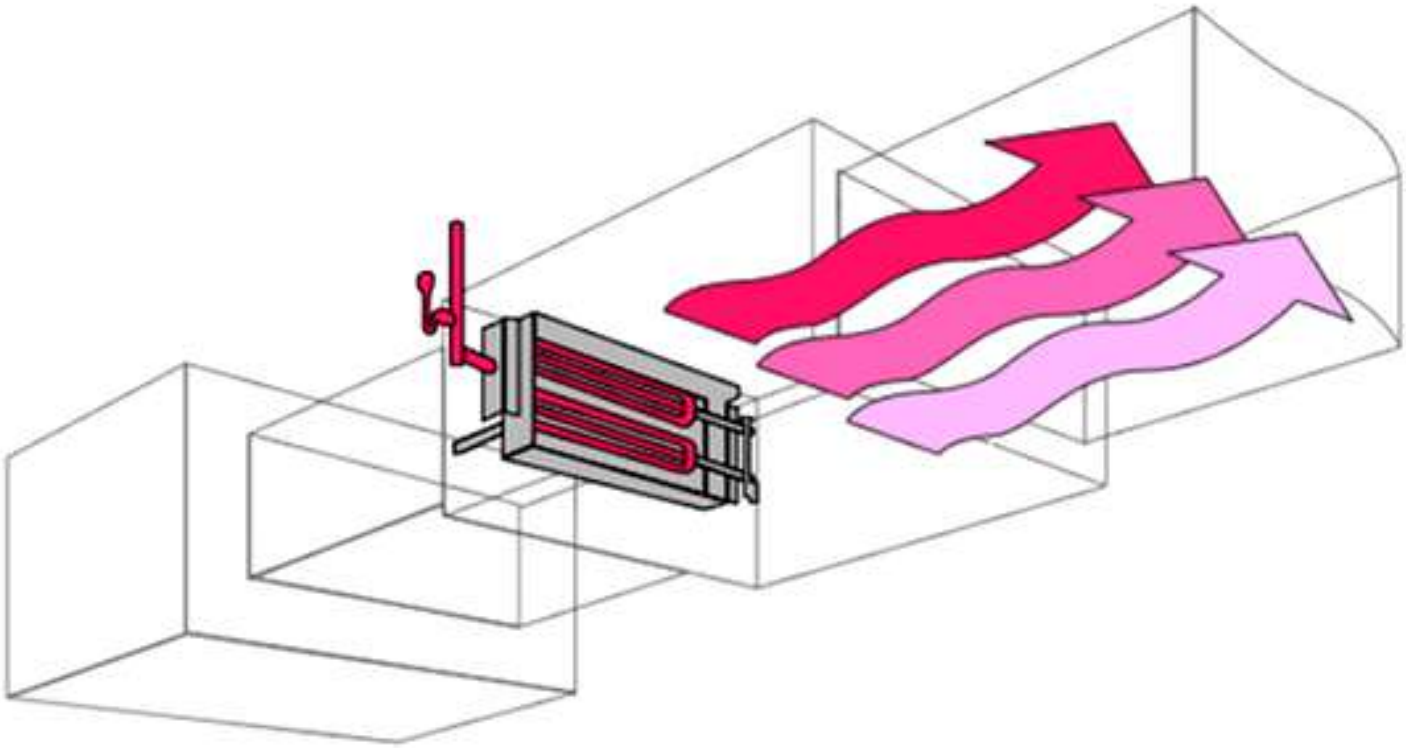


Vapor para Humidificación

- Muchas grandes instalaciones industriales y comerciales, especialmente en climas mas fríos, utilizan vapor saturado a baja presión como la fuente de calor predominante para calentamiento interior estacional.
- Las bobinas HVAC, normalmente combinadas con humidificadores de vapor, son el equipo usado para el acondicionamiento del aire, para comfort interno, preservación de registros y libros, y de control de infecciones.
- Cuando se calienta el aire frío por las bobinas de vapor, la humedad relativa del aire gotea, y entonces deberá ser ajustada a los niveles normales en adiciona una inyección controlada de vapor seco saturado en la línea inferior del flujo de aire.

El vapor usado para humidificar el aire dentro de un conducto de aire antes de ser distribuido hacia otras áreas de un edificio.

Humidificador de Vapor en Ductos de Aire



CALDERAS

Proyecto 2

- Propuesta de diseño de un Spa.
- Terreno de 800 m2 en Cuernavaca.

Programa de necesidades

- Oficinas
- Estacionamiento
- Masaje de relajación
- Aromaterapia
- Alberca
- Jacuzzi
- Turco (Humedo)
- Sauna (Seco)
- Temazcal

Características de la entrega

- Formato tamaño carta.
- Portada.
- Descripción de la propuesta.
- Planta arquitectónica.
- Propuesta arquitectónica con diagramas de equipos generadores de vapor necesarios para cada área.
- Especificaciones de los equipos para generar vapor.
- Detalles de equipos.