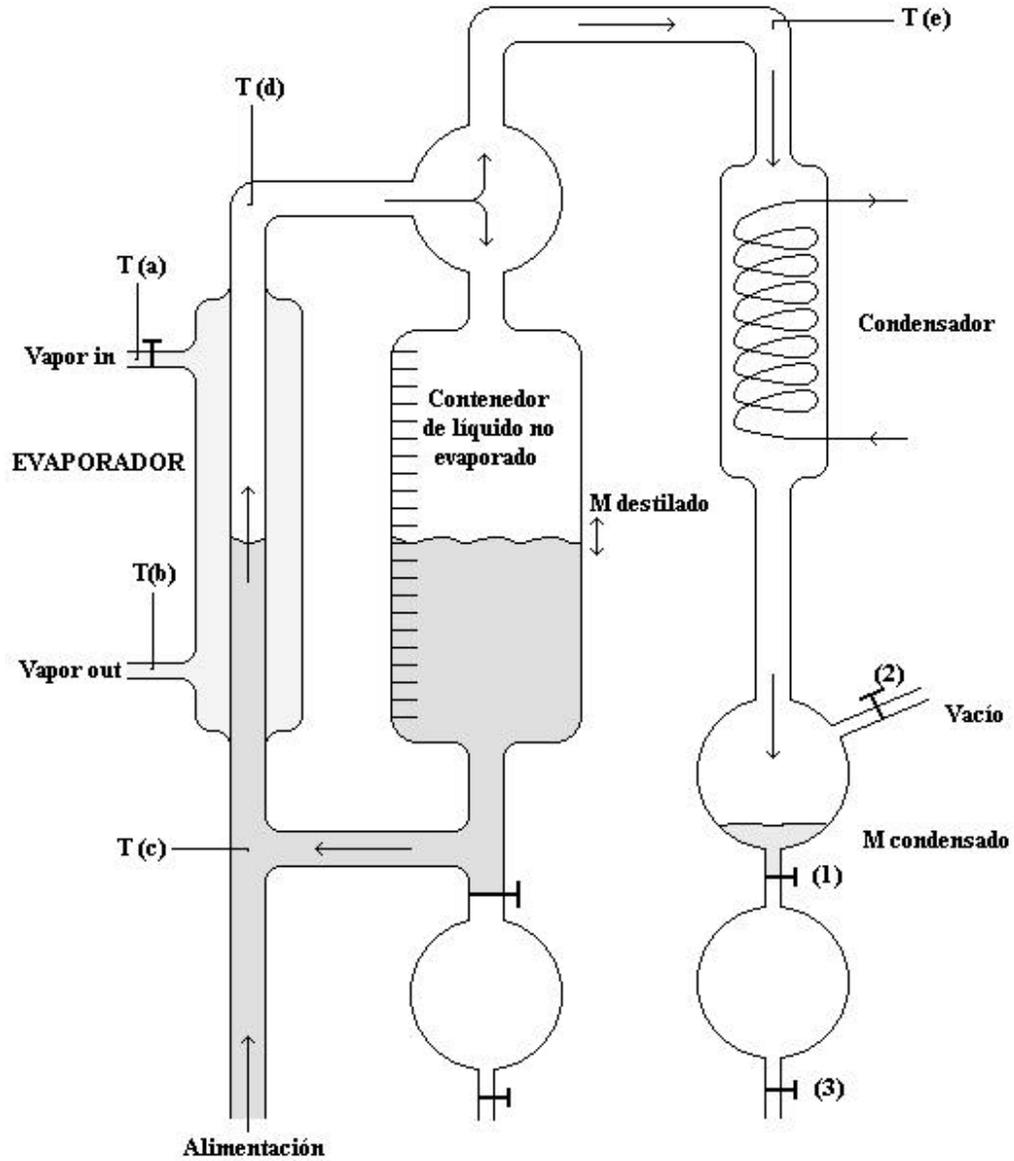


# EVAPORADOR DE PELICULA ASCENDENTE



# Esquema del Equipo



Este equipo permite concentrar una solución o remover el solvente de ésta mediante calentamiento con vapor. El solvente puede ser recuperado según sea su valor y el producto es una solución concentrada o licor grueso. Existen muchos tipos de evaporadores de acuerdo al tipo de aplicación que se requiera; sin embargo, la mayoría de los evaporadores de uso industrial emplean superficies de calentamiento tubulares (tubos largos, tubos cortos o de película agitada).

Los evaporadores de tubos largos consisten en tubos de diámetro entre 1.0 y 2.0 pulgadas, de largos muy variados (desde 6.0 hasta 100 metros), insertos en una carcasa. Los evaporadores de película ascendente o descendente formados por tubos largos presentan una serie de ventajas como: bajo costo, gran superficie de calentamiento, ebullición a baja temperatura si se aplica vacío, etc. También presentan algunas desventajas como: ocupar un gran espacio físico debido a su elevada altura, no ser adecuados para líquidos que producen ensuciamiento y depósitos de sales, etc.

El equipo está formado por un único tubo vertical largo, concéntrico con otro de mayor diámetro, donde se evaporará agua mediante la utilización de vapor que circula por el espacio que queda entre ambos tubos. El equipo es completamente de vidrio tipo pyrex, y se opera en forma discontinua y aplicando vacío para lograr una ebullición a baja temperatura. La cámara de evaporación consiste en un tubo de 2.7 metros de longitud y 1" de diámetro, este tubo está rodeado por otro ubicado en forma concéntrica de 2" de diámetro y de la misma longitud. Por el espacio anular entre ambos tubos circula vapor saturado, el cual produce la ebullición en película, expansión y ascenso del solvente a través de las paredes de la cámara de evaporación. Esta cámara en su base está conectada mediante un ducto horizontal de vidrio, el cual comunica en forma directa (mecanismo de vasos comunicantes) con un tubo graduado vertical que contiene la solución alimentada y el líquido condensado de recirculación. La solución fresca se alimenta al sistema desde un estanque mediante la acción de una bomba centrífuga que tiene un rodete de vidrio.

El vapor generado condensa en un tubo vertical ubicado en posición paralela a la cámara de evaporación. La condensación del vapor se consigue enfriando a través de serpentín de vidrio, por el cual circula agua de enfriamiento proveniente de la red de agua potable. El condensado se recibe alternativamente en 2 recipientes esféricos de vidrio (balones), conectados en serie y ubicados en la parte inferior a la salida de este tubo.

Para efectuar las medidas necesarias, se encuentran instalados los siguientes instrumentos:

1. Manómetro para medir la presión del vapor utilizado como medio calefactor.
2. Manómetro para medir la presión relativa de vacío en el interior del evaporador.
3. Selector de termocuplas e indicador digital de las siguientes temperaturas:
  - i) Temperatura del vapor generado:  $T_1$
  - ii) Temperatura de ebullición:  $T_2$
  - iii) Temperatura del vapor de calefacción:  $T_3$
  - iv) Temperatura del condensado del vapor de calefacción:  $T_4$
  - v) Temperatura del agua alimentada al evaporador:  $T_5$

Para realizar la experiencia se debe realizar lo siguiente:

1. Cargar el equipo con 4 litros de solución fresca.
2. Abrir la válvula del agua de enfriamiento del serpentín, ubicado en la cámara de condensación, fijando un flujo aproximado de 50 L/h.
3. Poner en marcha el sistema de vacío hasta conseguir una depresión dentro del evaporador entre 15" y 25" de mercurio (Hg).
4. Abrir la válvula de vapor de calefacción fijando una presión de 2 psig, la cual se debe mantener constante mientras dure la experiencia.
5. Hacer funcionar la bomba de entrada de agua de alimentación al evaporador regulando el flujo para mantener constante el nivel elegido.
6. Esperar que el sistema entre en régimen (aproximadamente unos 20 minutos) y realizar la toma de mediciones: temperaturas, presión de vacío y volúmenes de los condensados de la red de vapor externo y del líquido evaporado por el equipo.
7. Repetir el experimento a otro vacío dejando transcurrir un intervalo de 20 minutos entre corrida y corrida a fin de permitir que la operación se estabilice.

El condensado del vapor generado en el equipo se recolectará, en la primera corrida, en el colector superior, debiendo cambiar al inferior para la segunda corrida y volver al superior en la tercera corrida. El condensado acumulado en el colector se medirá en una probeta graduada o se pesará para determinar la cantidad de agua evaporada.

**Precauciones:**

- No abrir la válvula de vapor de calefacción por sobre una presión de 2 psig, pues como el equipo es de vidrio se puede romper o explotar.
- No permitir el paso de vapor de calefacción cuando el equipo esté sin agua, ni hacer circular un flujo pequeño de agua en el serpentín condensador.
- Al terminar la experiencia, cortar en primer lugar el vapor de calefacción, luego el vacío y cuando la temperatura haya descendido a unos 40 ó 50 °C, vaciar todos los líquidos contenidos en el equipo.
- En caso de emergencia, cortar inmediatamente el vapor de calefacción y abrir la válvula de desahogo del equipo.
- Conviene tomar varias veces las temperaturas en el transcurso de cada corrida y luego considerar la media aritmética de todas ellas.

## **QTS 4 Evaporation - Climbing Film and Natural Circulation Evaporator**

QVF Process Systems, Inc. 224 North Main Street, Building F, Section 4, Horseheads, New York 14845. Telephone: (607) 796-4800, Fax: (607) 739-6717, E-Mail:info@qvfps.com. <http://www.qvfps.com/qts4.html>

### **Specification**

A QVF evaporation teaching system module comprising a 3000mm x 25mm diameter long tube evaporator, cyclone separator, vapor condenser, product and condensate receivers, all manufactured in borosilicate glass. Designed to operate as either a climbing film or natural circulation evaporator for atmospheric or vacuum operation. Supplied with all valves, controllers, instrumentation, service lines and supporting structure. Complete with an installation and maintenance manual and tool kit.

### **Experimental Capabilities**

- Mass and heat balances
- Determination of evaporative heat transfer coefficients
- Influence of vacuum levels on evaporation rates
- Influence of flowrate on forced circulation heat transfer coefficients
- Comparison of climbing film, natural and forced circulation evaporation

Water is used in the experiments. Climbing film evaporation is particularly suited to the concentration of heat sensitive materials such as milk, fruit juices, blood plasma, etc. and for desalination studies.

### **Description**

The plant is fitted with a steam heated long tube calandria evaporator. Feed material from the feed vessel enters at the calandria base, its flowrate being determined by means of an in-line variable area flow meter, and is partially evaporated. Vapor and liquid pass into the cyclone which separates the phases. Vapor passes to a water cooled condenser, the condensate being collected in a receiver which allows condensate removal while operating under vacuum.

When operating as a climbing film evaporator, feed material partially evaporates as the liquid film is seen to climb the tube. Concentrate from the cyclone is collected in a graduated receiver as final product or is recirculated back to the calandria

In natural circulation mode, the evaporator is run flooded and concentrate continually passes back to the evaporator, evaporated product being replaced intermittently from the feed vessel.

The optional equipment consisting of a pump, variable area flow meter and interconnecting pipework allows forced circulation evaporation to be studied over a wide range of flowrates.

Plant operation is controlled from a free-standing control panel fitted with a mimic diagram, flow controllers, temperature and pressure indicators and services controllers.

All major process items and pipework are manufactured from QVF borosilicate glass with other contact parts in PVDF, PTFE and stainless steel.

**Options:** Either steam or electric heating.

**Electrical System:** The electrical system can be designed to meet your local requirements.

**Equipment Specification:** Calandria: 3000mm x 25mm diameter  
Condenser: 150mm dia x 1.5m<sup>2</sup>  
Concentrate receive (1): 7 L graduated in 50 ml increments  
Product receivers (2) 5L

**Instrumentation:** Water: Control valve, pressure gauge  
Vacuum: Control valve, pressure gauge  
Steam: Reducer, control valve, pressure gauge  
Process: Two temperature indicators

**Utilities Requirements:** Steam: 45 lb/hr at 2.1 barg.  
Water: 1250 L/h at 1 barg  
Vacuum: 100 torr

**Space Requirements :** (height x floor area) 5.2 x 2.0 1.0 meters.

