



## **1. ANTECEDENTES.**

La búsqueda de combustibles de automoción que puedan reemplazar o complementar de forma eficiente los combustibles actuales basados en el petróleo, sigue siendo tema de estudio cuando ya han pasado 30 años desde la crisis del petróleo del 73. Los motivos que llevan a introducir combustibles alternativos han variado con el paso de los años, pero entre los más importantes debemos destacar:

- Estratégicos, de manera que se reduzca la dependencia del petróleo importado desde regiones políticamente inestables.
- Mejora de la calidad del aire, debido a la reducción de las emisiones de gases del tráfico rodado.
- Acciones contra el cambio climático, como la reducción de los gases de efecto invernadero.
- Creación de nuevas oportunidades de empleo.
- Desarrollo rural

Pese a los innumerables esfuerzos realizados a lo largo del tiempo, se han conseguido resultados relativamente pobres. El principal motivo para ello es que el precio del crudo sigue manteniéndose a un nivel que hace imposible que los combustibles alternativos sean económicamente competitivos. Además las industrias del petróleo han logrado que los combustibles fósiles generen menos emisiones.

El carbón y los aceites pesados se han abandonado como fuentes factibles para combustibles alternativos debido a sus elevadas emisiones de CO<sub>2</sub>, puesto que la disminución de los gases de efecto invernadero se encuentran entre los aspectos estratégicos más importantes a tener en cuenta. El gas natural y sus derivados se emplean actualmente en pequeña escala como combustibles alternativos. Sin embargo, el gas natural es un combustible fósil, lo cual contribuye a incrementar la concentración de CO<sub>2</sub> en la atmósfera, aunque en menor cantidad que el carbón y el petróleo.

La electricidad se puede emplear para “mover” motores de automoción. Sin embargo, la electricidad es un “portador” de energía y no una “fuente” de energía. Los pros y los contras de la electricidad van a depender de la fuente de energía que se emplee para producir esa electricidad.

La única fuente de energía basada en combustibles que satisface los requisitos enumerados anteriormente, es la biomasa, siempre y cuando la producción y conversión de la biomasa hasta combustibles de automoción se pueda conseguir con un balance positivo de gases de efecto invernadero, es decir, que se consuma menos energía fósil que combustible de automoción renovable se produzca.

Hay básicamente dos formas de convertir la biomasa en combustibles de automoción. La primera (vía fermentativa) consiste en la rotura de moléculas complejas de celulosa o almidón para formar sacarosa y su posterior fermentación hasta obtener etanol. La vía térmica incluye la oxidación parcial de la biomasa para obtener un gas de síntesis (CO + H<sub>2</sub>), a partir del cual se construyen nuevas moléculas, tales como metanol, hidrocarburos formados mediante la síntesis de Fischer-Trops y Dimetil éter (DME).

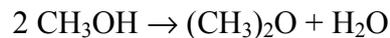


Éste último tiene unas propiedades muy interesantes (índice de cetano superior a 55, emisiones de  $\text{NO}_x$  y partículas inferiores al combustible diesel convencional) que lo convierten en alternativa para los motores Diesel.

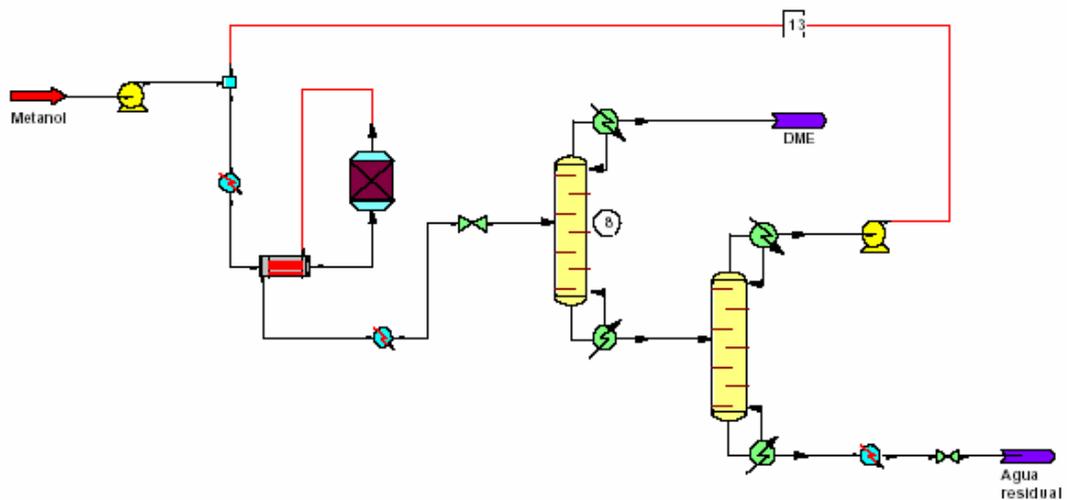
Actualmente se usa principalmente como propelente para controlar la combustión de gasolinas y gasóleos. Se trata de un compuesto miscible con la mayoría de disolventes orgánicos y además presenta una alta solubilidad en agua. El uso de DME como aditivo para el gasóleo se debe a su alta volatilidad (que mejora el arranque en frío) y a su elevado índice de cetano. El DME se obtiene por deshidratación del metanol (que ha podido ser previamente producido a partir de biomasa), y su aplicabilidad directamente como combustible pasa por lograr un producto prácticamente exento de metanol y/o agua.

## 2. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO.

La producción de DME se realiza mediante deshidratación catalítica de metanol sobre un catalizador a base de zeolitas de naturaleza ácida. La reacción principal es:



En el rango de temperaturas de operación normal no hay reacciones laterales significativas. En la figura inferior se muestra un diagrama preliminar orientativo para el proceso DME. Dada la simplicidad del proceso se considera una carga de operación de 8375 horas/año.





El metanol fresco se combina con la corriente de reciclo que no ha reaccionado y, tras producirse su vaporización, se envía a un reactor de lecho fijo que debe operar a una temperatura entre 250 y 368 °C y una presión máxima de 15 bar para evitar reacciones secundarias. La conversión por paso en el reactor es del 80%. Para alcanzar esa temperatura mínima de 250 °C, los gases de salida del reactor se aprovechan para precalentar la corriente de alimentación al mismo.

El efluente gaseoso que abandona el reactor se enfría para lograr la vaporización del 20% de la mezcla resultante. Antes de enviar este efluente a las torres de destilación para obtener el DME puro, es necesario reducir la presión hasta 10.4 bar con una válvula de laminación. El DME producido se obtiene por cabeza de la primera columna de destilación. El producto de fondo de esta primera columna se lleva a una segunda torre donde se separa el metanol que no ha reaccionado del agua, la cual tras ser enfriada se envía a un proceso de tratamiento de agua residual para eliminar los restos de compuestos orgánicos que pudiera contener. El metanol que se obtiene por cabeza de esta columna se recicla a cabeza del proceso.

### **3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.**

Se trata del diseño de una columna de destilación de Dimetil éter (DME) a partir de una mezcla ternaria DME + Metanol + Agua. Se trata del equipo de purificación principal de una planta industrial de producción de 50000 t/año de DME del 99.5 % w/w de pureza.

Las especificaciones de la corriente a tratar se muestran en la siguiente tabla:

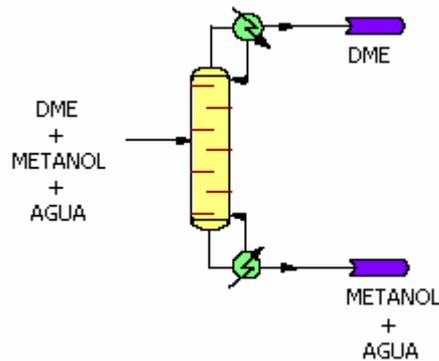
Temperatura (°C)	→	90
Presión absoluta (bar)	→	10
Caudales máxicos (kmol/h):		
		DME 130
		Metanol 65
		Agua 133

### **4. OBJETO DEL PROYECTO.**

El objeto del proyecto es el diseño de una columna de destilación de una mezcla multicomponente (formado por tres componentes), partiendo de los datos mencionados anteriormente, queriendo llegar, como hemos comentado al comienzo del apartado, a obtener un 99.5% de DME en la parte superior de la columna, donde apenas obtendremos Metanol y Agua (siendo la cantidad de estos despreciables frente a la cantidad de DME) y por la parte inferior se obtendrá una mezcla formada por Metanol, Agua y muy poco DME (cantidad que consideramos despreciable frente a las otras cantidades de Metanol y Agua obtenidas), para una producción por año.



El esquema del cual trata el diseño de la torre de destilación de nuestro proceso es el siguiente:



En el cual se realizara el estudio del tipo de columna que sea mas idónea para su diseño, así como el estudio del rehervidor y condensador apropiado para nuestro interés en el producto obtenido en el proceso.

## **5. SELECCIÓN DE LOS ELEMENTOS DEL PROYECTO:**

### **5.1. Columna de destilación.**

La columna de destilación puede ser de relleno o de platos, en nuestro diseño haremos una comparación entre ambas, para sacar conclusiones de cual de las dos se ajusta mejor a nuestro objetivo de diseño.

La diferencia en costos entre las columnas de platos y de relleno no es demasiada grande, aunque el relleno es más caro que los platos. Por otra parte, la diferencia de altura de la columna no es generalmente significativa si las velocidades de flujo son tales que las eficacias están próximas a su valor máximo. Como regla aproximada, los platos se utilizan siempre en columnas de gran diámetro.

En el caso de la utilización de las *columnas de relleno* para poner en contacto una fase *líquida* con una fase *vapor*, los problemas más comunes que pueden presentarse son:

a) *Inundación*: Esta condición ocurre cuando las velocidades del vapor y lo del líquido son tan grandes que la caída de presión del gas es superior a la carga neta de gravedad del líquido, que de esta forma es arrastrado hacia arriba en la columna.

b) *Canalización*: La función del relleno es promover la turbulencia de los fluidos y la transferencia de materia mediante la dispersión del líquido que fluye sobre la superficie del relleno y por el interior del mismo. Si el flujo del líquido y/o vapor es muy bajo, o si la alimentación líquida no se distribuye uniformemente sobre el relleno, tenderá a descender por las paredes mientras que el vapor circula por la parte central.



A velocidades muy bajas puede no haber suficiente líquido para mojar la superficie del relleno. La inundación y la canalización restringen los intervalos de los flujos de líquido y vapor para la operación de la columna, marcando el límite máximo de operación.

Las condiciones favorables de cada tipo de torre de destilación son las siguientes:

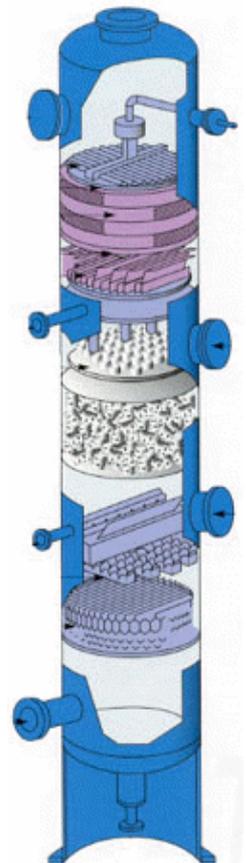
- Condiciones que favorecen a las columnas de relleno:
  1. Columnas de pequeño diámetro.
  2. Medios corrosivos.
  3. Destilaciones críticas al vacío, donde son imprescindibles caídas de presión bajas.
  4. Bajas retenciones de líquido (si el material es térmicamente inestable).
  5. Líquidos que forman espuma (debido a que en columnas de relleno la agitación es menor).
  
- Condiciones que favorecen a las columnas de platos:
  1. Cargas variables de líquido y/o vapor.
  2. Presiones superiores a la atmosférica.
  3. Bajas velocidades de líquido.
  4. Gran número de etapas y/o diámetro.
  5. Elevados tiempos de residencia del líquido.
  6. Posible ensuciamiento (las columnas de platos son más fáciles de limpiar).
  7. Esfuerzos térmicos o mecánicos (que pueden provocar la rotura del relleno).

Como podemos ver, son más las condiciones favorables que presenta la torre de platos que la torre de relleno. Por tanto, en nuestro diseño nos centraremos en todos los parámetros que influyan en el diseño de la columna de platos.

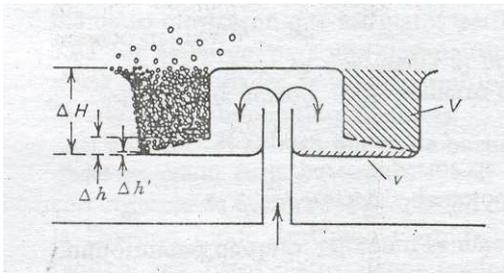
En las columnas de relleno, las características de los sólidos que se colocan en el interior de la columna son:

- Peso pequeño.
- Gran superficie de contacto.
- No se compacta.
- Buena resistencia mecánica.
- Resistente a la corrosión.

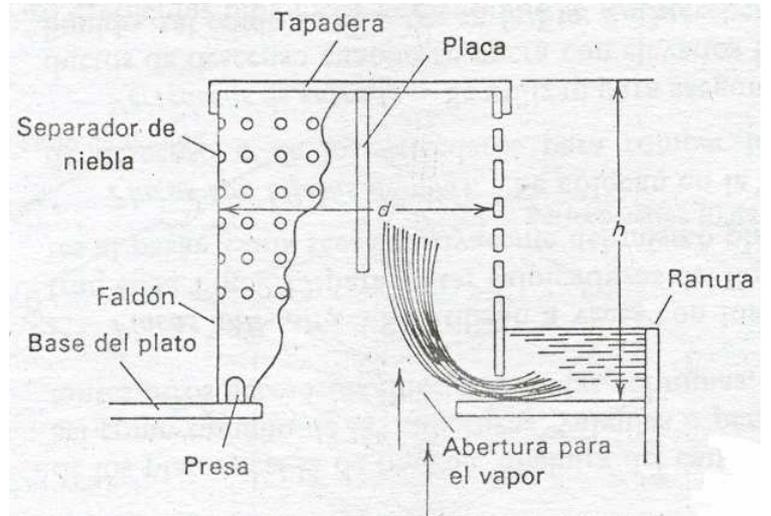
En una columna de platos existen diferentes tipos de platos, a continuación presentamos algunos de ellos:



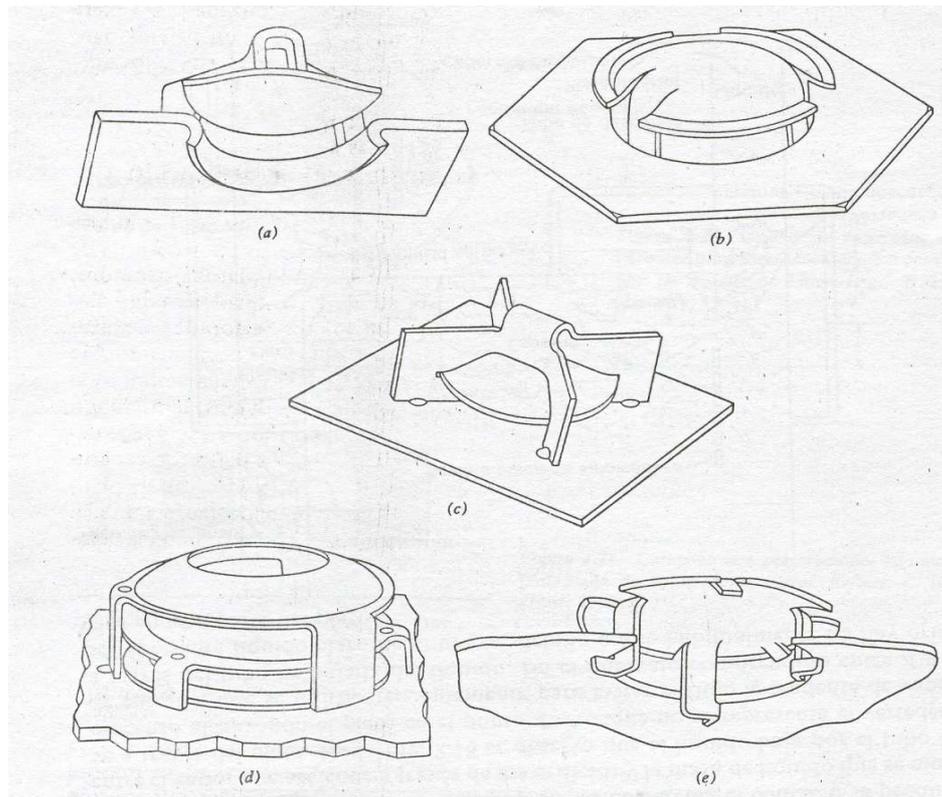




“Campana con perforaciones laterales”

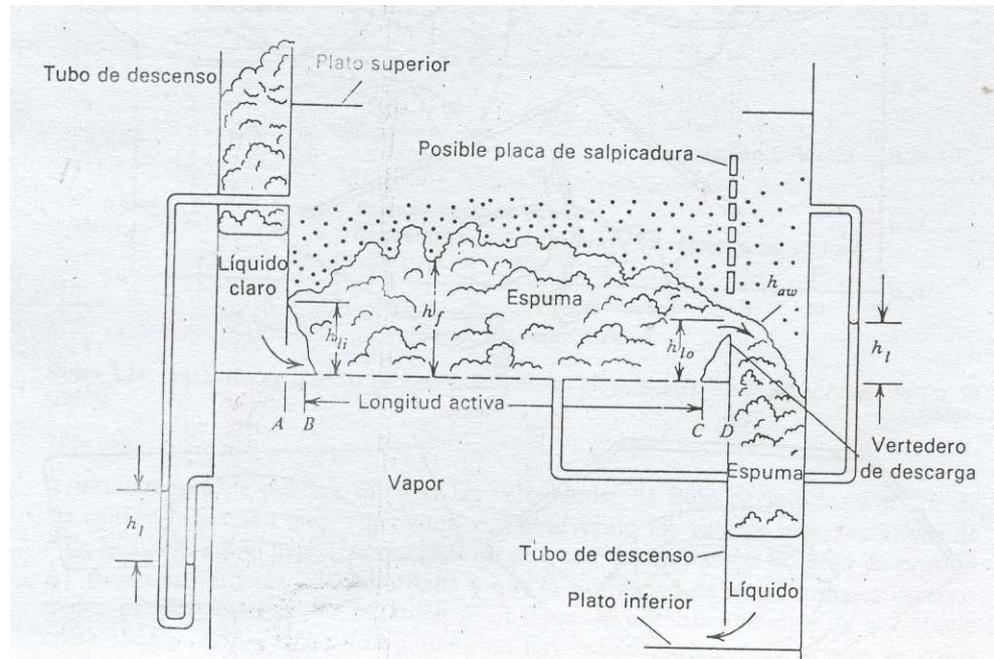


“Campana VST”



“Válvulas representativas: (a) Koch tipo K-1. (b) Koch tipo A. (c) Koch tipo T. (d) Glitsch tipo A-1. (e) Glitsch tipo V-1”.

**En nuestro diseño, utilizaremos los platos perforados ya que se ajustan mejor a nuestras necesidades.** Los platos perforados son de la siguiente manera:



"Fig.1. Plato perforado"

Los platos perforados más ampliamente utilizados tienen placas con perforaciones, circulando el líquido con flujo cruzado a través del plato. Sin embargo, también se utilizan platos de "lluvia" como flujo en contracorriente y sin tubos de descenso, en el que el líquido y el vapor fluyen a través de los mismos orificios. Una versión, el plato Turbogrid de la Shell Development Company, es una rejilla plana de ranuras paralelas; otra versión, el plato Ripple, es un plato ondulado con pequeñas perforaciones. Existen también diseños híbridos de platos perforados y de válvulas, combinando las ventajas de la baja caída de presión y bajo coste de platos perforados con el amplio intervalo de operación de los platos de válvula.

Tanto los platos perforados como en las válvulas de contacto se produce entre el vapor que asciende a través de los orificios y la masa del líquido que se mueve a través del plato, en la figura 1, se observa que el líquido baja por el tubo de bajada del líquido. En el intervalo comprendido entre A y B se representa líquido claro de altura  $h_{li}$ , debido a que habitualmente no hay orificios en esta parte del plato.

Desde B hasta C es la llamada parte activa, con una elevada aireación y una altura de espuma  $h_f$ . La altura de líquido  $h_l$  en el manómetro de la derecha puede considerarse como la carga de líquido claro sedimentado de densidad  $\rho_l$ . La espuma comienza a colapsar en C, ya que no hay perforaciones desde C hasta D. La altura de líquido a la salida es  $h_{io}$  y el gradiente hidráulico (que en este caso es prácticamente cero) es  $(h_{li} - h_{io})$ .

El diseño de platos perforados tiene muchos aspectos en común con el de platos de válvula, siendo la principal diferencia la sustitución de los orificios por válvulas como puertas de entrada del gas. Los diámetros de los orificios están generalmente comprendidos entre 0.3 y 1.3 cm, siendo preferidos los orificios más grandes cuando existe la posibilidad de ensuciamiento. Una gran área de orificios contribuye al goteo, mientras que un área de orificios baja aumenta la estabilidad del plato pero incrementa también la posibilidad de arrastre e inundación, así como la caída de presión.



Con frecuencia el tamaño de los orificios y su espaciado son diferentes en las distintas secciones de la columna con el fin de acomodarse a las variaciones de flujo. Otra práctica frecuente es dejar sin construir algunos orificios con el fin de flexibilizar el posible aumento futuro de la carga de vapor.

Cuando se opera con un régimen de flujo adecuado, las velocidades de extracción en columnas de platos perforados son elevadas debido a que las gotas de la fase dispersa coalescen y se vuelven a formar en cada etapa. Esto favorece la destrucción de gradientes de concentración que se pueden formar cuando las gotas pasan sin perturbación a través de toda la columna. Las columnas de platos perforados para extracción están sometidas a las mismas limitaciones que las columnas de destilación: inundación, arrastre y goteo. Con frecuencia se presentan problemas adicionales como la formación de suciedad que sobrenada y que se origina por la presencia de pequeñas cantidades de impurezas.

## 5.2 Rehervidor.

Hay dos tipos principales de equipo tubular vaporizador usado en la industria: calderas e intercambiadores vaporizadores. Las calderas son aparatos tubulares calentados directamente, que por principio convierten la energía del combustible en calor latente de vaporización. Los intercambiadores vaporizadores no tienen fuego directo y convierten el calor latente o sensible de un fluido en calor latente de vaporización de otro. Si se usa un intercambiador vaporizador para la evaporación de agua o de una solución acuosa, es casi convencional llamarlo evaporador. Si se usa un intercambiador vaporizador para la evaporación en el fondo de una columna de destilación ya sea que el vapor formado sea vapor de agua o no, es llamado un hervidor. Cuando no se usa para la formación de vapor de agua y no forma parte de un proceso de destilación, un intercambiador vaporizador se llama simplemente vaporizador. Cuando en conexión con un sistema de general potencia se usa un evaporador para la producción de agua pura o para cualquiera de los procesos asociados con la generación de potencia, se llaman evaporadores para plantas de fuerza. Cuando se usa un evaporador para concentrar una solución química mediante la evaporación del solvente agua, se llama evaporador químico.

Los dos tipos difieren en diseño, Distinto a los evaporadores, el objeto de los hervidores es suministrar parte del calor requerido para la destilación y no un cambio en concentración, aunque generalmente esto último no puede evitarse. Muy a menudo se aplica el término de evaporador a una combinación de varias piezas de evaporador.

Desafortunadamente ciertas clases de evaporadores se diseñan todavía como parte de un arte en lugar de la suma racional de las resistencias individuales al flujo de calor. Esto se debe a los coeficientes de transferencia con los que ciertas clases de evaporadores operan y la dificultad de identificar cada una de las resistencias individuales pequeñas que todas hacen la resistencia total.

Para el diseño de un recalentador de un solo componente, debe enfocarse la atención hacia el mecanismo de transmisión de calor y de transporte de cantidad de movimiento en la superficie caliente. En sistemas multicomponente (que es nuestro caso), los componentes ligeros se vaporizan, preferentemente, en la superficie, viéndose el proceso limitado por su velocidad de difusión. El efecto neto es reducir la diferencia eficaz de temperaturas entre la superficie caliente y la masa de líquido en ebullición.



Cuando se trata de vaporizar una fracción demasiado elevada de líquido alimentado al recalentador, la diferencia de temperaturas entre la superficie y el líquido se reduce hasta el punto en el que la nucleación y la generación de vapor en la superficie se suprimen, efectuándose la transmisión de calor al líquido a la velocidad más baja, asociada con convección natural en una sola fase. El único procedimiento seguro para el diseño de mezclas, con un intervalo amplio de ebullición, consiste en vaporizar una fracción limitada de alimento, que haga que el punto de ebullición de la mezcla líquida restante sea, al menos, de 5.5 °C (10 °F) inferior a la temperatura de la superficie. Deberá proporcionarse un flujo positivo del líquido, no vaporizado, a través y hacia fuera del recalentador.

Los recalentadores de caldera funcionan en la modalidad de ebullición de piscina, pero con un flujo de calor más bajo, debido a la unión del vapor y la capa superior del haz de tubos. Existen evidencias de que la generación de vapor en el haz provoca una velocidad de circulación elevada a través del haz. El resultado es que, para los flujos más bajos de calor, el recalentador de caldera, en realidad, ofrece coeficientes de transmisión de calor más altos que en un solo tubo. El conocimiento de los datos actuales sobre recirculación es insuficiente para su aprovechamiento en el diseño. Las correlaciones disponibles de ebullición nucleada de piscina solo son muy aproximadas, y no explican las características de la nucleación en diferentes superficies. La correlación de Motinski y la de McNelly mezclas de intervalos estrechos de ebullición a flujos bajos, aun cuando puedan obtenerse errores de hasta un 40 a 50 por 100. Siempre y cuando se disponga de ellos, deberán emplearse coeficientes de transmisión de calor experimentales para ebullición en piscina de un líquido determinado sobre una superficie dada. El flujo máximo de calor del haz es función de la geometría del conjunto de tubos, sobre todo de la densidad de empaquetado de tubos; pero a falta de mejor información, se recomienda la modificación realizada por Palen-Small de la correlación de flujo máximo de calor de Sùber.

Hay muchos tipos diferentes de rehervidores, recalentadores horizontales de termosifón, recalentadores verticales de termosifón, recalentadores de recirculación forzada, ...etc., los más usados son de tipo Kettle, pero en nuestro proceso, estudiaremos la caldereta de marmita, porque como veremos a continuación, este presenta menos inconvenientes. Los inconvenientes de los rehervidores tipo Kettle son los siguientes:

- Más tubos y espacio.
- Costo alto.
- Se ensucia con fluidos sucios
- Tiende a degradar a algunos fluidos debido a los tiempos de residencia altos en la zona de calor.
- Tiempo de residencia bajo olea una sección del rehervidor.

La función principal del rehervidor es que, conectado a la base de una torre de fraccionamiento, proporcione el calor de reebullición que se necesario para la destilación. El medio de calentamiento puede ser vapor o un fluido caliente proveniente del proceso.



### 5.3 Condensador.

Si el producto de cabeza D tiene salida comercial o utilización industrial como vapor, se utilizaría un condensador parcial, pero si por el contrario, posteriormente hubiera que condensar el mismo, puede resultar conveniente la condensación directamente mediante un condensador total.

Un condensador parcial proporciona la corriente de reflujo a temperatura constante coincidente con la temperatura de burbuja del mismo. Un condensador total puede proporcionarla a la temperatura que se desee, por debajo de la de burbuja, pudiendo disminuirse el caudal de la misma  $L_D$ . Si la temperatura de enfriamiento es suficientemente baja.

La función principal de un condensador parcial, es condensar vapores a un punto bastante elevado para proporcionar una diferencia de temperaturas suficiente para precalentar una corriente fría de fluido de proceso. Esto ahorra calor y elimina la necesidad de proporcionar un precalentado por separado (que utilice vapor o llama).

- Selección del tipo de condensador. Existen diversos factores que influyen en la selección del condensador, como lo son la temperatura, la presión, entre otros. Es importante considerarlos, para determinar, si la condensación se realizará por dentro o por fuera de los tubos, en el caso del condensador de tubos y coraza. Para las tablas de selección se tomó como referencia el trabajo de Odreman (2000) y Kister (1992). En la Tabla 1, se presentan los parámetros para seleccionar el equipo según las condiciones de operación; tanto para condensación total como parcial.

Tabla 1. Parámetros para la selección del condensador (total y/o parcial).

<i>Factores</i>	<i>Condensación por los tubos</i>	<i>Condensación por la coraza</i>
Presión	Alta (más de 150 psi)	Baja (menor de 150 psi)
Caída de presión	Baja (1-2 psi)	Alta (hasta 10 psi)
Corrosión	Vapores corrosivos	-
Ensuciamiento	Mezclas con impurezas	-
Temperatura	Menores de 400 °C	Mayores de 400 °C
Subenfriamiento	-	Si el condensado puede subenfriar

Para nuestras características de diseño, escogemos la condensación por la coraza. Otro factor importante en la selección de un condensador es la orientación (vertical u horizontal). En las Tablas 3 se presentan una serie de recomendaciones para realizar una elección apropiada cuando.



Tabla 3. Parámetros de selección de un condensador total en la coraza

	<i>Vertical</i>		<i>Horizontal</i>
	<i>Flujo ascendente</i>	<i>Flujo descendente</i>	
Vapor simple	Bueno	Bueno	Bueno
Multicomponente	Bueno	Regular	Bueno
Subenfriamiento	Regular	Malo	Regular
Alta caída de presión	Bueno	Malo	Bueno
Baja caída de presión	Bueno	Regular	Bueno
Refrigerante	Bueno	Bueno	Bueno

De la Tabla 3 escogemos la posición horizontal ya que en todo es favorable excepto en el subenfriamiento, pero para nuestro diseño, el subenfriamiento no nos preocupa.

El condensador elegido, tras ver los parámetros para su selección, el mejor que se ajusta a las condiciones de nuestro diseño, es el condensador horizontal en los tubos, es el que mejor prestaciones nos ofrece.

Condensadores horizontales en la coraza. En este equipo el fluido que va a ser condensado circula por fuera de los tubos. No es apropiado para la condensación total. Tienen una alta caída de presión, sin embargo, la caída de presión puede controlarse utilizando diferentes tipos de carcasas, además el nivel de ensuciamiento se mantiene bajo.

## **6. DOCUMENTOS DEL PROYECTO.**

Relativo al contenido del Proyecto, el Proyecto fin de Carrera ha de constar de los siguientes documentos:

- Memoria del Proyecto (Memoria Descriptiva y Anexos).
  - Memoria Descriptiva.
  - Anexo I: Descripción de los Equipos.
  - Anexo II: Cálculo del número de Etapas Teóricas o Unidades de transferencia de la columna.



- Anexo III: Hidráulica de Platos.
- Anexo IV: Calculo del Área de Intercambio del Rehervidor y del Condensador.
- Anexo V: Diagrama de Procesos.
- Anexo VI: Calculo de Recipientes a Presión.
- Anexo VII: Programas Informáticos y Tablas utilizadas.
- Planos.
  - Plano nº 1: Diagrama de procesos.
  - Plano nº 2: Diagrama de Control e Instrumentación.
  - Plano nº 3: Plano de Conjunto de la Torre de Destilación.
- Presupuesto.

## **7. BIBLIOGRAFÍA.**

- *PERRY, MANUAL DEL INGENIERO QUÍMICO*, Perry, R.H. y Green, D.W., 7ª edición, Ed. McGraw-Hill, 2001.
- *OPERACIONES DE SEPARACIÓN POR ETAPAS DE EQUILIBRIO EN INGENIERÍA QUÍMICA*, Ed. Reverté, E. J. Henley y J. D. Seader.
- *PROCESOS DE TRANSFERENCIA DE CALOR*, Kern y Donald Q., Ed. Cecs, México 1986
- *MANUAL DE PROCESOS QUÍMICOS EN LA INDUSTRIA*, Austin, George T., Ed. M.cGraw-Hill, 1997.



- *INTRODUCCIÓN A LA INGENIERÍA QUÍMICA*, Guillermo Calleja Pardo, Ed. Síntesis, 1999.
- *CONTROL E INSTRUMENTACIÓN DE PROCESOS QUÍMICOS*, Ollero de Castro, P. y Fernández Camacho, Ed. Síntesis, 1997.
- *ANALYSIS, SYNTHESIS, AND DESIGN OF CHEMICAL PROCESSES*, Second Edition by Richard Turton, Richard C. Bailie, Wallace B. Whiting, Joseph A. Shaeiwitz, 2001.
- *ANALYSIS, SYNTHESIS, AND DESIGN OF CHEMICAL PROCESSES*, First Edition by Richard Turton, Richard C. Bailie, Wallace B. Whiting, Joseph A. Shaeiwitz, 1996.
- *CHEMICAL PROCESS EQUIPMENT, SELECTION AND DESIGN*, Butterworth-Heinemann Series in Chemical Engineering, 1990.

## **8. PROGRAMAS INFORMÁTICOS UTILIZADOS.**

En el presente proyecto, se utilizan multitud de hojas cálculo en Excel, para realizar todo tipo de determinaciones. Todas las propiedades de anexo donde había que estimar valores para obtener los datos necesarios.

Otro programa utilizado es CHEMCAD. Con este programa se comprueban los resultados obtenidos y además, se determina algunos de los datos utilizados en la ecuaciones de cálculo del proyecto para la torre, condensador y rehervidor.

Por último, destacar que también se utiliza MATLAB. Se elabora un programa con el que se realiza el cálculo de datos de operación sobre el número de etapas teóricas necesarias, temperatura de burbuja, presiones de Antoine y coeficientes de actividad (programas que se adjuntan en el anexo n° 8, del documento 1, Memoria Descriptiva).