

SECUENCIA DIDÁCTICA Agosto – I.P.E.T. N°132 - CICLO LECTIVO 2022

Apellido y Nombre:	DEBLAJOVICH FERNANDO GABRIEL
Email:	Fer_deblajovich@hotmail.com
Nombre Escuela:	I.P.E.T. N°132
CUE	EE0310558
Localidad:	Alta Gracia
Fecha:	Agosto
Grado:	5º Año "B" - Contraturno - Turno Mañana
Espacio curricular:	"OPERACIÓN Y CONTROL DE PROCESOS I"

Título de la secuencia didáctica	EVAPORADORES
Temática principal	Evaporadores – control y procesos
Propósito general	<p>Definir los conceptos básicos, medios de obtención, materiales para trabajar, normas de seguridad e higiene. Recuperación de sistemas de medición para lograr y trabajar adecuadamente objetivo de la evaporación</p> <p>La organización del laboratorio debe permitir la correcta gestión de la prevención. Hábitos de trabajo en el mismo y manipulación sustancias químicas y reacciones peligrosas. Gestión de Residuos. Conocimientos acerca de cómo redactar un Informe de Laboratorio. Etapas.</p>
Objetivos	<ol style="list-style-type: none"> 1. Manejar las bases sistemas de medición 2. Comprender las equivalencias de unidades. 3. cálculos de pasaje de unidades. Resolver la ejercitación presentada en los informes. Lectura y comprensión de texto. 4. Manejar las Reacciones Químicas y análisis de cálculos estequiométricos para incorporar conocimientos y luego aplicarlos en laboratorio 5. cálculos reactivos y productos, y comprender los equilibrios de ecuaciones. 6. Reconocer modos de extracción de vapores en industrias 7. Conocer tipos de evaporadores y vaporadores

<p>Competencias Digitales</p>	<p>8. Funcionamiento de los evaporadores y componentes de los mismos</p> <p>Articular las necesidades de información, buscar datos, información y contenido en entornos digitales, acceder a ellos y navegar entre ellos. Crear y actualizar estrategias de búsqueda personal. Compartir datos, información y contenido digital con otros a través de tecnologías digitales apropiadas. Actuar como intermediario, conocer las prácticas de referencia y atribución. Utilizar herramientas y tecnologías digitales para procesos colaborativos y para la co-construcción y co-creación de recursos y conocimientos. Crear y editar contenidos digitales en diferentes formatos, expresarse a través de medios digitales.</p>
<p>Aprendizajes y Contenidos</p>	<p>Aprendizajes</p> <ul style="list-style-type: none"> • Trabajar conceptos de balance de masa • Resolver problemas de balances • Estudiar las distintas operaciones unitarias y sus balances • Estudiar los equipos que existen actualmente en la industria • Análisis de datos obtenidos en los prácticos con respecto a la teoría <p>Para mejorar la oralidad, la lectura y comprensión de texto, se acuerda trabajar de manera transversal en la especialidad, con actividades de enseñanza para la comprensión lectora.</p>
<p>Recursos TIC</p>	<p>Uso de TIC en el contexto educativo – Laboratorio de computación – Aula:</p> <p>Tipos de Tecnología. – Computadores de escritorio (PC), sala de computación – Portables (laptops). – Computadores de bolsillo (PDA). – Libros digitales (E-books). Celulares, etc.</p> <p>Uso del PowerPoint como portafolios personal del alumnado</p> <p>Creación de mapas conceptuales mediante el uso de las TIC's</p> <p>Introducción al procesador de textos y a un programa de dibujo</p> <p>Lectura, análisis y crítica del lenguaje publicitario mediante los anuncios en video publicados en internet.</p> <p>Momentos de la Clase:</p> <p>Motivación o inicio. – Trabajo con clase completa. – Trabajo independiente o en grupo. – Cierre.</p>
<p>Secuencia Didáctica Desarrollada</p>	<p>El docente dará el inicio de la clase explicando el contenido de la secuencia didáctica del curso y la metodología de evaluación. Exposición por parte de del docente en laboratorio explicando los pasos a seguir para el proyecto establecido de obtener detergente casero ecológico. Aproximadamente de 10 a 15 minutos establecerá éste la metodología, y Aproximadamente 1 h se le dará al alumnado para que comiencen con los pasos establecidos</p> <p>Aprendizaje por Investigación – Exposición – Aprendizaje – Colaborativo</p> <p>Responsabilidad Iniciativa Participación Honestidad Puntualidad Respeto Eficiencia</p> <p>Los estudiantes y el docente, analizarán los elementos que debe contener</p> <p>El facilitador explicará las definiciones de los conceptos básicos. En trabajo por equipos se analizarán los conceptos básicos en materia</p>

	<p>ambiental y del impacto ambiental y de seguridad e higiene</p> <p>INICIO</p> <p>El docente indagará a los estudiantes a través de ideas y saberes previos acerca normas de laboratorio y proyecto establecido por el docente</p> <p>Tiempo propuesto acorde para cada este eje estimado. –</p> <p>En el cierre se dará con obligaciones a alumnos para determinar la continuidad del proceso del proyecto, el cual tendrán que destapar el frasco para eliminar los gases producidos por el mismo proceso ya que contiene agua, cáscaras de cítricos y el vinagre con el azúcar para que no fermente el proceso.</p>
<p>Evaluación</p>	<p>Con el objeto de mejorar los aprendizajes en los estudiantes y los criterios a evaluar serán los siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Evaluación de proceso • Auto evaluación • Co-evaluación • Hetero-evaluación • Pruebas: orales y escritas • Trabajos Prácticos • Espacios de recuperación temáticos • Remediación de aprendizajes • Talleres áulicos virtuales y de retroalimentación <p>El tema a desarrollar tendrá por objeto “la construcción del conocimiento” y a partir de los conocimientos previos del estudiante se pasarán por momentos y fases del aprendizaje, respondiendo de esta forma a la taxonomía empleada por el docente. Durante este proceso, los aprendizajes se construirán a través de trabajos prácticos, trabajos evaluativos, retroalimentaciones y presentaciones multimedia.</p>
<p>Comentarios Testimonios Fotografías de la implementación</p>	<p>Dialogando y consecuentemente percibiendo a los estudiantes en lo que concierne a los temas en secuencias didácticas, los mismos dan testimonios que les agrada que se pudiera implementar o llevar a cabo viajes educativos tanto dentro de la localidad como salidas hacia otras localidades, es decir, otras industrias, para poder visualizar otros procesos de sus conocimientos incorporados en sus caminos educativos y como impacta en el Medio Ambiente.-</p>

Firma docente

**Sello
Escuela**

Firma directivo

INTRODUCCION

La evaporación elimina el vapor formado por ebullición de una solución líquida de la que se obtiene una solución más concentrada. En la gran mayoría de los casos, la operación unitaria de evaporación se refiere a la eliminación de agua de una solución acuosa. Entre los ejemplos típicos de procesos de evaporación están la concentración de soluciones acuosas de azúcar, cloruro de sodio, hidróxido de sodio, glicerina, gomas, leche y jugo de naranja. En estos casos, la solución concentrada es el producto deseado y el agua evaporada suele desecharse. En otros, el agua que contiene cantidades de minerales se evapora para obtener agua libre de sólidos que se emplea en la alimentación de calderas, para procesos químicos especiales, o para otros propósitos.

El principal objetivo de la evaporación consiste en concentrar una solución de manera que al enfriarse ésta se formen cristales que puedan separarse.

1. Evaporadores:

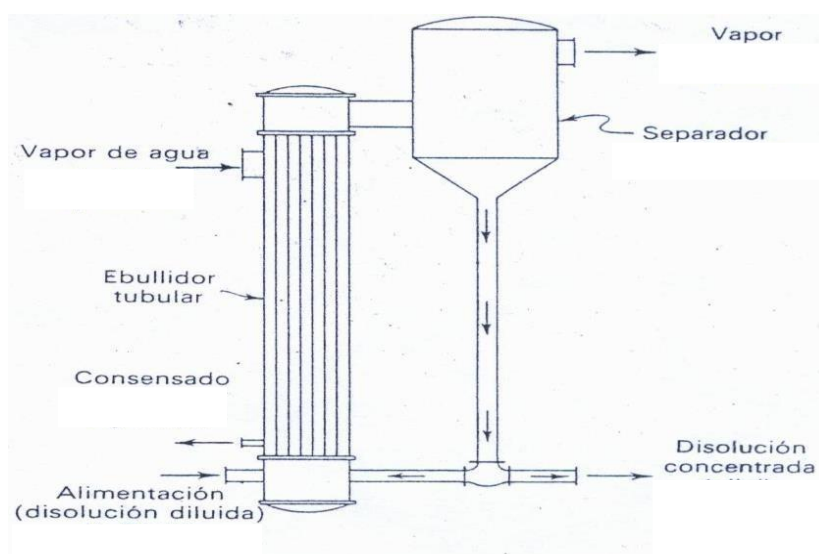
Los evaporadores son intercambiadores de calor usados específicamente para concentrar soluciones mediante la evaporación parcial del solvente, algunas veces hasta el punto que ocurra el fenómeno de la cristalización. Son diseñados para optimizar la producción del producto líquido o sólido.

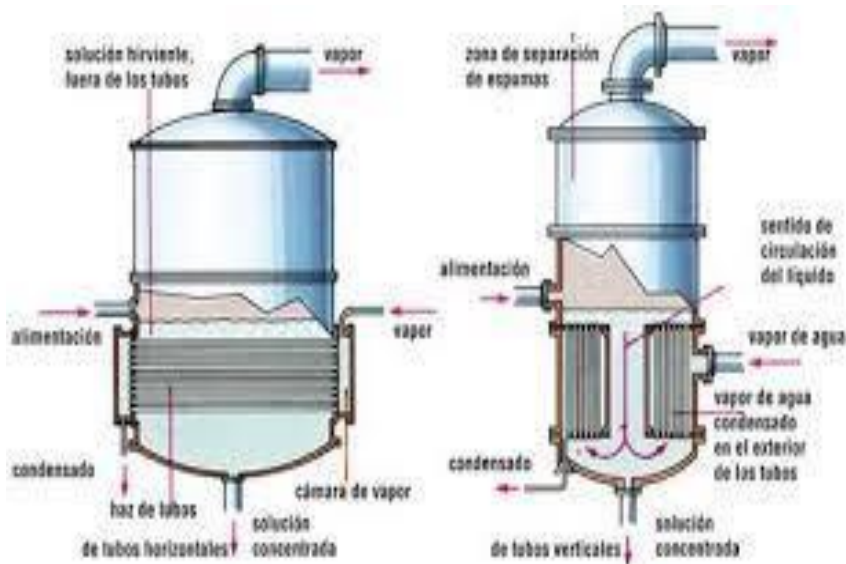
Un **Vaporizador** es un intercambiador que convierte líquido a vapor. El término vaporizador se refiere normalmente a aquellas unidades que manejan líquidos diferentes al agua.



Figura 1. Evaporador Industrial

Componentes principales de un evaporador.





Los componentes principales de un evaporador son:

- a) **Ebullidor Tubular:**. Es donde ocurre el proceso de ebullición del agua o disolvente producto del calor transmitido por el vapor latente. Por lo general esta constituido por un haz de tubos por donde circula la solución a concentrar y una carcasa por la cual circula el vapor latente.
- b) **Separador líquido-vapor:** Es donde la mezcla líquido-vapor proveniente del ebullidor es separada, obteniendo el líquido concentrado y la fase de vapor. El separador fue diseñado para evitar el arrastre de líquido concentrado en la corriente de vapor.
- c) Área de circulación del medio de calentamiento (vapor, electricidad, etc)



Evaporador de placas

2. Factores de Procesos.

Las propiedades y químicas de la solución que se está concentrando y del vapor que se separa tienen un efecto considerable sobre el tipo de evaporador que debe usarse y sobre la presión y la temperatura del proceso. A continuación se analizan algunas propiedades que afectan a los métodos de procesamiento.

➤ **Concentración en el líquido.** Por lo general, la alimentación líquida a un evaporador es bastante diluida, por lo que su viscosidad, bastante baja, es similar a la del agua y se opera con coeficientes de transferencia de calor bastante altos. A medida que se verifica la evaporación, la solución se concentra y su viscosidad puede elevarse notablemente, causando una marcada disminución del coeficiente de transferencia de calor. Se requiere entonces una circulación o turbulencia adecuada para evitar que el coeficiente se reduzca demasiado.

➤ **Solubilidad.** A medida que se calienta la solución y aumenta la concentración del soluto o sal, puede excederse el límite de solubilidad del material en solución y se formaran cristales. Esto limita la concentración máxima que puede obtenerse por evaporación de la solución. En la mayoría de los casos la solubilidad de la sal aumenta con la temperatura. Esto significa que, al enfriar a temperatura ambiente una solución concentrada caliente que proviene de un evaporador puede presentarse una cristalización.

➤ **Sensibilidad de los materiales.** Muchos productos, en especial los alimentos y otros materiales biológicos, son sensibles a la temperatura y se degradan cuando ésta sube o el calentamiento es muy prolongado. Entre ellos están los materiales farmacéuticos; productos alimenticios como leche, jugo de naranja y extractos vegetales; y materiales químicos orgánicos delicados. La cantidad de degradación está en función de la temperatura y del tiempo.

➤ **Formación de espumas.** En algunos casos, los materiales constituidos por soluciones cáusticas, soluciones de alimentos como leche desnatada y algunas soluciones de ácidos grasos, forman espuma durante la ebullición. Esta espuma es arrastrada por el vapor que sale del evaporador y pueden producir pérdidas de material.

➤ **Presión y temperatura.** El punto de ebullición de la solución está relacionado con la presión del sistema. Cuanto más elevada sea la presión de operación del evaporador, mayor será la temperatura de ebullición. Además, la temperatura de ebullición también se eleva a medida que aumenta la concentración del material disuelto por la acción de la evaporación. Este fenómeno se llama elevación del punto de ebullición y se estudiara en la sección Para mantener a un nivel bajo la temperatura de los materiales termosensibles suele ser necesario operar a presiones inferiores a 1 atm, esto es, al vacío.

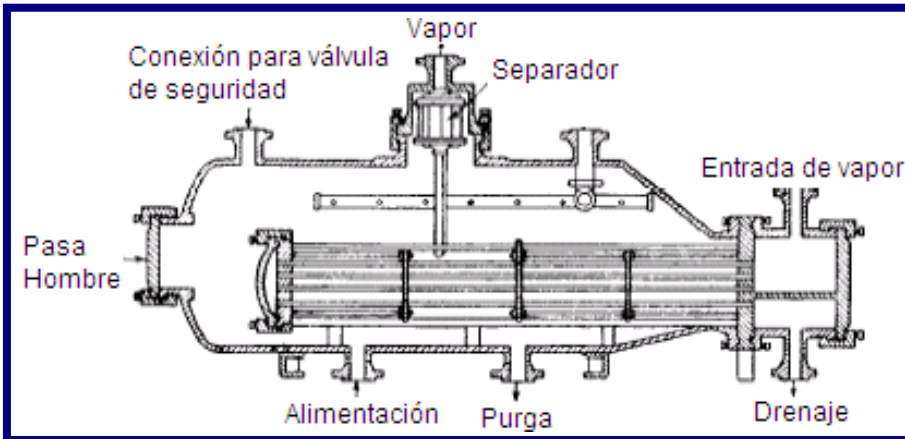
➤ **Formación de incrustaciones y materiales de construcción.** Algunas soluciones depositan materiales sólidos llamados **incrustaciones** sobre las superficies de calentamiento. Estas incrustaciones se forman a causa de los productos de descomposición o por disminución de la solubilidad. El resultado es una reducción del coeficiente de transferencia de calor, lo que obliga a limpiar el evaporador. La selección de los materiales de construcción del evaporador tiene importancia en la prevención de la corrosión.

3. Tipos de Evaporadores.

La evaporación consiste en la adición de calor a una solución para evaporar el disolvente que, por lo general, es agua. Usualmente, el calor es suministrado por condensación de un vapor (como vapor de agua) en contacto con una superficie metálica, con el líquido del otro lado de dicha superficie. El tipo de equipo usado depende tanto de la configuración de la superficie para la transferencia de calor como de los medios utilizados para lograr la agitación o circulación del líquido. A continuación se analizan los tipos generales de equipo.

Evaporadores de Plantas Termoeléctricas

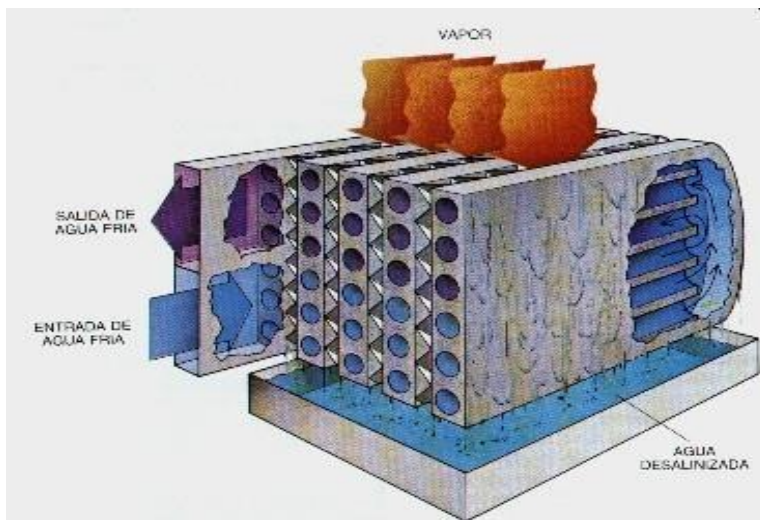
Son evaporadores que se utilizan en plantas de generación de potencia eléctrica para obtener agua desmineralizada aprovechando extracciones de vapor en turbinas.



- **Evaporadores para agua de reposición para caldera:** Reponen agua en las calderas. Este es, el proceso de evaporación de más volumen y se efectúa en un evaporador de simple efecto, aunque ocasionalmente puede usarse un evaporador de doble efecto, dependiendo de las características del ciclo de condensado en la planta de fuerza y la cantidad requerida de agua de compensación. No hay plantas modernas que no incluyan este equipo.
- **Evaporadores para agua de proceso producción agua purificada:** Es agua desmineralizada que se usa en algunos procesos en la planta. Hay- cierto número de industrias que requieren continuamente grandes cantidades de agua destilada. Este tipo de plantas emplea evaporadores de doble, triple o cuádruple efecto y recibe calor ya sea de una purga de la turbina o directamente de la caldera. La selección del número de efectos está correlacionada con los cargos fijos y el costo del vapor de operación. Los evaporadores de múltiple efecto con alimentación paralela no necesitan tener todos los efectos operando simultáneamente, y puede ajustarse si la demanda de agua destilada varía.
- **Destiladores de salmuera:** Son utilizados para obtener agua desmineralizada a partir del agua de mar. Este usa sistemas de evaporación al vacío, la temperatura reducida favorece una baja velocidad de incrustación.
- **Transformadores de calor:** Son sistemas de efecto simple, con una o más carcasas en paralelo. Reciben vapor de escape de una turbina o máquina de alta presión. Su propósito es de condensar vapor de agua de una caldera de alta presión que ha pasado a través de una turbina y luego al evaporador. La

transferencia de calor se usa para producir grandes cantidades de vapor de proceso. Este tipo es relativamente grande hasta 11000 ft² de superficie.

➤ **Evaporación de múltiple efectos en plantas de fuerza:** Aumenta la calidad del producto que requiere (agua desmineralizada)

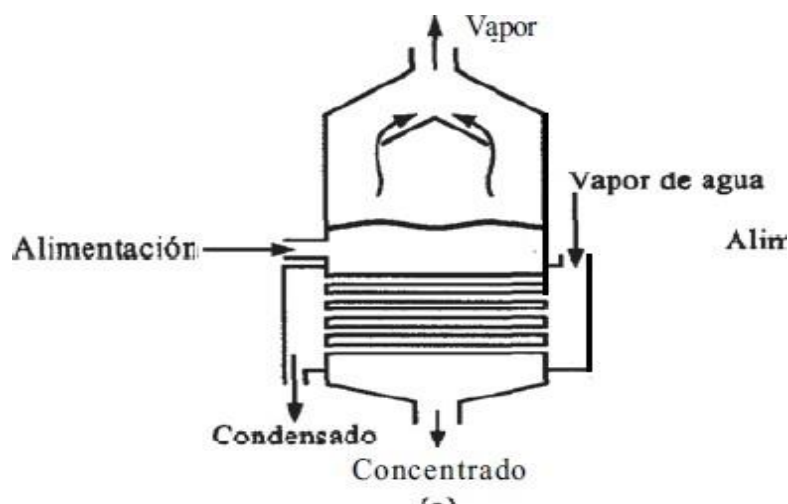


3.2 Procesos Químicos.

➤ **Marmita abierta o artesa.** La forma simple de un evaporador es una marmita abierta o artesa en la cual se hierve el líquido. El suministro de calor proviene de la condensación de vapor de agua en una chaqueta o en serpentines sumergidos en el líquido. En algunos casos, la marmita se calienta

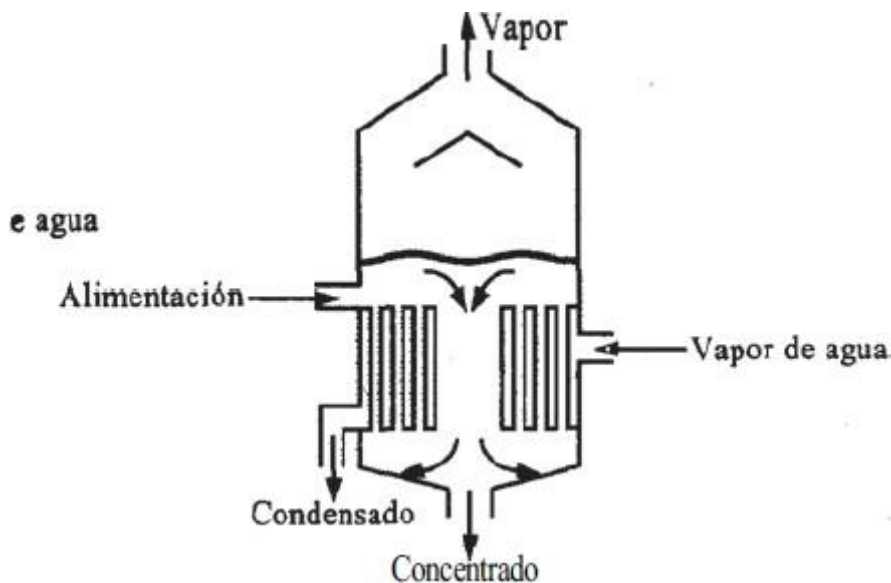
a fuego directo. Estos evaporadores son económicos y de operación simple, pero el desperdicio de calor es excesivo. En ciertos equipos se usan paletas o raspadores para agitar el líquido.

➤ **Evaporador de tubos horizontales con circulación natural.** En la figura se muestra un evaporador de tubos horizontales con circulación natural. El banco horizontal de tubos de calentamiento es similar al banco de tubos de uno de calor. El vapor de agua entra a los tubos y se condensa; el condensado sale por el otro extremo de los tubos. La solución a ebullición está por fuera de ellos. El vapor se desprende de la superficie líquida; después, casi siempre se hace pasar por dispositivos de tipo para impedir el arrastre de gotas de líquido y sale por la parte superior. Este equipo, relativamente económico, puede utilizarse para no viscosos con altos coeficientes de transferencia de calor y para líquidos que no formen incrustaciones. Puesto que la circulación del líquido no es muy buena, son poco adecuados para materiales viscosos. En casi todos los casos, tanto este evaporador como los que se estudian después operan con régimen continuo, con alimentación a velocidad constante y salida de concentrado a velocidad constante.

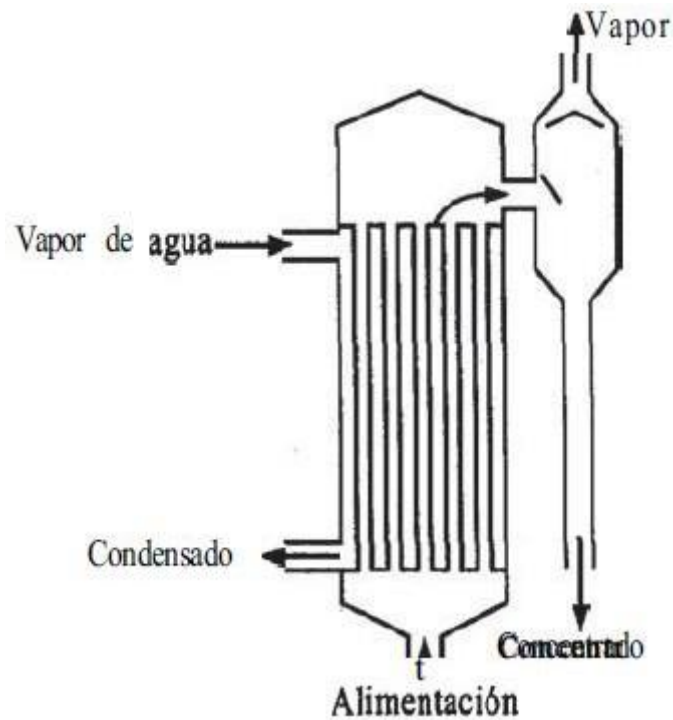


➤ **Evaporador vertical con circulación natural.** En este tipo de evaporador se usan tubos verticales en lugar de horizontales y el líquido está dentro de los tubos, por lo que el vapor se condensa en el exterior. Debido a la ebullición y a la disminución de densidad, el líquido se eleva en los tubos por circulación natural, tal como se muestra en la figura fluye hacia abajo a través de un espacio central abierto grande, o bajada. Esta circulación natural incrementa el coeficiente de transferencia de calor. No es útil con líquidos

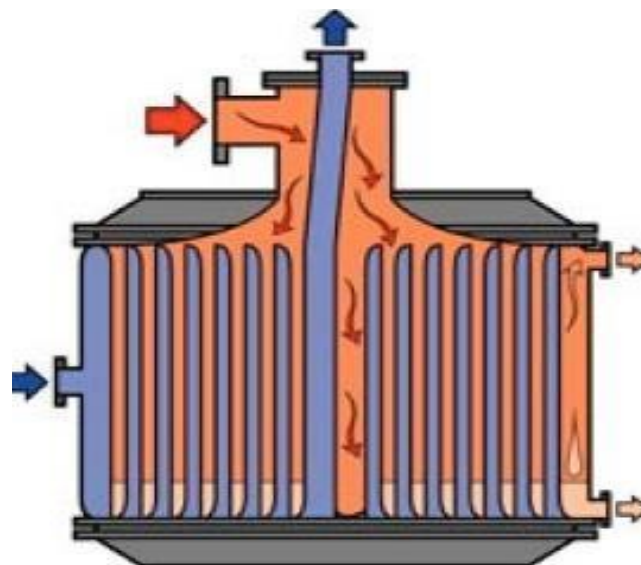
viscosos. Este equipo se llama con frecuencia **evaporador de tubos cortos**. Este tipo se usa con frecuencia en las industrias del azúcar, la sal y la sosa cáustica.



➤ **Evaporador vertical de tubos largos.** Puesto que el coeficiente de transferencia de calor del lado del vapor es muy alto en comparación con el del lado del líquido que se evapora, es conveniente contar con velocidades altas para el líquido. En un evaporador de tipo vertical con tubos largos como el de la figura el líquido está en el interior de los tubos. Estos miden de 3 a 10 m de alto, lo que ayuda a obtener velocidades de líquido muy altas. Por lo general, el líquido pasa por los tubos una sola vez y no se recircula. Los tiempos de contacto suelen ser bastante breves en este modelo. En algunos casos, como cuando la relación entre la velocidad de alimentación y la velocidad de evaporación es baja, puede emplearse recirculación natural del producto a través del evaporador, añadiendo una conexión de tubería entre la salida del concentrado y la línea de alimentación. Éste es un método muy común en la producción de leche condensada.

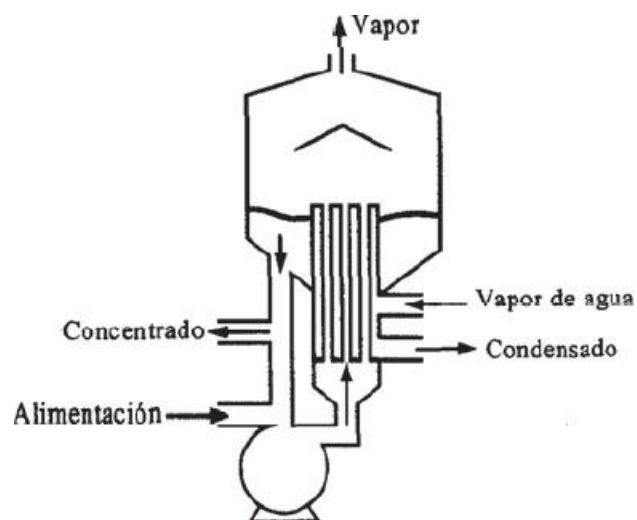


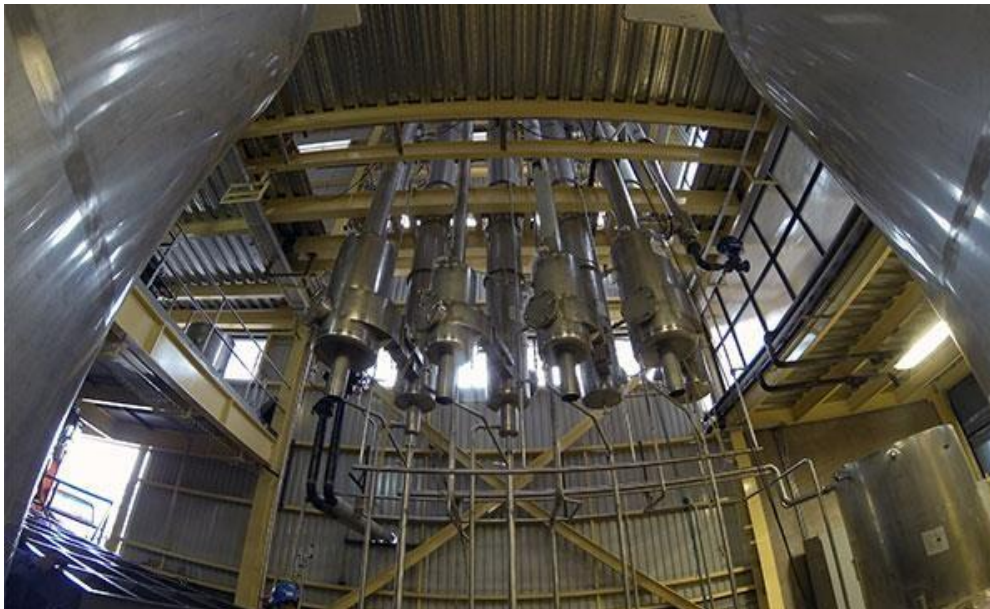
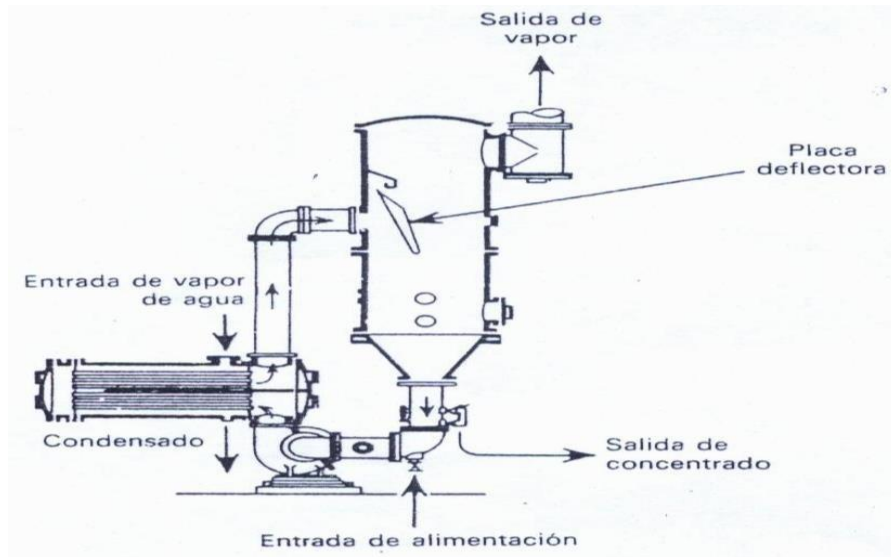
- **Evaporador de caída de película.** Una variación del modelo de tubos largos es el evaporador de caída de película, en el cual el líquido se alimenta por la parte superior de los tubos y fluye por sus paredes en forma de película delgada. Por lo general, la separación de vapor y líquido se efectúa en el fondo. Este modelo se usa mucho para la concentración de materiales sensibles al calor, como jugo de naranja y otros zumos de frutas, debido a que el tiempo de retención es bastante bajo (entre 5 y 10 s) y el coeficiente de transferencia de calor es alto.





➤ **Evaporador de circulación forzada.** El coeficiente de transferencia de calor de la película líquida puede aumentarse por bombeo provocando una circulación forzada del líquido en el interior de los tubos. Para esto se emplea el modelo de tubos verticales largos de la figura una tubería conectada a una bomba entre las líneas de salida del concentrado y la de alimentación. Sin embargo, los tubos de un evaporador de circulación forzada suelen ser más cortos que los tubos largos, tal como se ilustra en la figura. Además, en otros casos se usa uno de calor horizontal externo e independiente. Este modelo es muy útil para líquidos viscosos.





- **Evaporador de película agitada.** La principal resistencia a la transferencia de calor en un evaporador corresponde al líquido. Por tanto, un método para aumentar la turbulencia de la película líquida y el coeficiente de transferencia de calor, consiste en la agitación mecánica de dicha película. Esto se lleva a cabo en un evaporador de caída de película modificado, usando un solo tubo grande enchaquetado que contiene un agitador interno. El líquido penetra por la parte superior del tubo y a medida que fluye hacia abajo se dispersa en forma de película turbulenta por la acción de espas de agitación vertical. La solución concentrada sale por el fondo y el vapor pasa por un

separador para salir por la parte superior. Este tipo de evaporador es práctico para materiales muy viscosos, pues el coeficiente de transferencia de calor es mayor que en los modelos de circulación forzada. Se usa para materiales viscosos sensibles al calor como látex de caucho, gelatina, antibióticos y jugos de frutas. Sin embargo, tiene costo alto y capacidad baja.



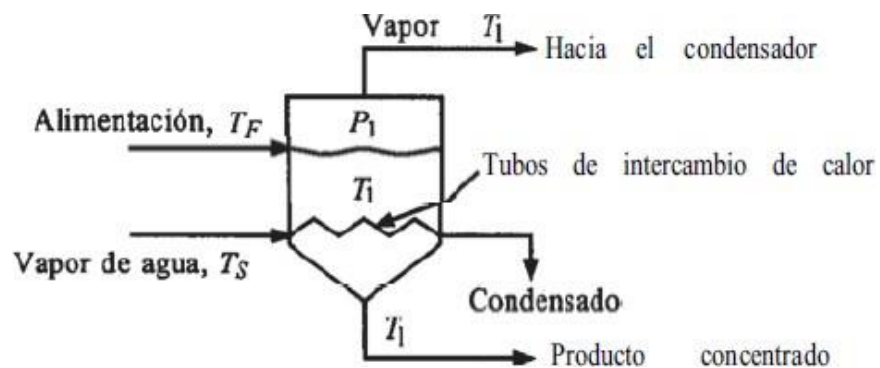
4.- Métodos de Operación de Evaporadores.

Al aumentar los efectos, aumenta la calidad del producto que se requiere, por la eliminación continúa del agua. Los evaporadores pueden ser de efecto simple o multi-efectos. Estos arreglos permiten el aprovechamiento del calor del vapor generado en el evaporador.

4.1 Evaporadores de Efecto Simple:

Los evaporadores de efecto simple se usan con frecuencia cuando la capacidad necesaria de operación es relativamente o el costo del vapor es relativamente barato comparado con el costo del evaporador. Sin embargo, la operación de gran capacidad, al usar más de un efecto, reducirá de manera significativa los costos del vapor. Puesto que se supone que la solución del evaporador está completamente mezclada, el producto concentrado y la solución del evaporador tienen la misma composición y temperatura que

corresponde al punto de ebullición de la solución. La temperatura del vapor también es pues está en equilibrio con la solución en ebullición. La presión es que es la presión de vapor de la solución a. Si se supone que la solución que se va a evaporar es bastante diluida y parecida al agua, 1 kg de vapor de agua producirá aproximadamente 1 kg de vapor al condensarse. Esto ocurrirá siempre que la alimentación tenga una temperatura cercana al punto de ebullición.



Evaporadores de Efecto Múltiple:

Características:

1. Está compuesto por varios evaporadores de efecto simple, donde la alimentación es suministrada a un primer evaporador y el concentrado que sale de este alimenta a su vez a otro, lo cual ocurre sucesivamente.
2. La solución concentrada que sale de un evaporador de circulación se retira del líquido contenido en el aparato, que está a la concentración máxima.
3. Como el líquido que entra a los tubos contiene varias partes del concentrado por cada parte de alimentación, su concentración, densidad, temperatura de ebullición son aproximadamente las correspondientes a la concentración máxima. Por esta razón el coeficiente de transmisión de calor tiende a ser bajo.
4. Estos evaporadores no son adecuados para concentrar líquidos sensibles al calor. A pesar del uso de un vacío muy bajo, el recipiente está repetidamente

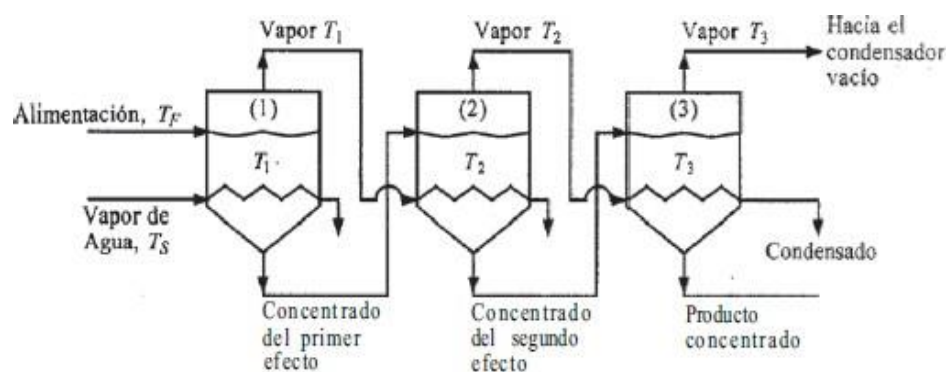
en contacto con los tubos calientes, y por consiguiente una parte del mismo se calienta a temperaturas excesivamente altas

5. Pueden operar en un amplio intervalo de concentraciones, comprendidas entre las de la alimentación y el líquido concentrado sola unidad, y se adaptan muy bien a la evaporación de efecto simple en operar tanto con circulación natural (se debe a las diferencias de densidad) como con circulación forzada (circulación del líquido mediante una bomba).

6. Su modo de circulación puede ser adaptado por medio de varios mecanismos a evaporadores de efecto múltiple con: alimentación hacia delante, alimentación hacia atrás y alimentación en paralelo.

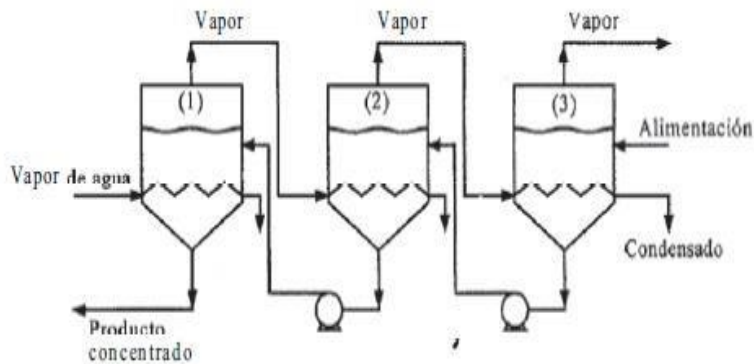
Descripción

➤ **Efecto Múltiple con alimentación hacia adelante:** En la operación de alimentación hacia adelante que se muestra en la figura, la alimentación se introduce en el primer efecto y fluye hacia el siguiente en el mismo sentido del flujo del vapor. Éste es el método de operación que se emplea cuando la alimentación está caliente o cuando el producto concentrado final puede a temperaturas elevadas. Las temperaturas de ebullición van disminuyendo de efecto a efecto. Esto significa que si el primer efecto está a 1 atm de presión, el último estará al vacío, a presión P_3

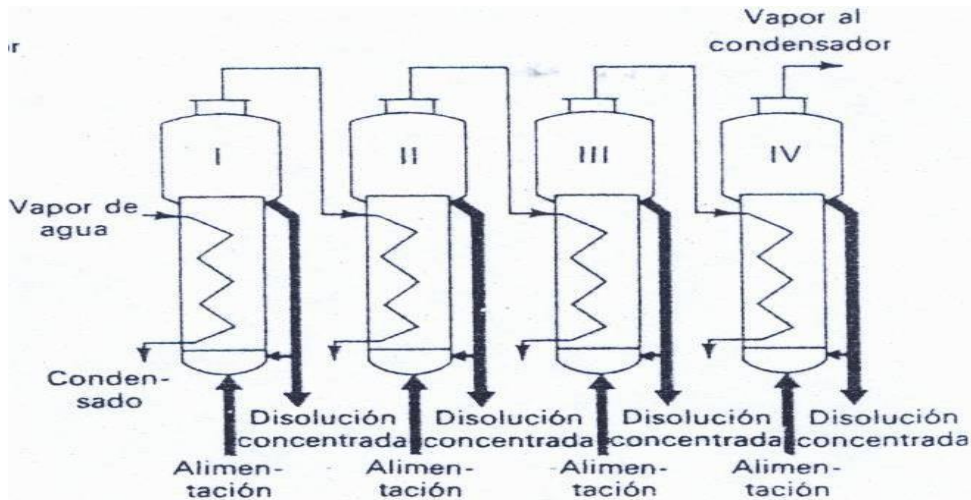


➤ **Efecto Múltiple con alimentación Inversa:** En esta la solución diluida se alimenta en el último efecto y se bombea hasta los sucesivos efectos hasta el primero, esta requiere una bomba entre cada pareja de efectos además de

bomba para extraer la solución concentrada, ya que el flujo es en sentido de presiones crecientes. La alimentación inversa conduce con frecuencia a una mayor capacidad que la alimentación directa cuando la disolución viscosa, pero puede producir menor economía cuando la alimentación está fría.



➤ **Efecto Múltiple con alimentación en Paralelo:** La alimentación en paralelo en evaporadores de efecto múltiple implica la adición de nueva y la extracción de concentrado en cada uno de los efectos. El vapor de cada efecto se usa calentar el siguiente. Este método de operación se utiliza principalmente cuando la alimentación está casi saturada y el producto son cristales sólidos, tal como sucede en la evaporación de salmueras para la producción de sa.l



A continuación se dará un cuestionario a desarrollar, la cual previamente deberán haber leído el texto dado anteriormente, y responderlas:

1. Función que cumple la evaporación
2. ¿Qué es la operación unitaria de evaporación?
3. ¿Ejemplos típicos de procesos de evaporación?
4. ¿Qué ocurre en el caso del agua que contiene cantidades de minerales?
5. ¿En qué casos la solución concentrada es el producto deseado y el agua evaporada suele desecharse?
6. Principal objetivo de la evaporación
7. ¿Maquinarias utilizadas para la evaporación industrial? ¿Qué conceptos se les dá a estas máquinas?
8. ¿qué es un vaporizador? ¿A qué se refiere dicho término?
9. ¿Cuáles son los principales componentes de un vaporizador? Diagrame y colóquele los nombres a cada sector o parte. Describa cada uno
10. Las propiedades químicas de la solución que se está concentrando y del vapor que se separa tienen un efecto considerable sobre el tipo de evaporador; sobre la presión y temperatura.

Pregunta: ¿Cuáles son algunas de las propiedades que afectan a los métodos de procesamiento? Enumera las propiedades

11. Comentar qué trata cada propiedad que afectan a los métodos de procesamientos
12. Mencione tipos de evaporadores y describa cada uno
13. Método de Operación de Evaporadores. Características de cada uno
14. Ventajas de los tipos de evaporadores
15. Desventajas de los tipos de evaporadores. -