

Fundamentos teóricos

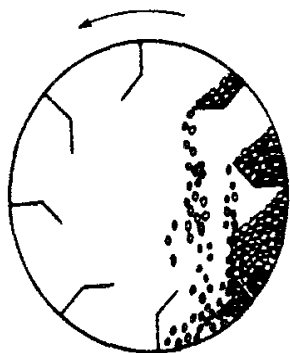
El secado se refiere a la eliminación de agua de los materiales de proceso y de otras sustancias. El término secado se usa también con referencia a la eliminación de otros líquidos orgánicos, como benceno o disolventes orgánicos, de los materiales sólidos.

En general, el secado significa la remoción de cantidades de agua relativamente pequeñas de cierto material. La evaporación se refiere a la eliminación de cantidades de agua bastante grandes; además, ahí el agua se elimina en forma de vapor a su punto de ebullición. En el secado, el agua casi siempre se elimina en forma de vapor con aire

1. DEFINICIÓN

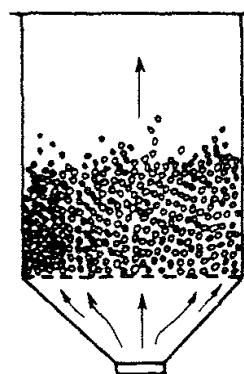
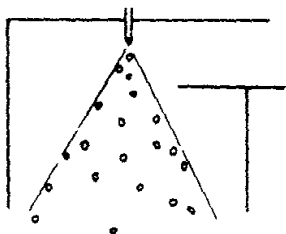
Son equipos utilizados para separar un líquido de un sólido mediante la evaporación. Principalmente es utilizado para reducir o eliminar humedad. En estos equipos la fuente de calor es una corriente de gas caliente. El material para el secado puede estar estático, móvil, fluido o diluido.

Estático: éste es un lecho denso de sólidos en el cual cada partícula descansa sobre otras, debido a la densidad de la masa de la fase sólida. Es decir, no existe movimiento relativo entre las partículas sólidas.



Móvil: este es un tipo de lecho de sólidos ligeramente restringido en el cual las partículas están separadas apenas lo suficiente para fluir o deslizarse unas sobre otras. Por lo común el flujo es descendente por acción de la fuerza de gravedad; pero también se puede registrar un movimiento ascendente debido a la elevación mecánica o a la agitación, generadas dentro del equipo de proceso.

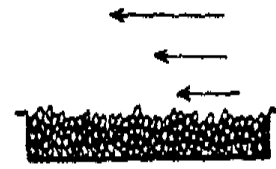
Fluidizado: las partículas sólidas se sostienen por medio de fuerzas de arrastre provocadas por la fase gaseosa que pasa por los intersticios de las partículas, con una velocidad crítica dada.



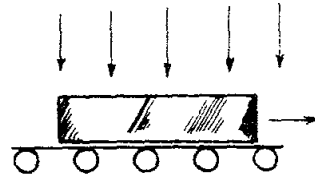
Diluido: ésta es una condición de expansión total en la cual las partículas sólidas están tan separadas entre sí que prácticamente no ejercen ninguna influencia unas sobre otras.

El flujo de gas caliente puede ser paralelo, perpendicular, transversal, en contracorriente.

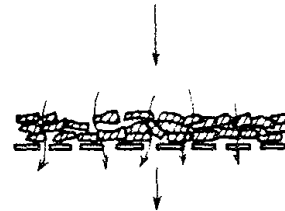
Flujo paralelo: la dirección del flujo del gas es paralela a la superficie de la fase sólida el lecho de sólidos se encuentra generalmente en condición estática.



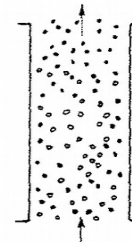
Flujo perpendicular: la dirección de la corriente de gas es normal en la entrecara de las fases. El gas choca contra el lecho de sólidos, encontrándose también en este caso dicho lecho de manera estática.



Circulación directa: el gas penetra y fluye directamente pasando a través de los intersticios de los sólidos, circulando de una manera más o menos libre en torno a las partículas individuales.

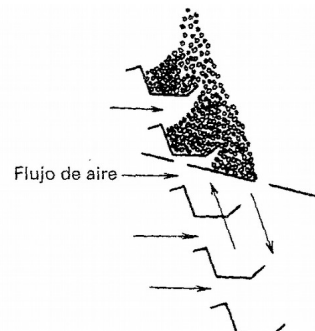


Flujo de gas equicorriente: la fase gaseosa y las partículas sólidas se desplazan en la misma dirección.



Flujo de gas en contracorriente: la dirección del flujo de gas es exactamente opuesta a la que sigue el movimiento de los sólidos

Flujo transversal de gas: la dirección de la corriente de gas se realiza según ángulos rectos en relación con el movimiento de los sólidos, a través del lecho de sólidos.



2. CLASIFICACIÓN SEGÚN EL PROCESO DE TRANSFERENCIA DE CALOR

Las operaciones de secado pueden clasificarse ampliamente según que sean por lotes o continuas. Estos términos pueden aplicarse específicamente desde el punto de vista de la sustancia que está secando.

CLASIFICACIÓN DE LOS SECADORES.

Los secadores se clasifican según:

1. El método de transmisión de calor a los sólidos húmedos
 - Secadores directos.
 - Secadores indirectos.
 - Secadores diversos.
2. Las características de manejo y las propiedades físicas del material mojado
 - Secadores discontinuos o por lote.
 - Secadores continuos.
 - Secadores para sólidos granulares o rígidos y pastas semisólidas.
 - Secadores que pueden aceptar alimentaciones líquidas o suspensiones.

El primer método de clasificación revela las diferencias en el diseño y el funcionamiento del secador, mientras que el segundo es más útil para seleccionar entre un grupo de secadores que se someten a una consideración preliminar en relación con un problema de desecación específico.

SECADORES DIRECTOS

La transferencia de calor para la desecación se logra por contacto directo entre los sólidos húmedos y los gases calientes. El líquido vaporizado se arrastra con el medio de desecación; es decir, con los gases calientes. Los secadores directos se llaman también secadores por convección.

Características.

Las características generales de operación de los secadores directos son:

- ✓ El contacto directo entre los gases calientes y los sólidos se aprovecha para calentar estos últimos y separar el vapor.
- ✓ Las temperaturas de desecación varían hasta 1000 °K, que es la temperatura limitante para casi todos los metales estructurales de uso común.
- ✓ A temperaturas de gases inferiores al punto de ebullición, el contenido de vapor del gas influye en la velocidad de desecación y el contenido final de humedad del sólido. A temperaturas superiores el efecto es mínimo, por lo tanto los vapores sobrecalentados del líquido que se está separando pueden servir para desecar.
- ✓ Para desecaciones a temperaturas bajas y cuando las humedades atmosféricas son excesivamente elevadas, quizás sea necesario deshumidificar el aire de desecación.
- ✓ La eficiencia mejora al aumentarse la temperatura del gas de entrada, para una temperatura de salida constante.
- ✓ Las cantidades de gas para abastecer todo el calor de desecación, dependen de la temperatura de entrada del gas, la temperatura de desecación y la cantidad de materia a tratar.
- ✓ Se requieren equipos grandes cuando las partículas del sólido son pequeñas.

Secadores Directos Continuos: la operación es continua sin interrupciones, en tanto se suministre la alimentación húmeda. Es evidente que cualquier secador continuo puede funcionar en forma intermitente o por lotes, si así se desea.

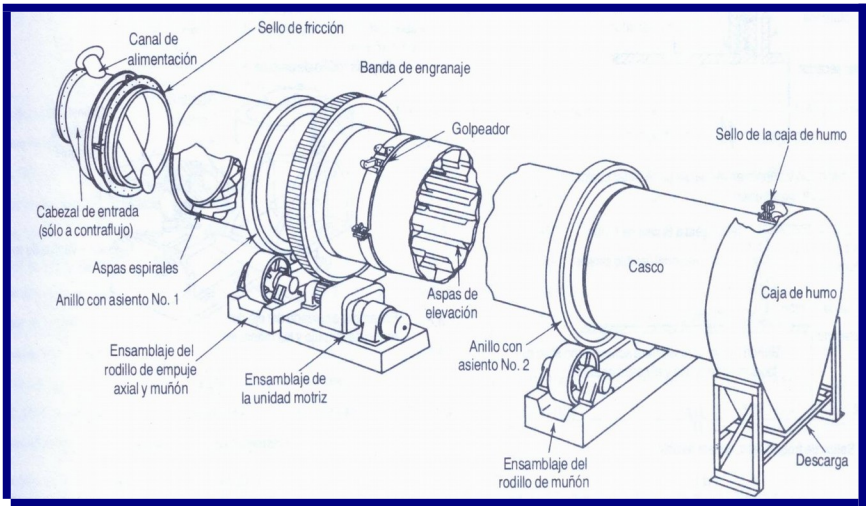
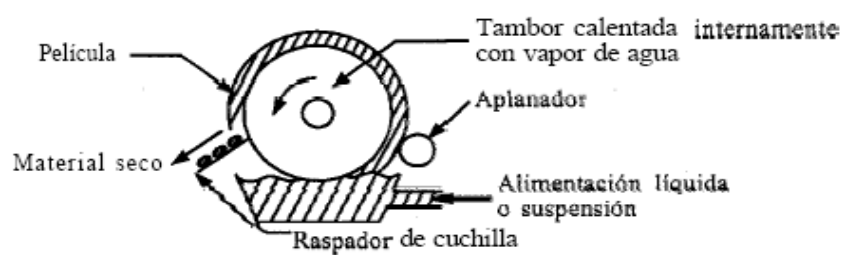
Tipos de secadores directos continuos:

Secadores de Material dosificado en capas: Se hace pasar por el secador una capa continua de material ya sea como tiras o en una lámina tensa y distendida sobre un marco de clavijas

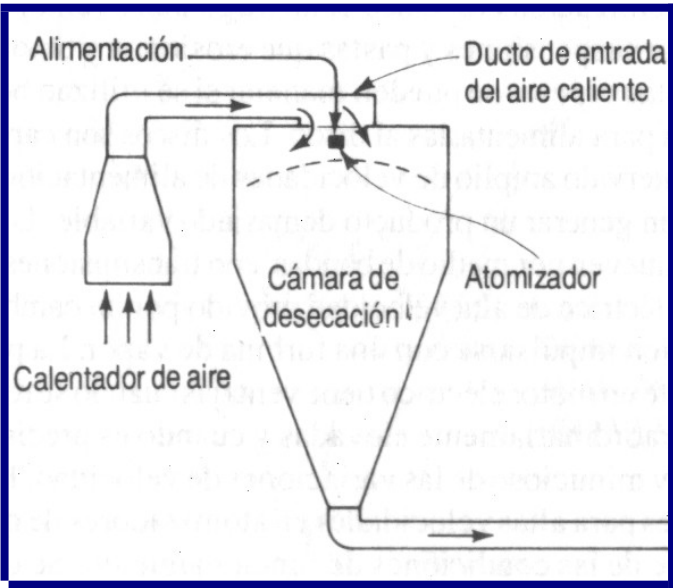
Secadores transportador neumático: en este tipo, la desecación se realiza a menudo en combinación con la trituración. El material se transporta dentro de gases a alta temperatura y velocidades elevadas hasta un colector de ciclón.

Rotatorios: Un **secador rotatorio** consta de un cilindro hueco que gira por lo general, sobre su eje, con una ligera inclinación hacia la salida. Los sólidos granulares húmedos se alimentan por la parte superior, tal como se muestra en la figura y se desplazan por el cilindro a medida que éste gira. El calentamiento se lleva a cabo por contacto directo con gases calientes mediante un flujo a contracorriente.

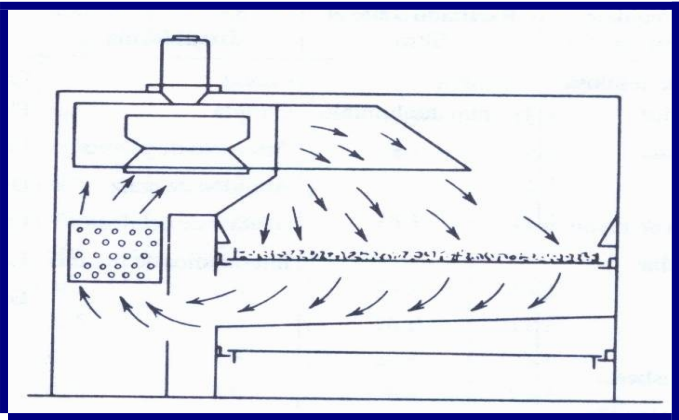
En algunos casos, el calentamiento es por contacto indirecto a través de la pared calentada del cilindro.



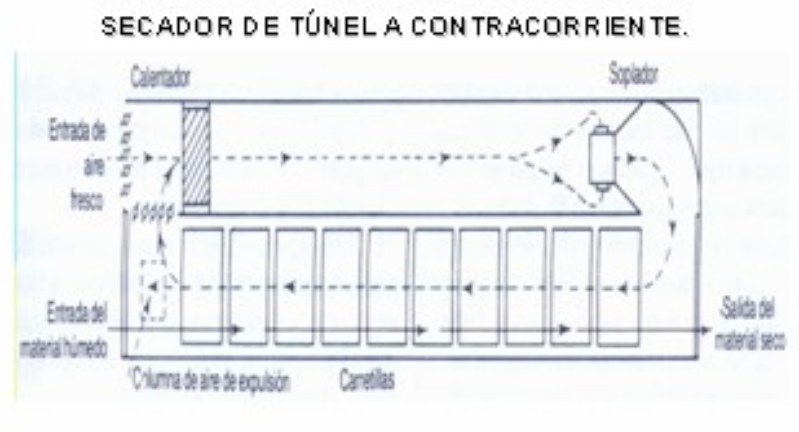
Por aspersión: la alimentación al secador debe poderse atomizar ya sea mediante un disco centrífugo o una boquilla.



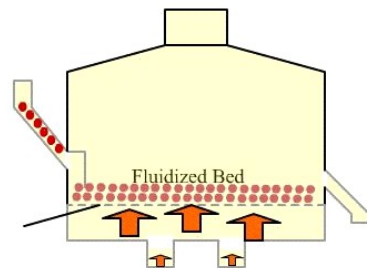
Circulación directa: el material se mantiene en un tamiz de transporte continuo, mientras se sopla aire caliente a través de él.



Túnel: el material colocado en carretillas se desplaza a través de un túnel en contacto con gases calientes



Secadores de lechos fluidos, los sólidos se fluidifican en un tanque estacionario. También pueden tener serpentines de calor indirecto.



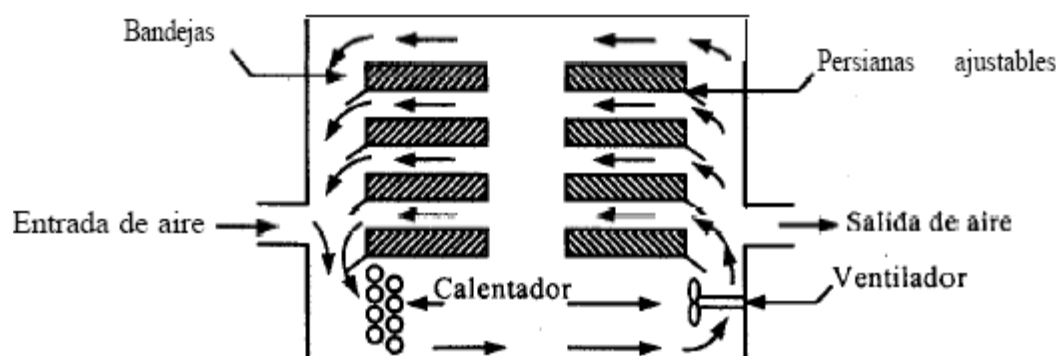
Secadores Directos Por lotes: se diseñan para operar con un tamaño específico de lote de alimentación húmeda, para ciclos de tiempo dado. En los secadores por lote las condiciones de contenido de humedad y temperatura varían continuamente en cualquier punto del equipo.

Tipos de secadores directos por lotes.

De bandejas: también se llama secador de anaqueles, de gabinete, o de compartimientos, el material, que puede ser un sólido en forma de terrones o una pasta, se esparce uniformemente sobre una bandeja de metal de 10 a 100 mm de profundidad.

Un ventilador recircula aire calentado con vapor paralelamente sobre la superficie de las bandejas. También se usa calor eléctrico, en especial cuando el calentamiento es bajo. Más o menos del 10 al 20% del aire que pasa sobre las bandejas es nuevo, y el resto es aire recirculado. Después del secado, se abre el gabinete y las bandejas se remplazan por otras con más material para secado. Una de las modificaciones de este tipo de secadores es el de las bandejas con carretillas, donde las bandejas se colocan en carretillas rodantes que se introducen al secador. Esto significa un considerable ahorro de tiempo, puesto que las carretillas pueden cargarse y descargarse fuera del secador.

En el caso de materiales granulares, el material se puede colocar sobre bandejas cuyo fondo es un tamiz. Entonces, con este secador de circulación cruzada, el aire pasa por un lecho permeable y se obtienen tiempos de secado más cortos, debido a la mayor área superficial expuesta al aire.



Circulación directa: el material se coloca en bandejas con base tamiz a través de las cuales se sopla aire caliente.

Bandeja y compartimiento: el material se coloca en bandejas que pueden o no montarse en carretillas removibles. El aire se sopla sobre el material contenido en las bandejas.

Lecho fluido: los sólidos se fluidifican en un carro estacionario sobre el cual va montado un filtro de polvo.

SECADORES INDIRECTOS

El calor de desecación se transfiere al sólido húmedo a través de una pared de retención. El líquido vaporizado se separa independientemente del medio de calentamiento. La velocidad de desecación depende del contacto que se establezca entre el material mojado y las superficies calientes. Los secadores indirectos se llaman también secadores por conducción o de contacto.

Características de los Secadores Indirectos.

- ✓ El calor se transfiere al material húmedo por conducción a través de una pared de retención, casi siempre de índole metálica.
- ✓ Las temperaturas de superficie pueden variar desde niveles inferiores al de congelación hasta mayores que 800 °K, en el caso de secadores indirectos calentados por productos de combustión.
- ✓ Los secadores indirectos son apropiados para desecar a presiones reducidas y en atmósferas inertes, para poder recuperar los disolventes y evitar la formación de mezclas explosivas o la oxidación de materiales que se descomponen con facilidad.
- ✓ Los secadores indirectos que utilizan fluidos de condensación como medio de calentamiento son en general económicos, desde el punto de vista de consumo de calor.
- ✓ La recuperación de polvos y material finamente pulverizados se maneja de un modo más satisfactorio en los secadores indirectos que en los directos.

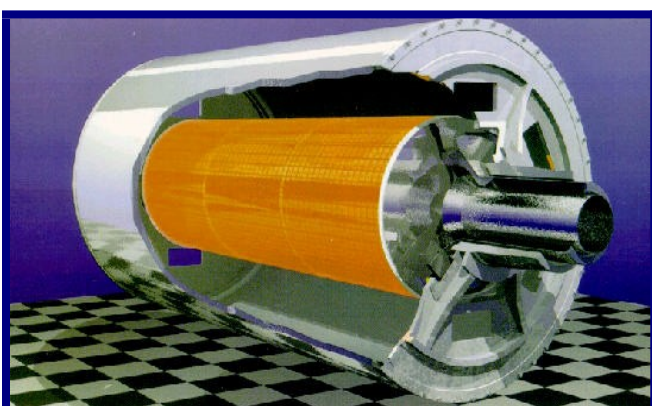
Clasificación de los Secadores Indirectos.

- ✓ Continuos.
- ✓ Por lotes.

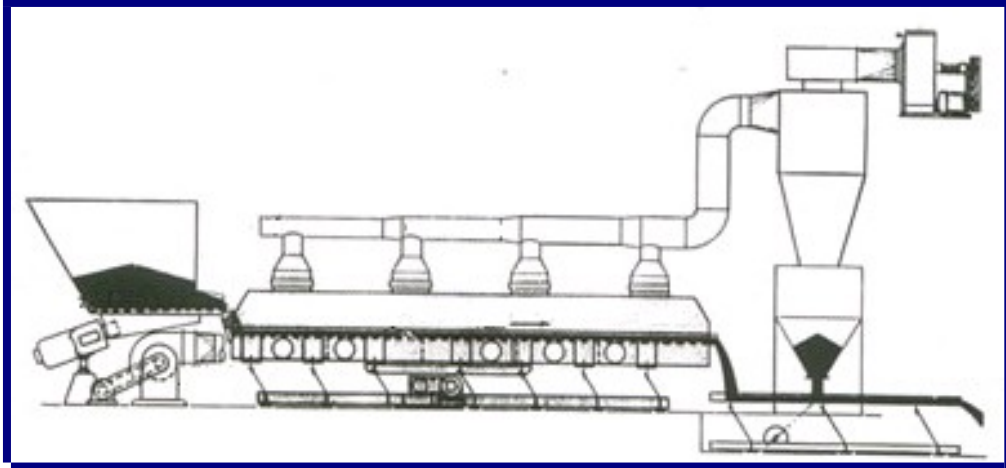
Secadores Indirectos Continuos: la desecación se efectúa haciendo pasar el material de manera continua por el secador, y poniéndolo en contacto con las superficies calientes.

Tipos de Secadores Indirectos Continuos.

- Secadores de cilindro para hojas continuas, como papel celofán, piezas textiles. Por lo común, los cilindros se calientan con vapor y son rotatorios.



- Secadores de tambor, se pueden calentar con vapor o agua caliente.
- Secadores de transportador de tornillos, aunque son continuos pueden funcionar al vacío y permiten recuperar el disolvente durante el desecado.
- Secadores rotatorios de tubos de vapor, se pueden utilizar vapor o agua caliente, es factible trabajar con una ligera presión negativa para permitir recuperar el disolvente durante el desecado.
- Secadores de bandejas vibradoras, el calentamiento se logra con vapor o agua caliente.



- Tipos especiales, como bandas de tejido continuas que se mueven en contacto estrecho con una platina calentada al vapor o agua caliente.

Secadores Indirectos Por lotes: en general los secadores indirectos por lotes se adaptan muy bien a operaciones al vacío. Se subdividen en tipos agitados y no agitados.

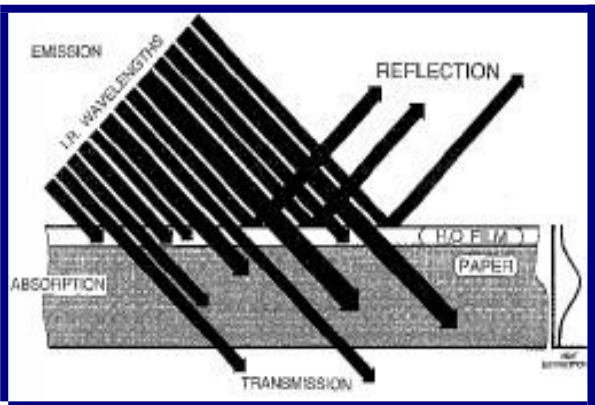
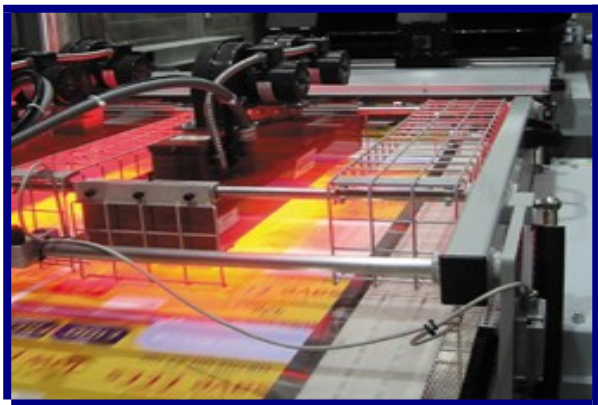
Tipos de Secadores Indirectos por Lote.

- Secadores de artesas agitados, estos pueden operar atmosféricamente o al vacío, y manejan una producción pequeña de casi cualquier forma de sólidos húmedos, es decir, líquidos, lechadas, pastas o sólidos granulares.
- Secadores por congelación, el material se congela antes de desecarse y a continuación se realiza la desecación en ese estado al vacío.
- Secadores rotatorios al vacío, el material se agita bajo una cubierta horizontal estacionaria, no siempre es necesario aplicar vacío, el agitador se puede calentar con vapor además de hacer lo mismo con la cubierta.
- Secadores de bandejas al vacío, el calentamiento se hace por contacto con parrillas calentadas con vapor o agua caliente, sobre las cuales se coloca el material. No interviene la agitación.

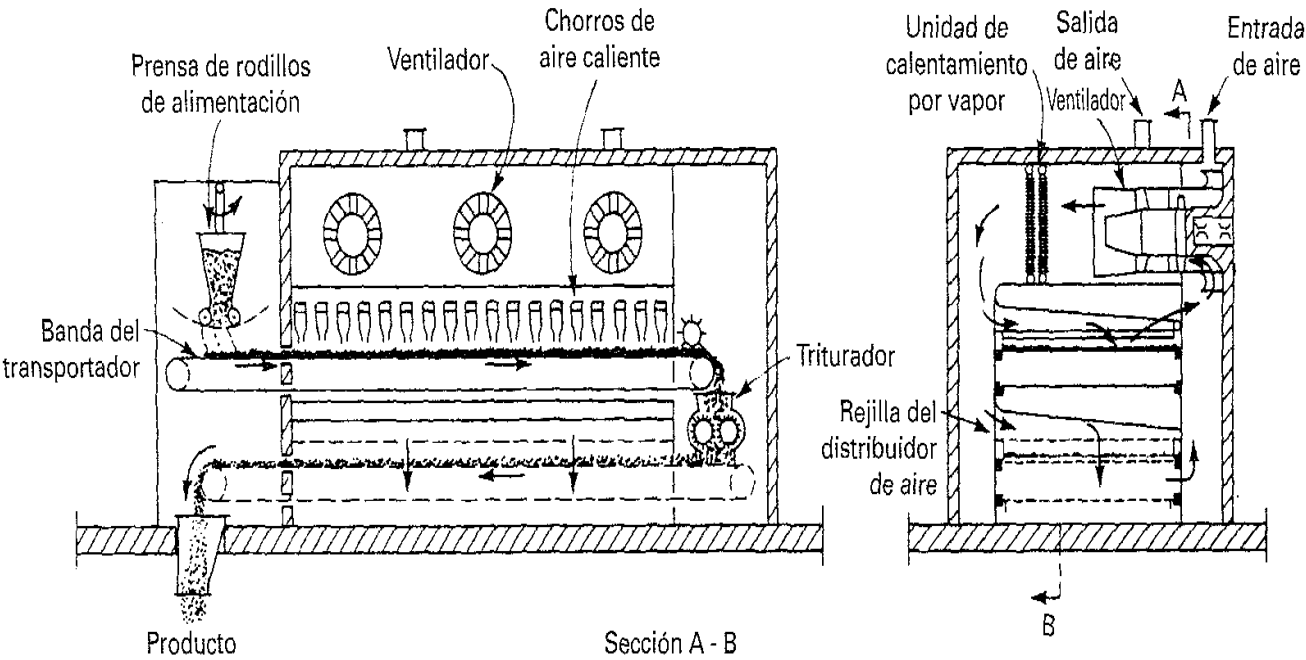
SECADORES DIVERSOS

- **Secadores dieléctricos:** operan sobre el principio de generación de calor dentro de los sólidos, colocándolos dentro de un campo eléctrico de alta frecuencia.
- **Secadores solares:** operan sobre el principio la energía solar para el secado de frutas y disecación al sol.
- **Secadores Infrarrojos:** dependen de la transferencia de energía radiante para evaporar la humedad. La energía radiante se suministra eléctricamente por medio de lámparas

infrarrojas, resistencias eléctricas o refractarios incandescentes calentados por gas .Su aplicación principal es el horneado o la desecación de capas de pintura y el calentamiento de capas delgadas de materiales.



ESQUEMA DE UN SECADOR



Secador de transportador especial con aire impulsado que choca contra la superficie del lecho en la primera pasada. El material seco se tritura y se hace pasar nuevamente por el secador, con una circulación de aire que atraviesa el lecho ya permeable

SECADORES

ASIGNATURA: EQUIPOS MAQUINAS E INSTALACIONES INDUSTRIALES.

PROFESORA: MSc. ZOILA PONTILES DE HERNANDEZ.

UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL FRANCISCO DE MIRANDA