

2- EQUIPOS

Índice

2.1 DESCRIPCIÓN DE LOS EQUIPOS	6
2.1.1 Tanques de almacenamiento.....	6
2.1.1.1 Ácido nítrico, T-101 – T-104	7
2.1.1.2 Ácido sulfúrico, T-105 – T-108.....	9
2.1.1.3 Isopropanol, T-109	10
2.1.1.4 Gasómetro de hidrógeno.....	11
2.1.1.5 Almacenamiento de productos y residuos sólidos.....	13
2.1.2 Reactores	15
2.1.2.1 R-201 & R-202	15
2.1.2.2 HR-301	18
2.1.2.2.1 Catalizador. Filtro y regeneración	21
2.1.2.3 R-401 & R-402	23
2.1.3 Columnas de destilación.....	25
2.1.3.1 Columna de destilación DC-205.....	27
2.1.3.2 Columna de destilación DC-302.....	29
2.1.4 Separador tipo flash	32
2.1.4.1 FS-204	32
2.1.5 Decantadores	34
2.1.5.1 DCT-501	34
2.1.5.2 DCT-502	36
2.1.6 Centrifugadora CTF-503	37
2.1.7 Secador DRY-504	38
2.1.8 Decantador centrífugo	39

Planta de producción de 1-naftol

2. Equipos

2.1.9 Pervaporación	40
2.1.9.1 Pervaporación ácido nítrico	40
2.1.9.2 Pervaporación isopropanol	43
2.1.10 Tanques pulmón	44
2.1.10.1. BT-203.....	44
2.1.10.2. BT-303.....	45
2.1.11 Mezclador MIX-305	45
2.1.12 Servicios	47
2.1.12.1. Caldera de vapor CAL-601	47
2.1.12.2. Calderas de aceite CAL-602 & CAL-603	49
2.1.12.3. Torre de refrigeración TR-604	50
2.1.12.4. Chiller CH-605	51
2.2 LISTADO DE EQUIPOS	52
2.3 HOJAS DE ESPECIFICACIONES DE LOS EQUIPOS	60
2.3.1 Área 100	60
2.3.1.1 Tanques almacenamiento ácido nítrico	60
2.3.1.2 Tanques almacenamiento ácido sulfúrico.....	63
2.3.1.3 Tanque de almacenamiento de isopropanol.....	66
2.3.1.4 Gasómetro.....	69
2.3.2 Área 200	71
2.3.2.1 R-201 & R-202	71
2.3.2.2 Agitadores R-201 & R-202	74
2.3.2.3 BT-203.....	75
2.3.2.4 FS-204	78
2.3.2.5 EX del FS-204	81
2.3.2.6 EX-201	81
2.3.2.7 DC-205	82
2.3.2.8 EX-202	84
2.3.2.9 KR-206	84

Planta de producción de 1-naftol

2. Equipos

2.3.3 Área 300	85
2.3.3.1 EX-301	85
2.3.3.2 HR-301	86
2.3.3.3 Agitador HR-301	89
2.3.3.4 SPG-301	90
2.3.3.5 DC-302	91
2.3.3.6 KR-304	93
2.3.3.7 EX-302	93
2.3.3.8 BT-303.....	94
2.3.4 Área 400	96
2.3.4.1 R-401 & R-402	96
2.3.4.2 Agitadores R-401/402	99
2.3.5 Área 500	100
2.3.5.1 DCT-501	100
2.3.5.2 EX-501	102
2.3.5.3 DCT-502.....	103
2.3.5.4 CTF-503	105
2.3.5.5 DRY-504	107
2.3.5.6 Empaquetadora	108
2.3.6 Área 600	109
2.3.6.1 Caldera de vapor CAL-601.....	109
2.3.6.2 Calderas de aceite CAL-601 y CAL-602	111
2.3.6.3 Torre de refrigeración TR-604	113
2.3.6.4 Chiller CH-605	115
2.3.7 Área 900	117
2.3.7.1 Tanques de recogida	117
2.3.8 Área 1000	120
2.3.8.1 Decantador centrífugo DCTCF-1003	120
2.3.8.2 Pervaporación isopropanol PERVP-1002	122
2.3.8.3 Pervaporación nítrico PERVP-1001	124
2.3.8.4 Tanque de almacenamiento recuperación isopropanol T-1002	126
2.3.8.5 Tanque de almacenamiento recuperación ácido nítrico T-1001	129
2.3.8.6 Tanque de almacenamiento residuos sólidos T-1004.....	132

Planta de producción de 1-naftol

2. Equipos

2.3.8.7 Tanque de almacenamiento recuperación 1-nitronaftaleno T-1003	135
2.3.8.8 Tanque de almacenamiento de agua, sulfato de amonio y ácido sulfúrico T-1005	138
2.3.8.9 Tanque de almacenamiento 1-naftilamina T-1006	141
2.4 AISLAMIENTOS	144
2.5 BIBLIOGRAFÍA	147

2.1. Descripción de los equipos

2.1.1. Tanques de almacenamiento

Los tanques de almacenamiento se encuentran en el área 100 de la presente planta de producción de 1-naftol.

Como características comunes de todos estos tanques, excepto el de hidrógeno, destacan las siguientes:

- Se tratan de tanques de almacenamiento de fondo plano, ya que para estas capacidades son mucho más económicos que los tanques elevados y de fondo cónico.
- El nivel y peso de producto contenido en los tanques se encuentra controlado por los correspondientes sensores de nivel y células de carga, respectivamente.
- La entrada a éstos se realiza por la parte superior y el paso de dichas sustancias se regula mediante válvulas automáticas ON/OFF de bola (AV).
- La salida de producto a proceso se realiza por la parte inferior y es regulada por válvulas ON/OFF de bola.
- No se decide inertizar dichos tanques, ya que las sustancias con las que se trabaja no requieren de dicha inertización.
- Todos los tanques, exceptuando el gasómetro de hidrógeno, están a presión atmosférica y, por lo tanto, las sustancias que se almacenan se encuentran en estado líquido.

Por otra parte, el hidrógeno se almacena, en estado gas, en un gasómetro a una presión de 100 bar y temperatura ambiente.

Finalmente, mencionar que, por razones de seguridad, se deciden instalar dos líneas más en los tanques de fondo plano:

- Una línea de venteo normal cuyo diámetro nominal, por normativa, es como mínimo el del diámetro de la tubería de producto más grande que sale o entra de

dicho tanque. De esta forma, como las líneas de entrada a todos estos tanques son de 3 pulgadas, el diámetro nominal de la línea de venteo normal será de la misma sección.

En esta línea se debe instalar lo que se llama un apagallamas. Éstos son equipos diseñados para evitar la propagación de explosiones en tuberías y venteos de diversos equipos de planta. Así, los apagallamas deben estar certificados por la normativa ATEX.

- Una línea de venteo de emergencia que se calcula en función del caso en que haya un incendio en el tanque. En este caso, se ha decidido por establecer que el diámetro de esta línea sea de 4 pulgadas, ya que es un valor típico en tanques de estas características. Estas líneas de emergencia estarán compuestas por un disco de ruptura tarado a una sobrepresión un 20% superior a la de trabajo, es decir, a una sobrepresión de 200 mbar.

2.1.1.1. Ácido nítrico, T-101 - T-104

En la zona de almacenamiento, área 100, se encuentran dos zonas diferenciadas. La primera de éstas está compuesta por cuatro tanques de almacenamiento de ácido nítrico y otros cuatro de ácido sulfúrico. A su vez, a una distancia determinada se encontrará el tanque de isopropanol y el de hidrógeno también en esta misma zona.

El ácido nítrico debido a sus características físicas y químicas, interesa almacenarlo a temperatura ambiente y presión atmosférica. Además, se encontrará a una composición del 63%, dado que es una composición básica que se puede encontrar a nivel comercial con más facilidad y al mismo tiempo más económico.

Así, a concentraciones superiores se forma un azeótropo que es mucho más difícil de tratar y que, por lo tanto, hace incrementar el precio de venta de este ácido. Otra razón es que esta concentración es la misma a la que se utiliza en los reactores R-201 y R-202 y así no habrá que hacer ningún tipo de dilución de este ácido para poder usarlo en dichos reactores.

Al día, se necesitan aproximadamente unos 23 m³ de este reactivo; esto hace que se necesite un parque de tanques bastante grande para poder cubrir los requisitos semanales. Para ello se han establecido 4 tanques de aproximadamente unos 52 m³ de capacidad máxima para poder cubrir el volumen semanal que se utilizará, habiendo considerado un 20% de sobredimensionado de éstos. El hecho de que estos tanques no estén siempre a su capacidad máxima se debe a temas de seguridad que se comentarán en posteriores apartados.

Otro punto a remarcar, sería que a medida que se va trabajando y gastando este ácido, hay una porción que no reacciona y que se irá recuperando. Esta pequeña porción se podrá volver a introducir en estos tanques en caso de que se retornase a la misma concentración.

Además, si el ácido recuperado no estuviera al 63 % de composición básica, se debería diluir con agua hasta conseguir la composición deseada; que realmente es lo que se hace en el tanque T-1001.

En cuanto al tema de materiales, al tratarse de tanques que contienen ácido nítrico se decide que el material del que estén compuestos estos tanques será el acero inoxidable AISI 304, ya que presenta unas condiciones óptimas para este tipo de reactivo. Otras posibles opciones serían diferentes tipos de plásticos, pero en términos económicos serían más caros y, por lo tanto, se descartan.

En lo que se refiere a las dimensiones de estos tanques de almacenado, según el código API se determina que serán unos cuerpos cilíndricos de 7 metros de altura por 3 de diámetro y para ello tendrán un espesor de 9 mm, debido a la gran corrosión que produce este reactivo.

Cabe destacar que el ácido nítrico, como se verá en su ficha de seguridad, por sí solo no es combustible ni hay peligro de explosión, pero hay que procurar siempre que no entre en contacto con otros compuestos orgánicos, dado que este hecho sí que podría llegar a provocar un incendio o explosión.

Por último destacar que estos cuatro tanques estarán contenidos en un cubo conjunto de unos 0.36 m de profundidad, separados entre ellos un mínimo de 2 m y con la pared a una distancia de 1 m. Por lo tanto, se consigue que, en caso de derrame, se pueda canalizar éste y, por lo tanto, no verter ni perder este ácido.

2.1.1.2. Ácido sulfúrico, T-105 – T-108

Tal y como se ha comentado para el ácido nítrico, la otra zona más destacada en el área 100 serán los otros 4 tanques de almacenado de ácido sulfúrico que se utilizarán como catalizador en la reacción de hidrólisis de los reactores R-401 y R-402.

La concentración necesaria de este ácido para poder llevar a cabo la reacción es del 98%. Por esta razón, se comprará y almacenará a esta misma concentración.

En lo que se refiere a temas de seguridad, se ha de comentar que este ácido no es ni combustible ni inflamable, pero diluido y en contacto con metales puede producir hidrógeno que sí que es un producto muy inflamable, como se verá posteriormente. Por lo tanto, se debe evitar que entre en contacto con otras substancias.

Además, cabe destacar que es un reactivo muy peligroso a la hora de ser manipulado, dado que es corrosivo y puede ser perjudicial para la salud, y que reacciona con el agua disolviéndose y creando un medio ácido que se debe controlar.

Ya centrandonos en temas de almacenamiento, en términos de cantidades se necesitan diariamente unos 13.2 m^3 aproximadamente. Por consiguiente, a la semana las cantidades serán algo inferiores a las de ácido nítrico. De esta forma, se establecerán 4 tanques de unos 33 m^3 de capacidad máxima, contando el respectivo sobredimensionado, para poder cubrir los requisitos semanales.

En lo que se refiere al tema de materiales, tales tanques no estarán compuestos por el mismo material que el de los tanques de HNO_3 , sino que interesa que estén hechos de fibra de vidrio tipo C dado a las condiciones físicas y químicas de este ácido. Este tipo de fibra de vidrio, sería más conveniente que no otros tipos de aceros.

A su vez, siguiendo el código API, las dimensiones serán de 5.95 m de altura por 2.7 m de diámetro y considerando un grosor de 5 mm, ya que dicho ácido no es tan corrosivo como el HNO_3 . Puntualizar que habría que escoger un espesor mínimo de 4.76 mm, pero el mínimo posible para una chapa sería de 5 mm. Por esta razón, se escoge el mínimo.

Por último destacar que de igual forma que para el ácido nítrico, los cuatro tanques se encontrarán dentro de un cubeto de 0.4 m de profundidad y separados a una distancia de 1 m con la pared. A su vez, debido a la inexistencia de peligro ante el contacto de estos dos ácidos, estos dos cubetos que contendrán los 8 tanques estarán una a continuación del otro.

2.1.1.3. Isopropanol, T-109

Además de los 8 tanques de materias primas que se han comentado, a una distancia de aproximadamente unos 1.50 m de estos dos cubetos, se encuentra el tanque de isopropanol necesario para la reacción de hidrogenación, llevada a cabo en el reactor HR-301.

Este tanque se encontrará separado de los tanques T-101 a T-108 a la distancia anteriormente citada debido a sus características tanto físicas como químicas. Tal y como se verá en su hoja de seguridad este producto es inflamable y, por lo tanto se debe almacenar tratándolo como otros inflamables, en zonas bien ventiladas, con los equipos de protección pertinentes contra incendios, y sobre todo destacar que no esté en contacto directo con el sol o de otras fuentes de calor o que puedan ser focos de ignición. Es por esta razón, que se instala un hidrante justo al lado de dicho tanque.

A su vez, este producto no es como los anteriores que durante la reacción se van consumiendo, sino que se trata de un solvente necesario para la reacción, pero que no se consume y, de esta forma, se irá recuperando.

El isopropanol que se necesita debe estar a una composición másica del 85% y al recuperarlo a partir del corriente de destilado de la columna DC-302 se encontrará a una concentración del 70% aproximadamente. Por lo tanto antes de reintroducirlo en el tanque T-109, se necesitará eliminar una cierta concentración de agua para que se pueda volver a usar de nuevo, este proceso se realiza en el equipo de pervaporación PERVP-1002 y, posteriormente, se diluirá con agua hasta la concentración adecuada en el tanque T-1002. Finalmente, una vez esté a una concentración másica del 85% en isopropanol se volverá a recircular al tanque de almacenamiento T-109. Es decir, como no se consume, se recircula constantemente en un proceso casi en continuo.

La reacción de hidrogenación se hace de forma continua y se necesitará un caudal volumétrico de unos $2.23 \text{ m}^3/\text{h}$. Por esta razón, el tanque instalado será de unos 26.1 m^3 de capacidad máxima, con un volumen máximo de 20 m^3 de isopropanol que no se consumirá y que estará en continua recirculación.

Para el dimensionado de este reactor, también se utilizan el código API y se establece una altura de 5.51 m y un diámetro de 2.5 m , dando un espesor de 5 mm porque es un producto inflamable pero en ningún caso corrosivo. Por lo tanto, el espesor no es de los factores más determinantes, sino que como en el anterior caso será el mínimo exigido.

Por otra parte, para la construcción de dicho tanque, se realizará con acero al carbono AISI 1025, ya que no se necesitan materiales específicos para este caso.

Finalmente, decir que al tratarse de un compuesto inflamable, se instalará un cubeto que pueda proteger de forma conveniente el líquido que se está tratando. Las dimensiones de este cubeto son mucho más destacadas que las de los anteriores. Así, se realizará un cubeto de 0.17 m de profundidad.

2.1.1.4. Gasómetro de hidrógeno T-110

Las necesidades de hidrógeno para la reacción de hidrogenación son de unos $7.5 \text{ m}^3/\text{h}$ aproximadamente.

Debido a estas grandes cantidades, se opta por la instalación de un gasómetro de hidrógeno en lugar de estar continuamente utilizando bombonas de dicho gas.

Por lo tanto, el gasómetro se diseña para una capacidad que pueda garantizar la producción durante una semana. Así, el hidrógeno vendrá a través de un gasoducto donde se hace circular el hidrógeno a alta presión (100 bar), hecho que implica una gran cantidad molar de dicho compuesto y el abaratamiento de costes de transporte.

De esta forma, con el volumen necesario de hidrógeno, la ecuación de la ley de gases ideales y la ecuación del volumen de una esfera se calculará el parámetro básico para el diseño del gasómetro, el diámetro. La presión de almacenamiento de hidrógeno será de 100 bar. Los resultados se adjuntan en la siguiente tabla.

Tabla 2.1.1.4.1. Dimensiones del gasómetro.

Volumen (m ³)	1270
Radio (m)	6.72
Diámetro (m)	13.44

El espesor estará determinado por la empresa constructora del gasómetro. En este caso, se ha escogido la empresa Spécial TEXTILE. Según la presión de almacenamiento del hidrógeno, el volumen y el radio, la empresa Spécial TEXTILE diseñará el gasómetro con un espesor determinado para poder soportar la presión de almacenamiento.

Finalmente, destacar que el suministro de hidrógeno se obtendrá por parte de la industria Air Liquide. Dicha empresa ofrece el suministro de hidrógeno tanto en bombonas como camiones con capacidades de hasta 30 m³ e incluso a través de gasoductos.

Por consiguiente, aunque el hidrógeno viniese almacenado a una mayor presión (200 bar), el volumen de este gas a transportar por semana sería excesivo (alrededor de 600 m³). De esta forma, con el fin de abaratar costes de transporte y dado las altas necesidades de dicho reactivo, se decide que el suministro se realice a través de un gasoducto.

Por lo tanto, la presente planta acuerda con la empresa Air Liquide la instalación de este gasoducto y, para ello, en el apartado de la evaluación económica se tienen en cuenta tanto los costes de instalación y mantenimiento del mismo como el coste de dicho gas.

2.1.1.5. Almacenamiento de productos y residuos sólidos

Finalmente, en el área 100 se encuentra una zona destinada al almacenamiento del naftaleno utilizado como materia prima, la mezcla de nitronaftalenos recuperada y el producto final, el 1-naftol. Sin embargo, esta zona de almacenamiento de sólidos estará ubicada a una determinada distancia del parque de tanques y provista cerca de la puerta de entrada de camiones con el fin de que sea más fácil su suministro y venta.

De esta forma, esta zona estará formada por tres almacenes distintos y no conectados entre sí donde se almacenarán tales productos.

El almacenamiento del naftaleno será en el primer recinto cerrado, separado de todo oxidante fuerte y del resto de productos sólidos. No debe haber ningún desagüe ni alcantarilla en este recinto para evitar la posible contaminación del agua. Se deberán tener en cuenta las medidas de seguridad de las fichas de seguridad presentadas en el apartado de seguridad.

El almacenamiento de dicho producto se dispondrá en big bags de 1000 kg de capacidad cada uno. Para su control, se deberán instalar básculas para pesar correctamente estos big bags y cerciorarse que cada uno contiene la cantidad establecida.

Por otra parte, el almacenamiento de 1-naftol deberá ser en otra área cerrada, en recipientes cerrados herméticamente y el área deberá estar aislada de la luz solar. En su defecto se puede usar un recipiente resistente a ésta misma. El área debe ser fresca, seca y bien ventilada y el producto deberá estar protegido contra daños físicos y aislado de toda fuente de calor o ignición. Así, los materiales oxidantes deberán estar alejados completamente de este producto.

Además, debe tenerse en cuenta que los recipientes de este producto pueden ser peligrosos al vaciarse ya que retienen residuos del producto en forma sólida o en polvo. Se deberán tener en cuenta todas las medidas de seguridad determinadas en la ficha de seguridad del apartado de seguridad. El almacenamiento propiamente dicho se hará en big bags de 1000 kg cada uno y se asegurará una báscula para pesarlos correctamente, además de un correcto acondicionamiento del entorno (nivel de luz mínimo, aislado de oxidantes, etc.).

Planta de producción de 1-naftol

2. Equipos

En adición, estos big-bags se reposarán sobre palé a una cierta altura con el suelo para asegurar de que no cojan humedad.

El último de los tres almacenes cerrados se destinará al almacenamiento de los productos 1-nitronaftaleno, 2-nitronaftaleno y 1,5-dinitronaftaleno que se recuperarán de la corriente 208 del presente proceso. Así, dichos compuestos salen de la columna de destilación DC-205 a una temperatura de 320°C aproximadamente y en enfrián en un intercambiador de calor (EX-1005) hasta los 64°C para poder ser almacenados como sólidos en el tanque T-1004.

Una vez sólidos, se descarga el contenido, por gravedad, en big-bags y se almacenan en este tercer almacén para su posterior recogida por parte del gestor establecido.

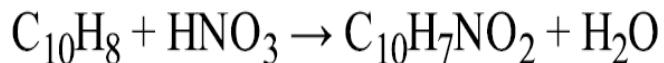
Finalmente, destacar que el 1-nitronaftaleno y la 1-naftilamina, que se recuperan como consecuencia del correspondiente tratamiento (especificado en el apartado de medioambiente), siguen las mismas premisas de almacenamiento que las anteriores sustancias. Sin embargo, el almacenamiento de dichas sustancias únicamente es temporal, ya que una vez se dispone de la cantidad suficiente, estas sustancias se reutilizan en las reacciones de nitración e hidrólisis, respectivamente.

Así, el 1-nitronaftaleno sólido, separado en el decantador centrífugo, y la 1-naftilamina (recuperada en las aguas madres de la centrifugadora) se almacenan en los tanques T-1003 y T-1006, respectivamente.

2.1.2. Reactores

2.1.2.1. R-201 & R-202

Los reactores R-201 y R-202 son la base del área 200 dado que son los encargados de realizar la primera reacción del proceso, la nitración del naftaleno con ácido nítrico para formar 1-nitronaftaleno, tal y como se observa en la siguiente reacción:



Se trata de dos reactores tipo fed-batch o semibatch en los cuales se carga el naftaleno proveniente en *big bags* que, posteriormente, se debe fundir debido a que se encuentra en estado sólido a temperatura y presión atmosférica. Por lo tanto, es necesario aportar calor para fundirlo a través de una media caña dotada tanto de servicio de calefacción con vapor como de refrigeración con agua de chiller. Tanto estos dos reactores como los de hidrólisis presentan un sistema de inertización con nitrógeno para evitar posibles explosiones y mejorar la eficiencia de la reacción al no reaccionar tales compuestos con el oxígeno atmosférico.

Una vez el naftaleno ya se encuentra en estado líquido, se enciende la agitación y se procede a empezar a añadir el ácido, reacción que durará alrededor de cuatro horas.

Al ser una reacción muy exotérmica, del orden de 575 KJ/mol, es preferible no añadirlo de golpe ya que provocaría un aumento considerable y rápido de temperatura que no se podría disipar con el área de intercambio que se dispone. Por lo tanto, el ácido nítrico se irá añadiendo con un caudal de 2.53 m³/h a temperatura ambiente durante una hora y, pasada esta hora, se dejará reaccionar tres horas más para que se llegue a la conversión máxima esperada.

Para poder hacer frente a este calor desprendido en la reacción, los reactores disponen de un sistema de agua de refrigeración de tipo media caña para mantener el reactor a 70°C. Se ha optado por utilizar este tipo de refrigeración debido a que es mucho más eficaz que una camisa, ya que de este modo el agua tiene que seguir un recorrido determinado consiguiendo así un contacto uniforme, sin caminos preferenciales, a lo largo de todo el reactor.

Planta de producción de 1-naftol

2. Equipos

Concretamente, el área necesaria de contacto en cada reactor es de 25.25 m² para mantener la temperatura, teniendo a su alrededor un total de 43 espiras con un diámetro de 5 pulgadas y una separación media entre ellas de 48.5 mm. Sin embargo, la distancia entre espiras será menor en la parte inferior del reactor y, por lo tanto, se permite establecer la mayor parte de ellas en la parte inferior de dicho reactor, ya que es donde se encontrará la mayor parte del líquido y donde más intercambio se necesitará. Además, para cada espira se considera un espesor de 1 mm.

Llegados a este punto, es necesario puntualizar que tal y como se ha explicado en el apartado de la descripción detallada del proceso, se desconoce la cinética de reacción y, por lo tanto, no se puede determinar las necesidades de refrigeración en cada momento de la reacción.

Por lo tanto, el diseño de la media caña se realiza para el instante en el que la diferencia de temperaturas es mayor, necesitando un caudal máximo de agua de refrigeración. Este instante se corresponde con los primeros minutos de reacción en el que se acentúa el carácter exotérmico de la misma. Además, se considera que el calor desprendido por la reacción será uniforme (no es cierto) y, por lo tanto, para determinar el calor que se genera y que, por lo tanto, es necesario disipar, se divide la energía generada por la reacción entre el tiempo que dura dicha reacción.

Por otra parte, al ser preciso también un aporte externo de calor para fundir el naftaleno, se utilizará la misma media caña para ambas operaciones. Se aportará el calor necesario mediante vapor de agua durante media hora para llegar a fundir por completo éste, ya que la temperatura de fusión del naftaleno es de 81°C y, por lo tanto, tendrá que elevarse a una temperatura superior.

Mientras que para la refrigeración se utilizará agua proveniente de chiller (5°C), que permitirá controlar la temperatura de la mezcla líquida entre 80 y 70°C, sabiendo que esta última temperatura es a la que se desea que se lleve a cabo la reacción.

Si se habla de cifras exactas, durante la fundición del naftaleno (al final la mezcla será totalmente líquida), que se realiza en 30 min, se pasará vapor de agua a una velocidad de unos 21.21 m/s. Por el contrario, a partir del inicio de la reacción y a medida que se vaya añadiendo el ácido nítrico, se irá pasando agua de refrigeración a una velocidad de 2.97 m/s.

Se consideran adecuados estos valores de velocidades de agua y vapor por la media caña. Así, esta agua de refrigeración provendrá de los grupos de frío o *chiller's* a una temperatura de entrada de 5°C y saldrá a una temperatura de 20°C.

En términos de producción, cabe destacar que aparte del producto deseado y el agua, la reacción también produce, aunque en menor proporción, los isómeros 2-nitronaftaleno y 1,5-dinitronaftaleno, que se tendrán que tratar posteriormente.

Por lo que hace referencia a las dimensiones de este reactor, se detallan perfectamente en las hojas de especificación, pero aquí se darán algunos de los datos más relevantes. Entre ellos el volumen será de 12.76 m³, con una altura de 7.5 m y un diámetro de 1.5 m. Por lo tanto, la relación L/D que se obtiene es de 5.

Ambos reactores están construidos de acero inoxidable 304 ya que prestaban unas condiciones óptimas tanto para la contención de naftaleno como para la de ácido nítrico.

De esta forma, y siguiendo el código API, se determinó que el cuerpo cilíndrico del reactor tendría una chapa con un espesor de 6 mm y ambos fondos toriesféricos una chapa de 8 mm de grosor, considerando 1 mm de corrosión en ambos casos.

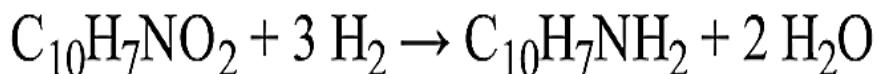
Por otro lado, el reactor también dispone de un agitador para asegurar la homogeneidad y el alto grado de mezcla en todo el reactor. Éste está formado por cinco turbinas cuyo motor tiene una potencia de 24 KW considerando un 80% más de carga. La distancia entre turbinas es la misma que el diámetro de ellas, y equivale a 50 cm. Por último, cada pala del agitador tiene una altura de 7 cm.

Además, con el fin de conseguir una agitación óptima y de carácter turbulento, se han añadido dos *baffle cut* de 15 cm de grosor cada uno.

(Todos estos datos se observan de forma más esquemática en el apartado de hojas de especificaciones de los equipos).

2.1.2.2. Reactor HR-301

Este reactor es el encargado de realizar la reacción de hidrogenación, es decir, la operación principal que tiene lugar en el área 300 y encargada de la transformación del 1-nitronaftaleno a 1-naftilamina a partir de la hidrogenación con hidrógeno gas, como se observa en la siguiente reacción:



Por lo tanto, se trata de un reactor multifásico ya que el nitronaftaleno viene en estado líquido y el hidrógeno se encuentra en fase gas.

Se ha decidido trabajar con un reactor tipo *bubble column*, lo que significa que el hidrógeno se introducirá por la parte inferior del reactor mediante un *sparger* o difusor y se recirculará de nuevo la parte del hidrógeno que no haya reaccionado previa compresión a 100 bar.

De esta forma, antes de la entrada al hidrogenador, se deben instalar un compresor y una bomba que permitan la compresión a 100 bar tanto del hidrógeno como de la mezcla de 1-nitronaftaleno, respectivamente. Si no se instalarán estos dos equipos, la mezcla proveniente de la columna DC-205 no sería capaz de entrar en el reactor porque la presión dentro de éste sería mucho mayor que la del corriente de alimentación.

Al contrario que en la nitración, éste es un reactor en continuo con un caudal de entrada de $5.3 \text{ m}^3/\text{h}$, cuyo tiempo de residencia será de unos 30 min, para así poder conseguir mejor contacto entre los reactivos que se encuentran en estados diferentes.

Al tener los términos de caudal y tiempo de residencia se puede calcular el volumen de líquido existente, y se considera que el gas ocupará una porción de volumen aproximadamente igual que la del líquido. Por esta razón, el volumen del reactor será el doble (líquido + gas), y a parte aplicará el correspondiente sobredimensionado.

En términos de temperatura, la reacción es isotérmica y se lleva a cabo a 190°C .

Para el dimensionado del reactor, éste debe tener una relación L/D de 6.4, con un diámetro de 1.1 m y una altura de 7 m, dando un volumen de 5.7 m^3 . Su cuerpo es cilíndrico y ambos fondos son de tipo toriesférico.

La elevada relación L/D que se ha establecido es debido a que, en este caso, interesa que el hidrógeno que entra en el reactor pueda estar en perfecto contacto con la mezcla líquida que se encuentra en el mismo. Para ello, se establece que la altura del reactor sea seis veces más elevada que el diámetro y, así, las burbujas de hidrógeno al ir elevándose por el mismo siempre estarán en contacto y la reacción se dará de forma más eficiente.

Este hidrógeno proviene del gasómetro T-110 y entra en el reactor con un caudal aproximado de 7.5 m³/h a una presión de 100 bares. Por lo tanto, para que el 1-nitronaftaleno pueda entrar en el reactor necesita tener la misma presión, que se conseguirá mediante un compresor instalado a la entrada de éste.

Otro tema importante es que el hidrógeno, al ser un gas, como es lógico circulará a una velocidad considerablemente mayor a la del líquido. Por esta razón, se instala una salida por cabezas del hidrogenador por la que el hidrógeno que no haya reaccionado se vuelva a recircular nuevamente en el reactor.

Por otra parte, esta reacción precisa de la presencia de isopropanol al 85% másico en éste, que se tendrá que comprimir igual que los otros reactivos, y como catalizador se utilizará carbón activo rociado con platino el cual se tendrá que ir reponiendo cada cierto tiempo.

A la salida del reactor, se ha obtenido una conversión del 100%, lo que significa que no habrá 1-nitronaftaleno sin reaccionar.

Como se trabaja a una presión tan alta, el reactor tiene que tener unas características apropiadas para poder soportarla. Para el diseño del tanque, lo primero que se determinó fue el material más adecuado para el tipo de reactivos presentes. Se vio que el único material que soporta de una forma excelente el hidrógeno es el acero inoxidable 304 (el mismo material que los reactores de nitración). De esta forma, con la ayuda del código ASME se calculan los espesores de las paredes y se obtiene que para el cuerpo cilíndrico, la chapa tendrá un grosor de 80 mm, y para los cuerpos toriesféricos el grosor será de 100 mm.

Como consecuencia de la insuficiente agitación que proporcionan las burbujas de hidrógeno, se colocará un agitador tipo *pitched blade turbine*. Éste tendrá 7 ejes de agitación, debido a la gran altura que tiene y que en toda ésta se irá produciendo la reacción, ya que el hidrógeno irá elevando el líquido por el reactor, teniendo ambas

salidas tanto líquida como gas (por la parte superior). Entre cada uno de estos ejes de agitación habrá una distancia de 50 cm, siendo el mismo valor que el diámetro de las turbinas. La altura de cada una de ellas es de 7 cm. Se necesitará una potencia de 32 KW considerando un 80% más de carga.

Como en el caso anterior, este reactor también dispone de dos *baffle cut* con un grosor de 15 cm cada uno.

Por lo que hace referencia al calor de reacción, se trata de una reacción exotérmica del orden de 435 KJ/mol. También se ha decidido instalar un sistema de refrigeración de tipo media caña, aunque la línea de vapor sólo se utilice para limpiar esta media caña cuando el reactor no opere.

El área de contacto necesaria es de 9.235 m^2 , por lo que el número de espiras será de 18 con un diámetro de 6". En este caso, será importante que las espiras estén puestas de forma proporcional en todo el reactor (distancia entre espiras 250 mm), ya que interesaría que el intercambio de calor se produzca en todo el reactor, no solo en la parte inferior, dado que es un reactor tipo *bubble column*. El espesor de cada una de las espiras es de 2 mm.

Destacar que el caudal de refrigeración de agua que tendrá que usarse será de aproximadamente unos 2.46 m/s. Por lo tanto, tendrá que ir a una alta velocidad para poder hacer frente a la generación de calor a lo largo del reactor. Esta agua de refrigeración provendrá de los grupos de frío o *chiller's* a una temperatura de entrada de 5°C y saldrá a una temperatura de 20°C.

Por último, como consecuencia de las operaciones de separación realizadas después de la reacción de nitración, no entra apenas 2-nitronaftaleno y ácido nítrico en el reactor, que se podrán considerar prácticamente menoscupables, aunque se tendrán en cuenta en los balances.

2.1.2.2.1. Catalizador. Filtro y regeneración

Tal y como se ha comentado en la especificación detallada del proceso, este reactor de hidrogenación será catalítico. Aunque queda fuera de las bases del presente proyecto, se tratará de forma conceptual la regeneración de dicho catalizador.

El catalizador empleado es carbón activo rociado con platino, hecho que aumenta bastante el coste de éste y, por lo tanto, no puede simplemente tirarse cuando se desactiva o se transforma en polvo de catalizador. Por esta razón, se tratará desde un punto teórico la separación y posterior regeneración del catalizador.

Por una parte, a la salida del hidrogenador se debería instalar un filtro con el objetivo de separar las partículas desactivadas de catalizador del efluente líquido del reactor y, posteriormente, recircular el catalizador aún activado. Además, se purga una cierta cantidad de catalizador.

Se muestra a continuación el esquema del hidrogenador más el correspondiente filtro:

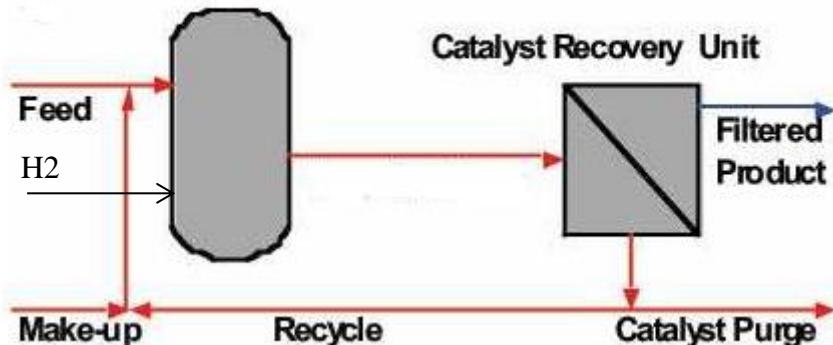


Figura 2.1.2.2.1.1. Hidrogenador HR-301 más filtro para recuperación y recirculación.

Destacar que los sistemas de recuperación de catalizadores deben ser eficientes en la retención de partículas pequeñas, operar de forma totalmente estanca y ofrecer la posibilidad de lavar y secar la torta al acabar la filtración. A nivel industrial, los filtros de bujías de DrM cumplen todos estos requisitos.

Por lo tanto, el filtro instalado a la salida del reactor es del tipo FUNDABAC® producido por DrM (*para más información consultar <http://www.drm.ch>*).

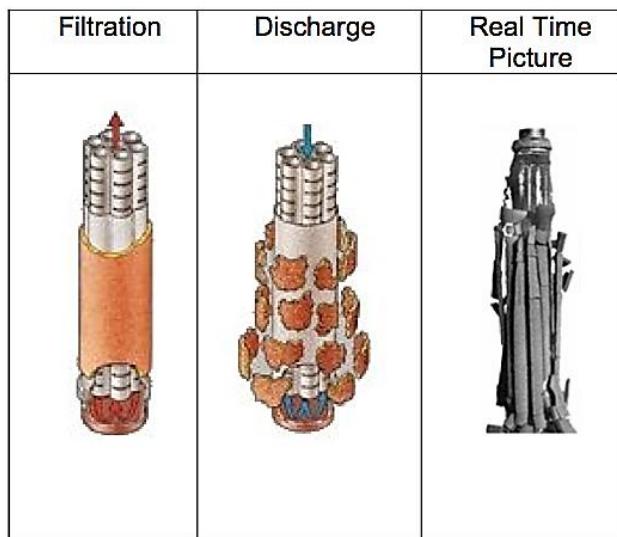


Figura 2.1.2.2.1.2. Filtro FUNDABAC® de DrM.

El medio filtrante es una manga polimérica fijada a la bujía patentada *Fundabac* donde el catalizador es retenido como una capa de torta. Las bujías se presurizan mediante una breve pulsación en contracorriente para descargar la torta al final del ciclo filtrante, expulsando cualquier partícula de los poros del medio filtrante. El *Fundabac* es un filtro auto-limiante con control automático.

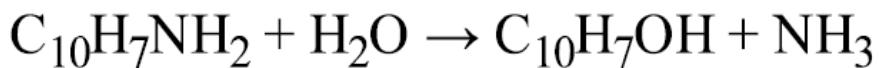
De esta forma, las partículas del catalizador retenidas en el filtro y que no se recirculan se deben llevar al propio proveedor para que pueda activarlas de nuevo.

De forma breve, la operación de regeneración y reactivación consiste en tratar dicho catalizador en una columna con aire a alta temperatura y elevada humedad con el objetivo de quemar las partes desactivadas de dicho catalizador y así poder reconfigurar la estructura del catalizador.

Dicha operación supondrá un coste adicional aunque siempre será económicamente más viable que desechar el catalizador y comprarlo de nuevo fresco ya que el proveedor, al recibir el catalizador desestructurado, es de esperar que haga un precio razonablemente más bajo en comparación con el del catalizador fresco.

2.1.2.3. R-401 y R-402

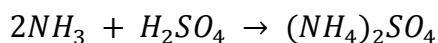
Estos reactores son los encargados de realizar la última reacción del proceso, la hidrólisis. Aquí, la 1-naftilamina reacciona con agua en medio ácido (H_2SO_4 98% wt) para dar el 1-naftol como producto.



La reacción se da a una temperatura de 190°C y una presión de 13 bares. En este caso, la relación entre la altura y el diámetro (L/D) es de 3.2. Por lo tanto, el diámetro de cada tanque será de 1.8 m y la altura de 6 m dando un volumen de 14.2 m^3 cada uno. Como los otros reactores, el cuerpo es de tipo cilíndrico y los fondos toriesféricos.

Se trata de dos reactores de tipo discontinuo (*batch*), que trabajan simultáneamente a medida que llega el caudal proveniente de la segunda columna de destilación DC-302 la cual irá enviando de forma continua en el tanque pulmón BT-303 unos 2.323 m^3/h . Así cada 4 horas se recogerá el volumen de 1-naftilamina, aproximadamente unos 8.1 m^3 y se llenarán estos reactores con esta corriente más unos 2.2 m^3 de ácido sulfúrico y con una cantidad cercana a los 0.8 m^3 de agua para que se dé la reacción. El tiempo de reacción será de 5 horas y se realizan un total de 6 lotes al día, para poder llegar a la producción deseada.

Otro producto de la reacción sería el amoniaco (NH_3), pero debido a la presencia del ácido sulfúrico, que provoca que el pH del medio sea muy bajo, el producto que se formará será el sulfato de amonio. Por lo tanto se producirá simultáneamente y en serie una segunda reacción:



Al ser aparatos a presión, estos reactores se tendrán que diseñar según el código ASME. El material elegido ha sido el acero inoxidable 316 (AISI SA-240), ya que ofrece un comportamiento óptimo por lo que hace referencia al ácido sulfúrico 98%. Se ha determinado un espesor del cuerpo cilíndrico de 14 mm y de 18 mm para los fondos toriesféricos.

Contrariamente a las otras reacciones del proceso, esta reacción es endotérmica con un valor aproximado de 194 KJ/mol. Pero, como consecuencia de esta segunda reacción

Planta de producción de 1-naftol

2. Equipos

que se ha comentado que es muy exotérmica (del orden de 352 kJ/mol), hace que la reacción en general sea exotérmica de un orden bastante menor, 158 kJ/mol.

Por lo tanto se necesitará aportar agua de refrigeración como en los dos anteriores casos para mantener la temperatura de operación; pero esta vez no hace falta que provenga del *chiller*, sino de la torre de refrigeración. Aportando unas cantidades en términos de velocidad de 2.51 m/s de agua, ya sería capaz de haber un intercambio de calor correcto para estos reactores. El área de intercambio es de 3.136 m², que se cubrirán con un total de 8 espiras de diámetro 3" y que se encontrarán principalmente en la parte inferior del reactor, debido a que es donde se encontrará la fase líquida y es en la que más interesa que se produzca este intercambio de calor.

El agitador de los reactores sigue siendo el *pitched bladed turbine*. En este caso se disponen 4 turbinas con una distancia entre ellas de 60 cm. Las aspas tienen un diámetro de 80 cm y una altura de 10 cm. La potencia necesaria es de 1.28 KW, considerando una vez más un 80% adicional de carga. En ese caso el grosor de los dos *baffle cut* es de 18 cm.

Por último, cabe destacar que en tema de espesores, estos dos reactores tendrán según el código ASME, un espesor en la parte cilíndrica de 14 mm y en la parte de los dos toriesféricos de 18 mm.

2.1.3. Columnas de destilación

El diseño de las columnas de rectificación se ha realizado mediante el simulador de procesos HYSYS®, con la herramienta TRAY SIZING.

En la descripción, se detalla el perfil de concentraciones a lo largo de éstas así como alguna de las características más importantes de operación.

A parte de las características intrínsecas tanto operacionales como geométricas de cada una de las columnas de la presente planta, es preciso destacar que estas columnas tendrán lo que se llaman los *internals* de la columna. Entre los *internals* más importantes destacan:

- **Distribuidor de líquido y vapor:** la distribución homogénea del líquido y vapor que circula por la columna es fundamental para el desempeño tanto de columnas de lecho empacado como de platos. Cuanto mejor sea esta distribución, mayor será el grado de separación obtenido. En este dispositivo es necesario que haya un *hold up* que es la cantidad de líquido retenida. Además, este *liquid distributor* suele tener unas dimensiones de tres cuartas partes del diámetro de la columna.

Es importante colocar sobretodo uno justo por encima del plato del alimento (*feed*) que se encontrará en el plato superior al último plato (*from bottom*) de la zona de agotamiento o *stripping* de la columna.



Figura 2.1.3.1. Liquid distributor.

- **Recolectores de líquido:** los recolectores de líquido con el sistema de soporte de empaque integrado ayudan a reducir la altura de la columna. Así, el óptimo diseño de los canales recolectores reduce el cabezal hidráulico en la sección de recolección.
- **Support grid:** se trata de una rejilla de soporte que aguanta todo el peso del material de relleno en las columnas de relleno.

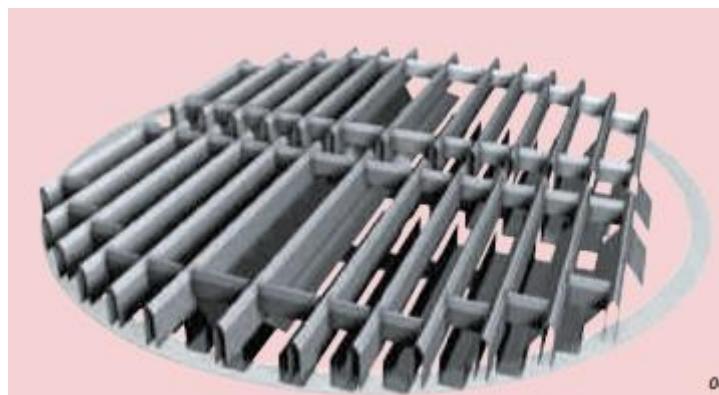


Figura 2.1.3.2. Recolector de líquido + support grid.

- **Boca de hombre:** son entradas temporales a la columna que se utilizan para colocar el relleno en el interior de ésta y ante posibles inspecciones y/o reparaciones de la misma.

De esta forma, en el presente proyecto se diseñan los parámetros más característicos de las columnas DC-205 y DC-302. Por lo tanto, para un diseño más exhaustivo como el de los internals explicados anteriormente, sería preciso contactar con un proveedor habitual, como por ejemplo SULZER.

Finalmente, destacar que el diseño de los condensadores y *reboiler's* de tales columnas se realiza a partir del paquete *Rigorous Heat Exchanger* del HYSYS®. Dichos intercambiadores serán de tipo carcasa y tubos y su diseño se detallará en sus respectivas hojas de especificaciones.

2.1.3.1. Columna de destilación (DC-205)

Esta columna es la encargada de separar los isómeros del 1-nitronaftaleno que se forman en la primera reacción. Éstos son el 2-nitronaftaleno y el 1,5-nitronaftaleno. A parte, también entran en menor proporción agua y ácido nítrico. La columna trabaja a presión atmosférica. Se opera a una relación de reflujo externa de 15 y el condensador es total.

Se trata de una columna de relleno de 58 etapas de equilibrio a una temperatura de 80°C de entrada. El caudal de entrada es de 1943 Kg/h, y se introduce en la etapa de equilibrio número 29 con una composición másica del compuesto clave (1-nitronaftaleno) en este punto de 0.9205.

La temperatura del condensador y, por lo tanto, del destilado es de 140°C, mientras que la del *reboiler* o corriente de salida de colas es de 323°C.

El diámetro de la columna es aproximadamente de 4.115 m y el área de la sección es de 13.3 m². Otro aspecto a destacar es que dicha columna mide 22.4 m con una pérdida de carga a lo largo de la columna de 7.2 kPa.

El relleno utilizado en esta columna es un relleno desordenado de *Ballast Rings Metal (1 inch)*.



Figura 2.1.3.1.1. Relleno columna DC-205. Ballast rings, metal 1''.

Este relleno tiene una altura de plato teórico equivalente (HETP) de 0.4 m aproximadamente.

La corriente resultante del destilado tiene una composición másica de 1-nitronaftaleno de 0.9814. Por otra parte, las composiciones tanto del agua como del ácido nítrico se han reducido hasta 0.0178 y 0.0008 respectivamente y se ha eliminado completamente

Planta de producción de 1-naftol

2. Equipos

la pequeña cantidad de los isómeros presentes a la entrada. De esta forma, se cumplen los requisitos de entrada al hidrogenador para evitar seguir arrastrando productos que produzcan reacciones paralelas no deseadas. En la figura 2.1.3.1.2 se ha representado las composiciones de los componentes clave ligero (LK) y clave pesado (HL) a lo largo de la columna:

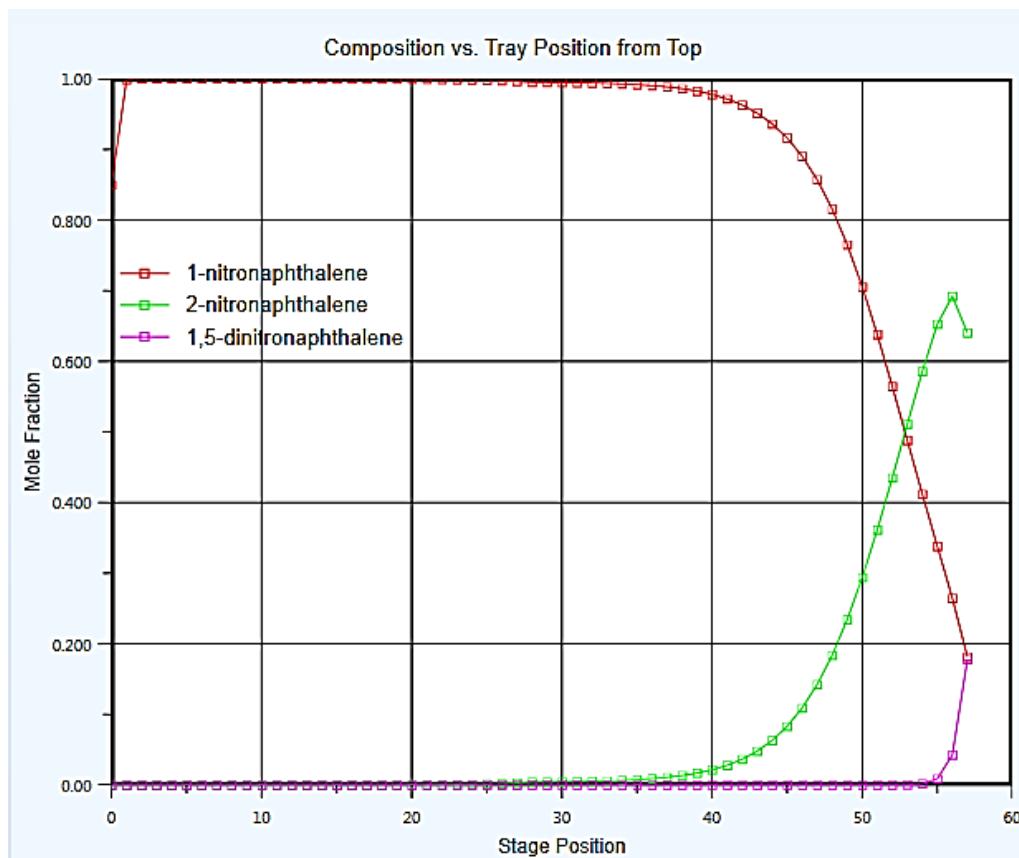


Figura 2.1.3.1.2. Composición de los compuestos en la columna en función de la posición. DC-205.

Como se puede observar, en la figura anterior se encuentran reflejados los aspectos ya comentados. El punto cero del eje x corresponde al condensador de la parte superior de la columna de destilación o *Top*, donde la composición del componente más ligero es casi uno y la de los isómeros es cero. Contrariamente, en la parte inferior (*reboiler*) no hay 1-nitronaftaleno y salen los dos isómeros por completo.

2.1.3.2 Columna de destilación (DC-302)

Esta segunda columna de destilación que se encuentra en el área 300 es la encargada de recibir el corriente que proviene del reactor HR-301, el cual contendrá tanto 1-naftilamina como agua e isopropanol, debido a que este último se utiliza únicamente como disolvente y no reacciona.

Al tener todos estos productos, lo que se intenta es reducir al máximo la concentración sobre todo de isopropanol dado que el objetivo será reutilizarlo en el HR-301 y que quede la menor cantidad de trazas para llegar a la reacción de hidrólisis. En esta columna entraría un caudal de aproximadamente unos $1287 \text{ m}^3/\text{h}$ de esta mezcla conocida (fracción de vapor de 0,60) y se trabajará a unas condiciones de presión atmosférica y una temperatura de unos 90°C en la entrada.

Esta columna de destilación operará a una relación de reflujo de 10 y como en la anterior columna el condensador es total. Esta constará de únicamente 3 platos tamizados, donde la entrada del alimento será en el segundo plato a una temperatura de 90.2°C, como ya se había comentado. La columna está dividida en tres secciones diferentes, con unos diámetros de 1.98, 1.52 y 1.07 metros respectivamente empezando desde arriba. A su vez, la fracción másica inicial de 1-naftilamina es muy baja, sobre el 40% debido a la gran cantidad de isopropanol que se utiliza, llegando a conseguir al final de esta columna un porcentaje muy cercano al 100% donde sólo habrá trazas de agua mayormente.

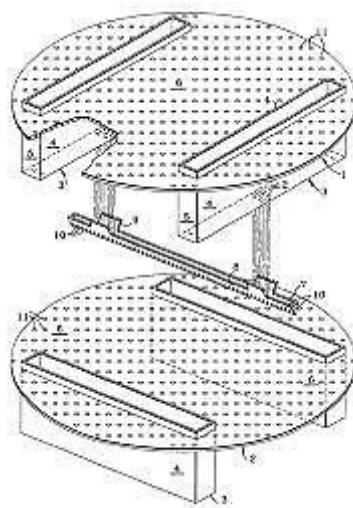


Figura 2.1.3.2.1. Plato tamizado de la columna DC-302.

Planta de producción de 1-naftol

2. Equipos

En términos de temperatura, se puede decir que el destilado se encontrará a una temperatura de 80°C, y por el reboiler saldrá la corriente, conteniendo la 1-naftilamina casi en su totalidad, a una temperatura de aproximadamente 300°C.

Las áreas de sección de la columna, de acuerdo con los diámetros de columna comentados anteriormente son de 3.083, 1.824 y 0.894 m².

Una vez obtenidos los dos corrientes, el de destilado estará compuesto por isopropanol en un 70% aproximadamente y el resto será agua, teniendo un caudal después de pasar por el condensador de 2.82 m³/h.

Por otro lado, la corriente que nos interesa, dado que posteriormente será reactivo en la reacción de hidrólisis los reactores R-401 & R-402, estará compuesta en un 99% de 1-naftilamina, hecho que hace que se pueda observar como esta columna trabaja de forma casi perfecta a nuestros intereses, obteniéndose el resultado que se esperaba. Este caudal será de unos 2.03 m³/h.

A su vez podemos ver la evolución por cada plato tamizado de la composición de 1-naftilamina en la *figura 2.1.3.2.2*:

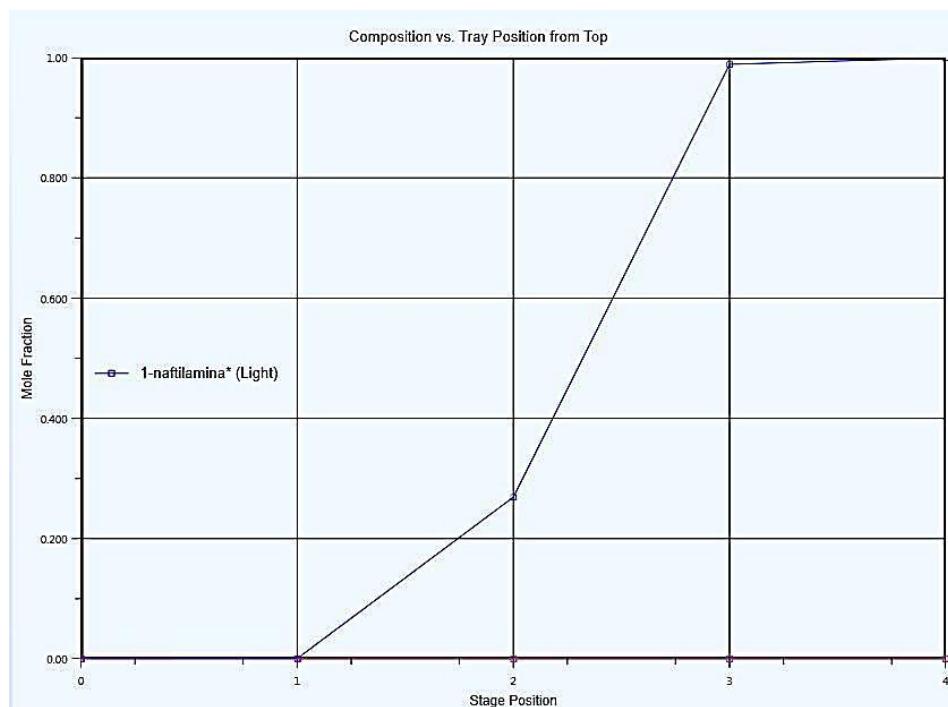


Figura 2.1.3.2.2. Composición de los compuestos en la columna en función de la posición. DC-302.

Planta de producción de 1-naftol

2. Equipos

Tal y como se puede observar en la anterior figura, se observa cómo el porcentaje de 1-naftilamina será muy elevado en la salida de la columna. Esto permite corroborar el elevado grado de separación conseguido de tales compuestos dada la gran diferencia entre sus puntos de ebullición.

2.1.4. Separador tipo Flash

2.1.4.1. Separador Flash (FS-204)

La función de este separador es la de eliminar de la corriente de salida de los reactores R-201 y R-202 el máximo posible de agua y ácido nítrico.

De esta forma, este separador recibirá la corriente de salida del R-201 y/o R-202 en el que se encontraran los diferentes isómeros de nitronaftaleno y a su vez, una concentración de nítrico y agua que se querrá tratar, con la intención de eliminar al máximo estos dos productos para así, posteriormente en la columna de destilación DC-205, únicamente tratar los diferentes isómeros de nitronaftaleno.

Además, el ácido nítrico y agua separados se podrán volver a reaprovechar después de una serie de tratamientos que se comentarán en el apartado de medio ambiente.

Para ello, el separador flash trabajará a unas condiciones de presión atmosférica y una temperatura de entrada alrededor de los 70°C.

Para poder llevar a cabo tal operación, se instala un intercambiador de carcasa y tubos (diseño completo en hoja de especificaciones) que permita elevar la temperatura desde los 70°C hasta los 105°C (temperatura superior a los puntos de ebullición del agua y el HNO_3).

Por lo tanto, se consigue separar la fase vapor que está prácticamente compuesta por el ácido nítrico y el agua, aunque como es lógico contendrá trazas de nitronaftaleno, de la fase líquida, básicamente compuesta por 1-nitronaftaleno, 2-nitronaftaleno y 1,5-dinitronaftaleno. Ambas corrientes saldrán a una temperatura de 105°C y a presión atmosférica.

Este tipo de separador trabajará en continuo, ya que justo después de los reactores R-201 y R-202 se dispondrá de un tanque pulmón (BT-203), el cual irá aportando a partir de la bomba CP-203 unos 3 m^3/h de la mezcla, y a partir de este flash el proceso será en continuo hasta justo después de la columna DC-302.

Además, las dimensiones serán de 2.7 m de longitud y aproximadamente unos 0.76 m de diámetro, con un tiempo de residencia para el líquido de unos 300 segundos. Por lo

Planta de producción de 1-naftol

2. Equipos

tanto, se puede comentar que será poco tiempo el que necesitará estar dentro del separador.

Por último cabe destacar que el flash será de acero inoxidable 304 y tendrá un espesor de 8 mm, permitiendo una corrosión de 4 mm.

2.1.5. Decantadores

2.1.5.1. Decantador DCT-501

Una vez se ha realizado la reacción de hidrólisis, ya se obtiene el producto deseado, el 1-naftol. Sin embargo, aún se debe conseguir la pureza deseada, dado que la corriente de salida de los reactores R-401 y R-402 contiene tanto éste como una gran cantidad de ácido sulfúrico y 1-naftilamina que no han reaccionado. A su vez, tal y como se había comentado, se formará sulfato de amonio debido a la presencia del ácido sulfúrico como catalizador que también se deberá separar.

Para ello se decide trabajar con un decantador o separador de fases cuyo principio básico de funcionamiento será la separación por densidad de las fases presentes.

De esta forma, el producto obtenido se dejará reposar durante diez minutos aproximadamente, con la intención de que se vean diferenciadas las dos fases: la orgánica en la cual estará el 1-naftol básicamente, aunque también aparecerán restos de 1-naftilamina y de agua, y la fase acuosa compuesta por el resto de compuestos.

Justo antes de la entrada a este primer decantador se instala una válvula reductora de presión que hace descender la presión desde los 13 bar hasta presión atmosférica. Esta disminución de presión provocará que la temperatura también descienda desde los 190°C hasta los 179°C y posteriormente hasta los 98.5°C como consecuencia de su paso por un intercambiador de calor (EX-401)

De esta forma, la fase acuosa en la que se encontrará sobre todo el agua, ácido sulfúrico y sulfato de amonio, irá dirigida a un intercambiador de calor que reducirá su temperatura hasta los 25°C para poder ser almacenada en el tanque T-1006 ubicado en el área 100. Esta mezcla es un residuo que se pondrá a la venta en la bolsa de subproductos de Cataluña o bien se enviará a un gestor para un correspondiente tratamiento.

Por otro lado, la fase orgánica se hará circular a otro decantador DCT-502 donde se tratará para poder obtener el producto de interés en estado sólido. Los tiempos de vaciado tanto de esta fase orgánica como de la acuosa serán de 10 minutos.

Para ello se utilizará un decantador que trabajará de forma discontinua, de forma que una vez acabe el lote del R-401 o R-402 se añadirá todo el volumen, unos 10.1 m³ al

Planta de producción de 1-naftol

2. Equipos

decantador y se dejará reposar el tiempo determinado hasta que se vean bien diferenciadas las dos fases y se proceda a la separación de ambos caudales.

Las dimensiones de dicho decantador vendrán dadas por el proveedor y el volumen de decantador necesario es de unos 15.5 m^3 , considerando una altura de 4.5 m por un diámetro de 3 m. A su vez, comentar que el material utilizado para este decantador será un tipo de poliéster reforzado con fibra de vidrio el cual no experimentará prácticamente corrosión.

2.1.5.2. Decantador DCT-502

Tal y como se ha comentado en el anterior apartado, en el área 500 se encuentra este segundo decantador el cual recibirá la fase orgánica que se separa en el DCT-501 en estado líquido y a una temperatura de unos 80°C, dado que entre estos dos decantadores habrá un intercambiador de calor que bajará la temperatura desde los 98.5°C hasta los 80°C con la intención de dejar la temperatura por debajo de la temperatura de fusión del 1-naftol (95°C) pero a su vez por encima de la 1-naftilamina (47°C) y del agua (0°C).

De esta forma, el producto que se va solidificando es prácticamente en su totalidad 1-naftol.

Para poder mantener esta temperatura entre 70-80°C se dotará al decantador de una camisa externa que asegurará que, en ningún caso, la temperatura baje a valores cercanos al punto de fusión de la 1-naftilamina. Como este tipo de operaciones son bastante rápidas, se dejará un tiempo de enfriamiento y, por lo tanto, de decantación de 10 min.

Una vez el 1-naftol se encuentra homogéneamente sólido, el contenido se descarga por gravedad a una centrifugadora y, posteriormente, irá a un secador debido a que, el producto que sale de este decantador, estará en fase sólida pero con un cierto grado de humedad. Por esta razón, interesaría acabar de eliminar todo el líquido para poder conseguir el 1-naftol sólido listo para ser vendido.

Para ello, se trabajará con un decantador de tipo también estático para sólidos, de dimensiones aproximadas de 10 m³ de volumen, considerando una altura de 3.55 m y 2.5 m de diámetro, el cual será de un material igual que el anterior decantador, poliéster reforzado con fibra de vidrio.

2.1.6. Centrifugadora (CTF-503)

Una vez ha precipitado el 1-naftol en el DCT-502, el contenido se vierte por gravedad a este equipo en el cual se dará una rotación de forma que a partir de la fuerza centrífuga se separen las dos fases que se encuentran, la líquida y la sólida. La centrifugadora operará también a una temperatura entre 70-80°C.

Para ello, se dispondrá de un tipo de centrifugadora con cesta que permite que, después de este tiempo de centrifugación, se pueda extraer todo el material sólido a partir de un polipasto, grúa o brazo articulado el cual llevará la mezcla sólida al siguiente equipo, el DRY-504.

Debido a las dimensiones de la centrifugadora (aproximadamente unos 6 m³ de volumen), se establece que el contenido del DCT-502 se centrifugará en dos operaciones distintas, una para la mitad del contenido y otra para el resto.

En este caso, se dará un tiempo de centrifugación de aproximadamente unos 30 min, donde constantemente se irá recirculando las aguas madres (1-naftilamina y agua en fase líquida más una cantidad de 1-naftol arrastrado) de vuelta a la entrada de esta centrífuga.

Esta última parte será muy pequeña en proporción con la fase sólida que se queda retenida en las paredes de la centrifugadora y que, una vez acabado el centrifugado, la mezcla ya bastante sólida se llevará al secador en el cual se intentará acabar de secar para que se encuentre perfectamente sólido y cristalino para su venta.

2.1.7. Secador DRY-504

Otro de los equipos más destacados en el área 500 es el secador.

En este equipo, se descarga con la ayuda de un polipasto la fase sólida proveniente de la CTF-503. Para empezar la operación de secado, se esperará a que se llenen dos lotes de los obtenidos en la CTF-503, ya que las dimensiones de este secador serán más grandes que las de la centrifugadora.

La función básica de este secador es la de, circular aire frío, que al entrar en contacto con el 1-naftol acabará de eliminar los restos líquidos que puedan haber quedado de las operaciones anteriores. Por lo tanto, vendría a ser como un lecho fluidizado donde el 1-naftol se encuentra suspendido y se seca a la vez. De esta forma, se consigue un producto totalmente sólido y que se pueda empaquetar y vender como producto.

El hecho de realizar esta última operación se debe a que, después del decantador, el producto pueda aún estar formado por un conglomerado de líquido y sólido.

Por lo tanto, se trabaja con un secador cuya capacidad es de 20 m^3 y con una longitud de 3 m y 1.5 m, respectivamente.

Además, se instala en la parte superior de este secador una salida que lleva a un ciclón, CYL-505. De esta forma, se consiguen separar y recircular de nuevo al secador los restos que puedan haber sido arrastrados por la corriente de aire.

Finalmente, una vez el 1-naftol se encuentra totalmente seco, el contenido se descarga por gravedad a la empaquetadora para poder empaquetar el 1-naftol en big-bags de 1000 kg cada uno.

2.1.8. Decantador centrífugo

A la salida del flash FS-204, hay un intercambiador de calor donde se baja la temperatura de la corriente de cabezas de 105°C a unos 25°C y se llevará a un decantador rotatorio donde se separará el 1-nitronaftaleno de la corriente de agua y ácido nítrico para, a continuación, poder tratarla ya sin ningún sólido.

La corriente a decantar ingresa en el decantador por la intersección de la parte cónica y cilíndrica del rotor, a través de un tubo de alimentación situado en el centro del eje hueco. La cámara posee 4 orificios para alimentar al rotor.

Luego de salir por el tubo, los sólidos en suspensión se distribuyen en el líquido que gira alrededor del rotor y se van acelerando poco a poco hasta conseguir la velocidad de rotación máxima.

La fuerza centrífuga hace que los sólidos en suspensión se vayan depositando en la parte interior del rotor.

La separación de los sólidos tiene lugar a lo largo de toda la parte cilíndrica del rotor y el líquido clarificado sale por su extremo de mayor diámetro por desbordamiento a través de salidas ajustables en diámetro.

Los sólidos salen por el extremo de menor diámetro, por la fuerza centrífuga que los impulsa hacia las aberturas de salida.

De esta forma, ya se obtiene el 1-nitronaftaleno en forma sólida, que se puede reutilizar, y por otro lado una disolución de ácido nítrico y agua.

Se recuperan, por lo tanto, 10 kg/h, lo que suponen 240 kg/día de 1-nitronaftaleno. Este 1-nitronaftaleno se irá acumulado en un tanque de almacenamiento (T-1003) y cada 20 días aproximadamente habrá acumulado unos 4800 kg, por lo que suplirá la producción de un *batch* de nitración durante ese día.

2.1.9. Pervaporación

2.1.9.1. Pervaporación ácido nítrico

La corriente de agua y ácido nítrico no puede separarse mediante un flash debido a que estos forman un azeótropo. Por esta razón, tales compuestos se separan mediante un mecanismo de separación por membranas llamado pervaporación.

La pervaporación es una tecnología de membranas utilizadas para separar mezclas líquidas, especialmente en la deshidratación de alcoholes, principalmente etanol e isopropanol. El término pervaporación es una contracción de los términos permeación y evaporación, ya que se trata de un proceso en el cual una mezcla líquida se pone en contacto con una membrana selectiva y uno de los componentes de la mezcla se transporta mediante permeación preferencial a través de la membrana, saliendo en fase vapor del otro lado de la membrana como se muestra en la *figura 2.1.9.1.1*.

Una membrana es una estructura interpuesta entre dos fases fluidas, actuando como barrera selectiva en relación al transporte de materia entre las fases adyacentes a ella. Debido a que sólo es necesario evaporar una fracción de la mezcla, el consumo de calor latente es inferior al requerido en la destilación, lo cual representa una gran ventaja de la pervaporación en la separación de azeótropos y mezclas de componentes cuyos puntos de ebullición están cercanos, así como para eliminar sustancias presentes en bajas concentraciones. Además, esta tecnología permite separar compuestos sensibles a la temperatura, ya que no es necesario calentar la mezclar a la temperatura de ebullición.

El vapor obtenido como permeado es rico en el componente que permea de forma preferente y se condensa para posteriores tratamientos; mientras, el retenido se enriquece en el otro componente y puede ser utilizado en otro proceso o reciclado.

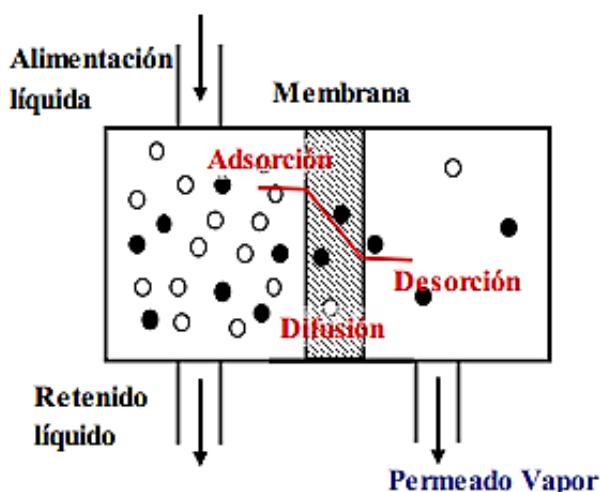


Figura 2.9.1.1.1. Diagrama del mecanismo de pervaporación a través de membrana.

La pervaporación tiene lugar en tres etapas fundamentales: adsorción de los componentes de la mezcla líquida en la membrana, difusión de los compuestos adsorbidos a través de la membrana y desorción en el lado del permeado, con un efecto calorífico. Las membranas de pervaporación se escogen por su alta selectividad, y suelen ser densas, es decir, no porosas.

La fuerza impulsora de la transferencia de materia a través de una membrana de pervaporación es el gradiente de potencial químico del componente que permea desde el líquido de alimentación hasta el vapor del permeado. Se expresa generalmente como gradiente de presiones parciales o de actividad de dicho compuesto. La fuerza impulsora se puede establecer de dos maneras para mantener una presión total reducida en el lado del permeado: aplicando vacío o mediante una purga con un gas de arrastre. Este último sistema es poco frecuente.

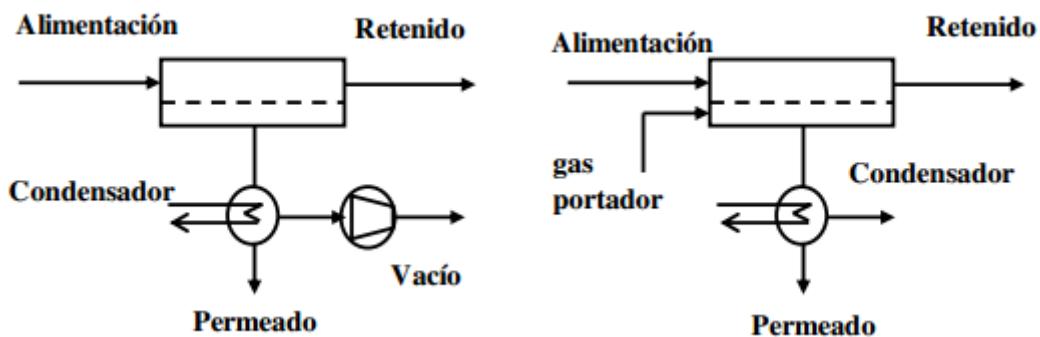


Figura 2.9.1.1.2. Esquemas generales de una unidad de pervaporación a vacío (izquierda) y con gas de arrastre (derecha).

El rendimiento de una membrana de pervaporación en la separación de una mezcla se caracteriza evaluando tres aspectos: la productividad de la membrana, la selectividad y la estabilidad de la membrana.

De esta forma, se consigue una separación de ácido nítrico de prácticamente un 100%. Así, se recuperan 1135 kg/día de ácido nítrico que será reutilizado en la nitración. Antes de utilizarlo se tiene que ir acumulando este ácido nítrico en un tanque de almacenamiento y una vez llega a un cierto nivel se le añade la cantidad de agua necesaria para llegar a una concentración del 63%, que es a la que se utiliza en este proceso.

2.1.9.2. Pervaporación isopropanol

En el efluente procedente del destilado de la columna DC-302, en el cual se ha separado el 1-naftilamina formada en la hidrogenación, se pretende separar el agua y el isopropanol. Debido a que estos dos compuestos forman un azeótropo, resulta imposible realizar un flash para conseguir la separación de ambos.

El método elegido para la separación del agua y el isopropanol es la pervaporación. Este mecanismo de separación para el isopropanol y el agua funciona de la misma forma que el explicado anteriormente para separar el ácido nítrico y el agua.

Para la separación de agua e isopropanol se utilizan membranas hidrófilas, a través de las cuáles se produce la permeación preferencial del agua, para la deshidratación del isopropanol. Estas membranas separan el agua con flujos y selectividades variables en función de la estructura química de su capa activa así como de su morfología. La mayoría de las membranas hidrófilas disponibles en el mercado están hechas de alcohol polivinílico, más o menos entrecruzado mediante agentes especiales o temperatura para proporcionar la resistencia química necesaria en medios ácidos o solvatados.

De esta forma, se obtiene el isopropanol para volver a ser utilizado como disolvente en la hidrogenación y el agua que puede volver a ser utilizada en el proceso. Esto supone una recuperación de isopropanol de unos 1490 kg/h y 660 kg/h de agua. El isopropanol sale de la pervaporación a una concentración muy elevada, por lo que antes de volverlo a utilizar en la hidrogenación, hay que diluirlo al 85%.

Para esta reutilización, el isopropanol que va saliendo de la pervaporación se irá acumulando en un tanque (T-1002) y una vez llegue a un cierto nivel, se le añadirá el agua necesaria para que tenga una concentración de un 85%. De este tanque se enviará de nuevo al T-109 donde se almacenará hasta que se necesite de nuevo su utilización en el hidrogenador (proceso continuo).

2.1.10. Tanques pulmón

2.1.10.1. Tanque pulmón BT-203

Si se comentan los tanques más relevantes en todo el proceso, está claro que el primero que se tiene que comentar es el BT-203, dado que este es el punto de inflexión entre la parte que trabaja en discontinuo y la otra que opera en continuo.

Justo después de los reactores R-201 y R-202, donde se llevan a cabo la reacción de nitración, toda la mezcla obtenida en esta reacción se irá almacenando en este tanque pulmón. A partir de este tanque se irá bombeando mediante la bomba CP-203 con un caudal de $3 \text{ m}^3/\text{h}$ aproximadamente que empezará a trabajar en continuo, pasando posteriormente por el flash FS-204 y la rectificación DC-205.

Por lo tanto, es importante que en este tanque siempre haya líquido para que en ningún momento se quede toda la parte del proceso que trabaja en continuo sin caudal con el que trabajar. Además, este tanque irá provisto de un aislante térmico con el fin de mantener la temperatura.

Para ello, el tanque pulmón será de unas dimensiones de unos 2.5 m de diámetro por 6.016 m de longitud con una capacidad máxima de unos 27.62 m^3 , aunque en principio se usará para una cantidad más reducida. Ambos fondos laterales serán del tipo toriesférico.

Por último, decir que el material será el mismo que los equipos anteriores y posteriores, debido a que se tratan las mismas sustancias; así que se decide trabajar con acero inoxidable AISI 304.

2.1.10.2. Tanque pulmón BT-303

Como se ha comentado en el anterior tanque pulmón, a partir del BT-203 se trabajará en continuo durante el resto de esa área, y por lo que respecta al área 300, tanto el reactor de hidrogenación como la columna de rectificación DC-302 también trabajarán en continuo y, de este último equipo, se irá aportando la mezcla al tanque pulmón BT-303.

Éste lo que hará será ir almacenando aproximadamente unos $2\text{ m}^3/\text{h}$ y una vez se obtenga un volumen de 8.1 m^3 aproximadamente se abrirá la válvula para vaciarlo y llenar cualquiera de los dos próximos reactores de hidrólisis R-401 o R-402.

Para ello, el tanque pulmón será de unos 2 m de diámetro por 4.82 m de longitud con un volumen estimado en unos 14.14 m^3 . Como en el anterior tanque pulmón, se decide trabajar con el acero AISI 304.

2.1.11. Mezclador (MIX-305)

La reacción de hidrogenación requiere de la presencia de un disolvente para que pueda haber un buen contacto entre las fases y, de esta forma, conseguir un alto rendimiento productivo.

Tal y como se ha especificado en el primer punto del presente proyecto, este disolvente es una mezcla acuosa de iso-propanol al 85%.

Así, para favorecer el grado de homogeneización de este disolvente con la corriente proveniente del destilado de la columna DC-205, se decide instalar un mezclador de líquidos antes de la entrada al hidrogenador.

Además, otra razón por la que instalar este equipo es la presencia de una bomba que comprime la mezcla hasta los 100 bar que requiere esta segunda reacción. De esta forma, el compresor no puede bombear de otra bomba anterior sin que haya un equipo intermedio, ya que podría crear vacío y posibles perturbaciones en el flujo de proceso.

Por lo tanto, dicho mezclador (MIX-305) es simplemente un tanque agitado en el que el iso-propanol y la corriente de proceso entran por la parte superior del mismo, y salen por la parte inferior gracias a la acción de la bomba CP-301 posterior.

Planta de producción de 1-naftol

2. Equipos

Finalmente, destacar que se establece que el tiempo de residencia de la mezcla en dicho equipo sea de aproximadamente 15 minutos por motivos de proceso y seguridad.

De esta forma, las dimensiones y características del mezclador sean las siguientes:

Tabla 2.1.11. Características técnicas mezclador MIX-305.

Altura (m)	2.5
Diámetro (m)	1
L/D	2.5
Volumen líquido (m³)	1.2
Volumen mezclador (m³)	1.96
Tiempo de residencia (min)	15
Material	AISI 304
Espesor (mm)	5

2.1.12 Servicios

2.1.12.1 Caldera de vapor CAL-601

Las necesidades de vapor en la planta se limitan a los reactores de nitración (R-201 y R-202) para calentar el naftaleno hasta su temperatura de fusión y al intercambiador del flash FS-204.

Por lo tanto, ya que el caudal de vapor no será muy elevado, no se precisará una caldera muy potente. Concretamente el caudal de vapor a producir por parte de los reactores será de 534.91 kg/h y por parte del flash será de 600 kg/h.

Hablando de potencias, la necesaria para calentar el vapor que va a los reactores de nitración es de 311 kW y para el intercambiador del flash se necesita una potencia de 377.22 kW. Por lo tanto, la caldera de la planta tendrá que tener una potencia térmica de 688.27 KW.

La caldera elegida, al igual que la caldera de aceite, es de la marca BABCOCK WANSON y se trata del modelo BWB100.

Esta caldera puede llegar a tener una potencia térmica de 703 KW, tiene una masa en vacío de 3200 kg y una masa en operación de 5300 kg. Su consumo es de 79 L/h si se trabaja con gasóleo y de 83 m³/h si se trabaja con gas natural.

Por último, sus dimensiones son de 3840 mm de largo, 1740 mm de ancho y 1780 mm de alto. También hay que dejar 1900 mm por la parte frontal para los tubos y un espacio de 2150 mm por la parte trasera.

A continuación se explicará brevemente el circuito cerrado de la caldera:

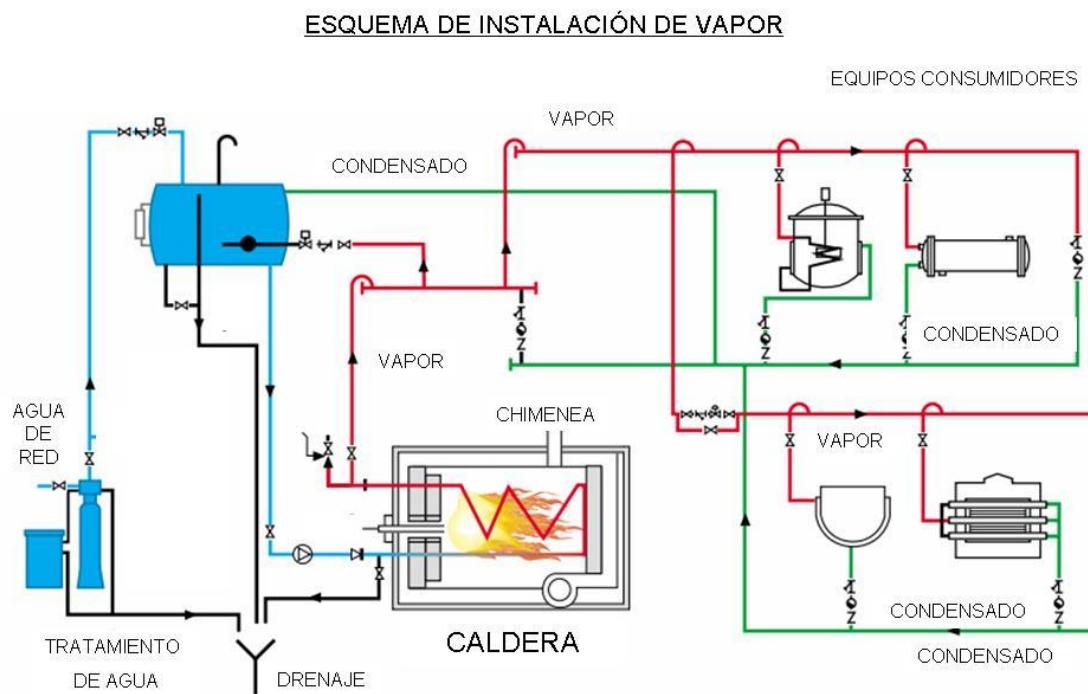


Figura 2.1.14.1.1. Circuito caldera de vapor.

El vapor de salida de la caldera está a 120 °C y 2 bar de presión. Éste se distribuye a través de las tuberías a los distintos equipos que lo necesiten (líneas rojas). Como se puede observar en la figura, una pequeña parte va destinada a calentar el tanque de condensados que se explicará a continuación. Una vez el vapor ha pasado por los equipos y ha condensado, se conduce a través de las tuberías de color verde hacia el tanque de condensados.

A partir de aquí hay una pequeña parte del volumen del tanque de condensados que se drena y, por lo tanto, habrá que añadir una pequeña parte de agua procedente de la red de agua de servicio. Esta agua debe estar descalcificada para poder evitar incrustaciones de cal. Por esta razón, se instala el descalcificador ya mencionado en el apartado 1 del presente proyecto.

Finalmente, el agua del tanque de condensados alimenta la caldera de vapor (CAL-601), correspondiente a la línea azul del esquema, volviendo a empezar el proceso.

2.1.12.2 Calderas de aceite (CAL-602/CAL-603)

Algunos equipos de la planta precisan sistemas de calentamiento para poder operar correctamente. En los casos en los cuales la temperatura era muy alta para utilizar vapor (ya que tendría que estar a una presión demasiado elevada) se utiliza aceite térmico. Todos los equipos calentados con aceite utilizar el mismo (*Therminol 75*). La capacidad calorífica que proporciona es de 1.3 kJ/(Kg·°C), suficiente para todas las operaciones.

Concretamente se utilizará aceite en tres intercambiadores de calor (KR-206, EX-301 y KR-304) y en los dos reactores de hidrólisis para calentar la mezcla hasta la temperatura a la que empieza la reacción (T=149°C). La temperatura del aceite a la salida de la caldera es de 380°C.

No obstante, como el aceite sale a una temperatura distinta en función del equipo en el que trabaje, las distintas corrientes de salida no tendrán la misma temperatura. Para entrar el aceite a la torre lo que se hace es mezclar dichas corrientes, teniendo de esta forma una única temperatura de entrada en la torre. Esta temperatura es de 305.2°C. Por lo tanto, la caldera tiene que tener una potencia térmica de 14910.85 KW para tratar un caudal de 552026.66 kg/h.

Debido a que no se han encontrado calderas con una potencia tan alta, se ha decidido trabajar con dos calderas iguales. De esta forma, al dividirse el caudal de entrada en dos, la potencia a disipar en cada caldera será la mitad de la potencia total a disipar.

Por lo tanto, la planta dispone de dos calderas para calentar aceite de la marca BABCOCK WANSON. Concretamente son del modelo EPC-H7000, teniendo una potencia de 8140 KW cada una.

Estas calderas tienen unas dimensiones de 8450 mm de largo, 3268 mm de ancho y 3462 mm de alto.

2.1.12.3 Torre de refrigeración (TR-604)

Ésta será la única torre de la que dispondrá la planta para enfriar el agua de servicio una vez ha realizado su función. La temperatura de salida del agua de refrigeración en la mayoría de los equipos es de 45°C. No obstante, los reactores de nitración (R-201 y R-202), el hidrogenador (HR-301) y los intercambiadores EX-1001 y EX-1002 necesitan agua de chiller para poder enfriar lo necesario. Por lo tanto, esta agua entrará a los sistemas a 5 °C y saldrá a 20 °C, teniendo un salto térmico de 15 °C. Antes de entrar a la torre, se mezclarán ambas corrientes (la de 45 °C y la de 20 °C), lo que significará que la temperatura final será una intermedia entre las dos.

Concretamente, sabiendo que el caudal de agua a 45 °C es de 774699.61 kg/h y el de 20 °C es de 211448.01 Kg/h, la temperatura de la corriente de entrada a la torre de refrigeración será de 39.68 °C.

Consecuentemente, el salto térmico que asume la torre es de 9.68 °C, o dicho de otra manera, tiene que disipar una potencia térmica de 11189.93 KW.

La torre es de la marca EWK y se trata del modelo EWB7200. Tiene unas medidas de 12250 mm de largo, 6100 mm de ancho y 4266 mm de alto. Por lo que hace referencia a la masa, la torre pesa 16000 Kg en vacío y 21200 Kg cuando está en operación.

Dispone de dos ventiladores, la potencia de los cuales es de 37 KW cada uno.

2.1.12.4 Chiller CH-605

Algunos equipos presentan problemas en su tratamiento térmico debido a la poca área de transferencia de la que disponen. En estos casos la única solución es pasar el agua de refrigeración a una temperatura más baja. Concretamente se ha visto que con un agua a 5°C ninguno de los equipos presentará ningún problema.

El caudal de entrada del chiller proviene de la torre de refrigeración (TR-604). Por lo tanto estará a 30°C. Cabe destacar que este caudal de entrada será de 221448 kg/h; es decir, solo una parte de los kg/h que salen de la torre de refrigeración.

Debido al gran salto térmico que tiene que proporcionar el equipo, la potencia que tiene que tener éste también es bastante elevada. Según los balances de energía, dicha potencia tiene que ser de 6196 KW.

El chiller de la planta es de la marca McQuay y se trata del modelo WDC 113. Tiene unas dimensiones de 5692 mm de largo, 2545 mm de ancho y 2722 mm de alto.

Por último, cabe destacar que el refrigerante que utiliza este equipo es el R-134a.

2.2. Listado de equipos

	LISTADO DE EQUIPOS			PLANTA: PRODUCCIÓN DE 1-NAFTOL	
	ÁREA 100			UBICACIÓN: TARRAGONA	
Ítem	Unidades	Denominación	Característica principal	Potencia (kW)	Material Construcción
T-101/104	4	Tanque almacenaje ácido nítrico	V=52.14 m ³	-	AISI 304
T-105/108	4	Tanque almacenaje ácido sulfúrico	V=32.86 m ³	-	Fibra de vidrio C
T-109	1	Tanque almacenaje isopropanol	V=26.1 m ³	-	AISI 1025
T-110	1	Gasómetro hidrógeno	P=100 bar V=1270 m ³	-	Malla elástica

Planta de producción de 1-naftol

2. Equipos

		LISTADO DE EQUIPOS		PLANTA: PRODUCCIÓN DE 1-NAFTOL	
		ÁREA 200		UBICACIÓN: TARRAGONA	
Ítem	Unidades	Denominación	Característica principal	Potencia (kW)	Material Construcción
R-201 & R-202	2	Reactor de nitración	V= 12.76 m ³	-	AISI 304
Agitador R-201/202	2	Agitadores	5 aspas	24	AISI 304
BT-203	1	Tanque pulmón	V= 27.62 m ³	-	AISI 304
FS-204	1	Separador Flash	V= 1.25 m ³	-	AISI 304
EX del FS-204	1	Intercambiador carcasa y tubos	A= 21.8 m ²	-	AISI 304 carcasa / AISI 1025 tubos
EX-201	1	Intercambiador carcasa y tubos	A= 4.33 m ²	-	AISI 1025 carcasa / AISI 304 tubos
DC-205	1	Columna de rectificación	H= 22.4 m	-	AISI 304
EX-202	1	Intercambiador carcasa y tubos	A= 23.53 m ²	-	AISI 304 carcasa / AISI 1025 tubos
KR-206	1	Intercambiador carcasa y tubos	A= 521.2m ²	-	AISI 304 carcasa / AISI 1025 tubos

Planta de producción de 1-naftol

2. Equipos

		LISTADO DE EQUIPOS		PLANTA: PRODUCCIÓN DE 1-NAFTOL	
		ÁREA 300		UBICACIÓN: TARRAGONA	
Ítem	Unidades	Denominación	Característica principal	Potencia (kW)	Material Construcción
EX-301	1	Intercambiador carcasa y tubos	$A= 4.993 \text{ m}^2$	-	AISI 1025 carcasa / AISI 304 tubos
HR-301	1	Reactor de hidrogenación	$V= 5.7 \text{ m}^3$	-	AISI 304
Agitador HR-301	1	Agitadores	7 aspas	33	AISI 304
SPG-301	1	Sparger	$D_{\text{burbuja}} = 1\text{mm}$	-	AISI 304
DC-302	1	Columna de rectificación	$H=1.83 \text{ m}$	-	AISI 304
KR-304	1	Intercambiador carcasa y tubos	$A= 462.8\text{m}^2$	-	AISI 304 carcasa / AISI 1025 tubos
EX-302	1	Intercambiador carcasa y tubos	$A= 43.13\text{m}^2$	-	AISI 304 carcasa / AISI 1025 tubos
BT-303	1	Tanque pulmón	$V= 14.14 \text{ m}^3$	-	AISI 304

Planta de producción de 1-naftol

2. Equipos

		LISTADO DE EQUIPOS		PLANTA: PRODUCCIÓN DE 1-NAFTOL	
		ÁREA 400		UBICACIÓN: TARRAGONA	
Ítem	Unidades	Denominación	Característica principal	Potencia (kW)	Material Construcción
R-401 & R-402	2	Reactor de hidrólisis	V= 14.2 m ³	-	AISI 316
Agitador R-401/402	2	Agitadores	4 aspas	1.28	AISI 316

Planta de producción de 1-naftol

2. Equipos

		LISTADO DE EQUIPOS		PLANTA: PRODUCCIÓN DE 1-NAFTOL	
		ÁREA 500		UBICACIÓN: TARRAGONA	
Ítem	Unidades	Denominación	Característica principal	Potencia (kW)	Material Construcción
DCT-501	1	Decantador estático	$V= 15.5 \text{ m}^3$	-	PRFV
EX-501	1	Intercambiador carcasa y tubos	$A= 6.53\text{m}^2$	-	AISI 1025 carcasa / AISI 304 tubos
DCT-502	1	Decantador de sólidos	$V= 10 \text{ m}^3$	-	PRFV
CTF-503	1	Centrífuga con cesta filtrante	$V= 6.14 \text{ m}^3$	-	AISI 316
DRY-504	1	Secador con corriente de aire	$V= 20 \text{ m}^3$	7.5	AISI 316
Empaquetadora	1	Empaquetadora de saco a granel	Capacidad= 1000kg	-	-

Planta de producción de 1-naftol

2. Equipos

		LISTADO DE EQUIPOS		PLANTA: PRODUCCIÓN DE 1-NAFTOL	
		ÁREA 600		UBICACIÓN: TARRAGONA	
Ítem	Unidades	Denominación	Característica principal	Potencia (kW)	Material Construcción
CAL-601	1	Caldera de gas natural	Q=1121 kg/h	703	AISI 304
CAL 601/602	2	Caldera de aceite	Q=276236 kg/h	8140	AISI 304
TR-604	1	Torre de refrigeración	Q= 2x108 m ³ /s	11189.93	-
CH-605	1	Chiller	Q=221448 kg/h	6196	-

		LISTADO DE EQUIPOS		PLANTA: PRODUCCIÓN DE 1-NAFTOL	
		ÁREA 900		UBICACIÓN: TARRAGONA	
Ítem	Unidades	Denominación	Característica principal	Potencia (kW)	Material Construcción
CHTK 901/902	2	Tanque de recogida	V=25m ³	-	AISI 304

		LISTADO DE EQUIPOS		PLANTA: PRODUCCIÓN DE 1-NAFTOL	
		ÁREA 1000		UBICACIÓN: TARRAGONA	
Ítem	Unidades	Denominación	Característica principal	Potencia (kW)	Material Construcción
DCTCF-1003	1	Decantador centrífugo	$Q=0.65 \text{ m}^3/\text{h}$	15	AISI 316
PERVP-1002	1	Pervaporación isopropanol	$Q=2.57 \text{ m}^3/\text{h}$	-	AISI 304
PERVP-1001	1	Pervaporación ác. nítrico	$Q= 0.63 \text{ m}^3/\text{h}$	-	AISI 304
T-1002	1	Tanque recuperación isopropanol	$V= 5.98 \text{ m}^3$	-	AISI 304
T-1001	1	Tanque recuperación ác.nítrico	$V= 6 \text{ m}^3$	-	AISI 304
T-1004	1	Tanque almacenamiento sólidos	$V= 25 \text{ m}^3$	-	AISI 304
T-1003	1	Tanque recuperación 1-nitronaftaleno	$V= 5 \text{ m}^3$	-	AISI 304
T-1005	1	Tanque almacenamiento $\text{H}_2\text{O}+\text{sulfato amonio}+\text{H}_2\text{SO}_4$	$V= 75 \text{ m}^3$	-	AISI 304
T-1006	1	Tanque almacenamiento 1-naftilamina	$V= 7 \text{ m}^3$	-	AISI 304

Planta de producción de 1-naftol

2. Equipos

EX-1001	1	Intercambiador carcasa y tubos	A= 3.024 m ²	-	AISI 304 carcasa / AISI 1025 tubos
EX-1002	1	Intercambiador carcasa y tubos	A= 8.22 m ²	-	AISI 1025 carcasa / AISI 304 tubos
EX-1005	1	Intercambiador carcasa y tubos	A= 2.352 m ²	-	AISI 304 carcasa / AISI 1025 tubos

2.3. Hojas de especificaciones de los equipos

2.3.1. Área 100

2.3.1.1. Tanques de almacenamiento de ácido nítrico

 Inaphthol	ESPECIFICACIÓN RECIPIENTES	Item nº: T-101, T-102, T-103, T-104	Área: 100
		Proyecto nº: 1	
	Planta: Producción de 1-naftol	Preparado por: Inaphthol	Fecha: 06/06/2014
Localidad: Tarragona			
DATOS GENERALES			
Denominación: Tanques de almacenamiento			
Servicio: Almacenamiento de ácido nítrico 63 % wt			
Posición:	Vertical	Densidad fluido (kg/m³)	1234
Diámetro (m)	3	Peso recipiente vacío (kg)	5155.48
Longitud (m)	7.613	Peso recipiente capacidad máxima (kg)	54342.7
Capacidad (m³)	52.14	Fracción llenado típica	0.76
Volumen cuerpo cilíndrico (m³)	49.5	Volumen fondo superior (m³)	2.66
DATOS DE DISEÑO			
Producto	Ácido Nítrico 63%		
Materia de construcción	Acero inoxidable 304 (AISI 304)		
Temperatura de trabajo (°C)	25		
Temperatura de diseño (°C)	25		
Presión de trabajo (bar)	1		
Presión de diseño (bar)	1		
Cuerpo	Cilíndrico		
Espesor (mm)	6		
Fondo superior	Toriesférico		
Espesor (mm)	6		

Planta de producción de 1-naftol

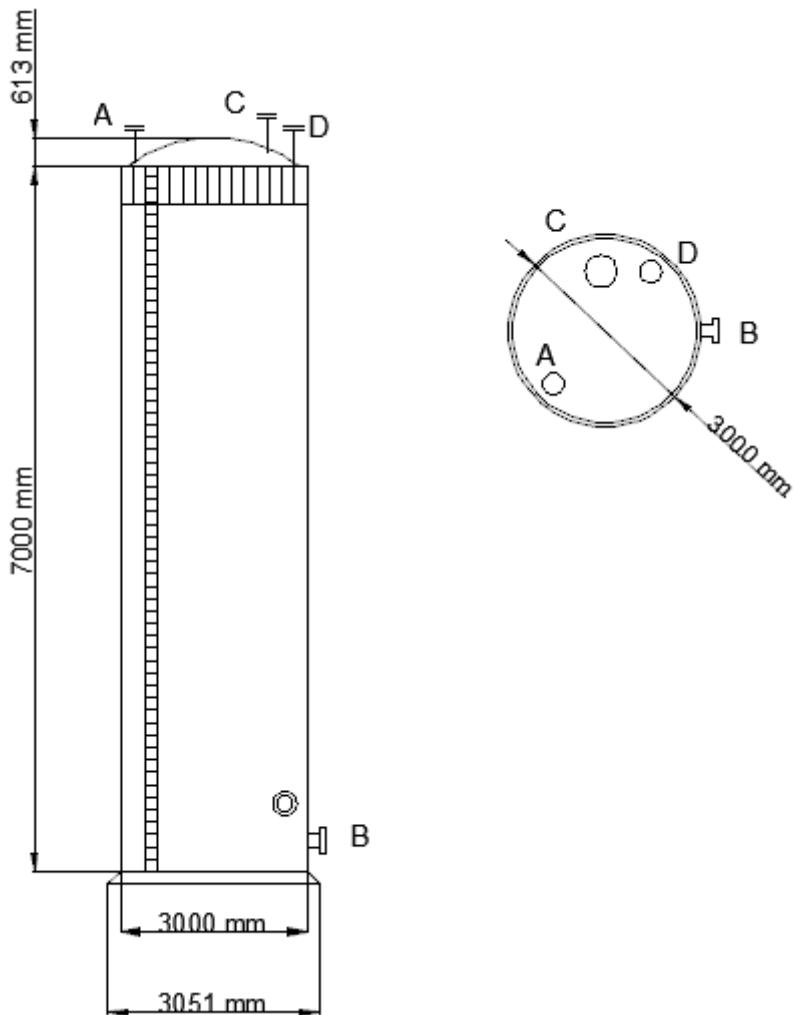
2. Equipos

Fondo inferior		Soporte plano		
Espesor (mm)		6		
Sobreespesor de corrosión (mm)		3		
Aislante		-		
Elevación (m)		-		
Venteo normal	Sí	Venteo de emergencia	Sí	
RELACIÓN DE CONEXIONES			DETALLES DE DISEÑO	
Marca	DN (mm)	Denominación	Norma de diseño	API
A	80	Entrada tanque	Tratamiento térmico	No
B	25	Salida tanque	Radiografiado	0.85
C	100	Venteo de emergencia	Eficacia de Soldadura	Parcial
D	80	Venteo normal		

Planta de producción de 1-naftol

2. Equipos

	ESPECIFICACIONES REACTORES	Item nº: T-101, T-102, T-103, T-104	Área: 100
	Planta: Producción de 1-naftol	Proyecto nº: 1 Preparado por: Inaphthol	
	Localidad: Tarragona	Hoja: 2 De: 2	Fecha: 06/06/2014



Planta de producción de 1-naftol

2. Equipos

2.3.1.2 Tanques de almacenamiento de ácido sulfúrico

	ESPECIFICACIÓN RECIPIENTES	Item nº: T-105, T-106, T-107, T-108	Área: 100
		Proyecto nº: 1	
	Planta: Producción de 1-naftol	Preparado por: Inaphthol	Fecha: 06/06/2014
DATOS GENERALES			
Denominación: Tanques de almacenamiento			
Servicio: Almacenamiento de ácido sulfúrico 98% wt			
Posición:	Vertical	Densidad fluido (kg/m³)	1856
Diámetro (m)	2.7	Peso recipiente vacío (kg)	778.64
Longitud (m)	5.95	Peso recipiente capacidad máxima (kg)	43652.24
Capacidad (m³)	32.86	Fracción llenado típica	0.70
Volumen cuerpo cilíndrico (m³)	30.92	Volumen fondo superior (m³)	1.94
DATOS DE DISEÑO			
Producto	Ácido Sulfúrico 98% wt		
Materia de construcción	Fibra de vidrio tipo C		
Temperatura de trabajo (°C)	25		
Temperatura de diseño (°C)	25		
Presión de trabajo (bar)	1		
Presión de diseño (bar)	1		
Cuerpo	Cilíndrico		
Espesor (mm)	5		
Fondo superior	Toriesférico		
Espesor (mm)	5		
Fondo inferior	Soporte plano		
Espesor (mm)	5		

Planta de producción de 1-naftol

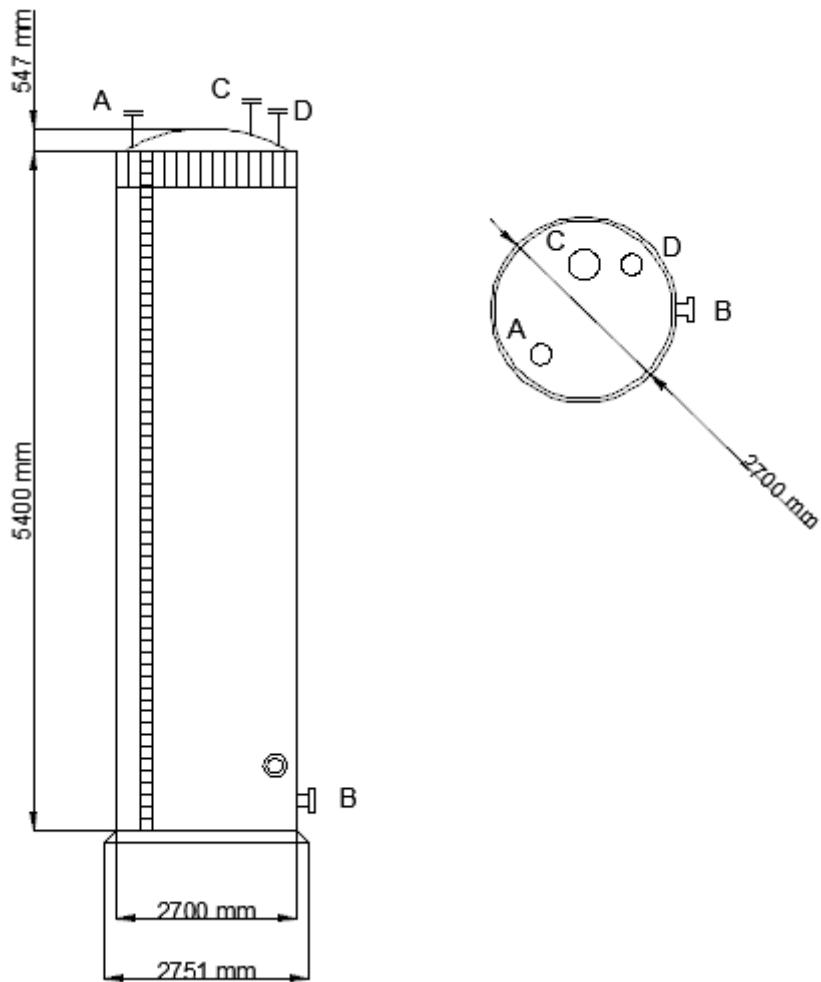
2. Equipos

Sobreespesor de corrosión (mm)		1		
Aislante		-		
Elevación (m)		-		
Venteo normal	Sí	Venteo de emergencia	Sí	
RELACIÓN DE CONEXIONES			DETALLES DE DISEÑO	
Marca	DN (mm)	Denominación	Norma de diseño	API
A	80	Entrada tanque	Tratamiento térmico	No
B	40	Salida tanque	Radiografiado	0.85
C	100	Venteo de emergencia	Eficacia de Soldadura	Parcial
D	80	Venteo normal		

Planta de producción de 1-naftol

2. Equipos

	ESPECIFICACIONES RECIPIENTES	Item nº: T-105, T-106, T-107, T-108	Área: 100
		Proyecto nº: 1	
	Planta: Producción de 1-naftol Localidad: Tarragona	Preparado por: Hoja: 2 De: 2	Fecha: 06/06/2014



Planta de producción de 1-naftol

2. Equipos

2.3.1.3. Tanque de almacenamiento de isopropanol

	ESPECIFICACIÓN RECIPIENTES	Item nº: T-109	Área: 100
		Proyecto nº: 1	
	Planta: Producción de 1-naftol	Preparado por: Inaphthol	Fecha: 06/06/2014
	Localidad: Tarragona	Hoja: 1 De: 2	
DATOS GENERALES			
Denominación: Tanques de almacenamiento			
Servicio: Almacenamiento de isopropanol 85% wt			
Posición:	Vertical	Densidad fluido (kg/m³)	790
Diámetro (m)	2.5	Peso recipiente vacío (kg)	2033.57
Longitud (m)	5.51	Peso recipiente capacidad máxima (kg)	17833.6
Capacidad (m³)	26.1	Fracción llenado típica	0.68
Volumen cuerpo cilíndrico (m³)	24.54	Volumen fondo superior (m³)	1.54
DATOS DE DISEÑO			
Producto	Isopropanol 85% wt		
Materia de construcción	Acero al carbono AISI 1025		
Temperatura de trabajo (°C)	25		
Temperatura de diseño (°C)	25		
Presión de trabajo (bar)	1		
Presión de diseño (bar)	1		
Cuerpo	Cilíndrico		
Espesor (mm)	5		
Fondo superior	Toriesférico		
Espesor (mm)	5		
Fondo inferior	Soporte plano		
Espesor (mm)	5		

Planta de producción de 1-naftol

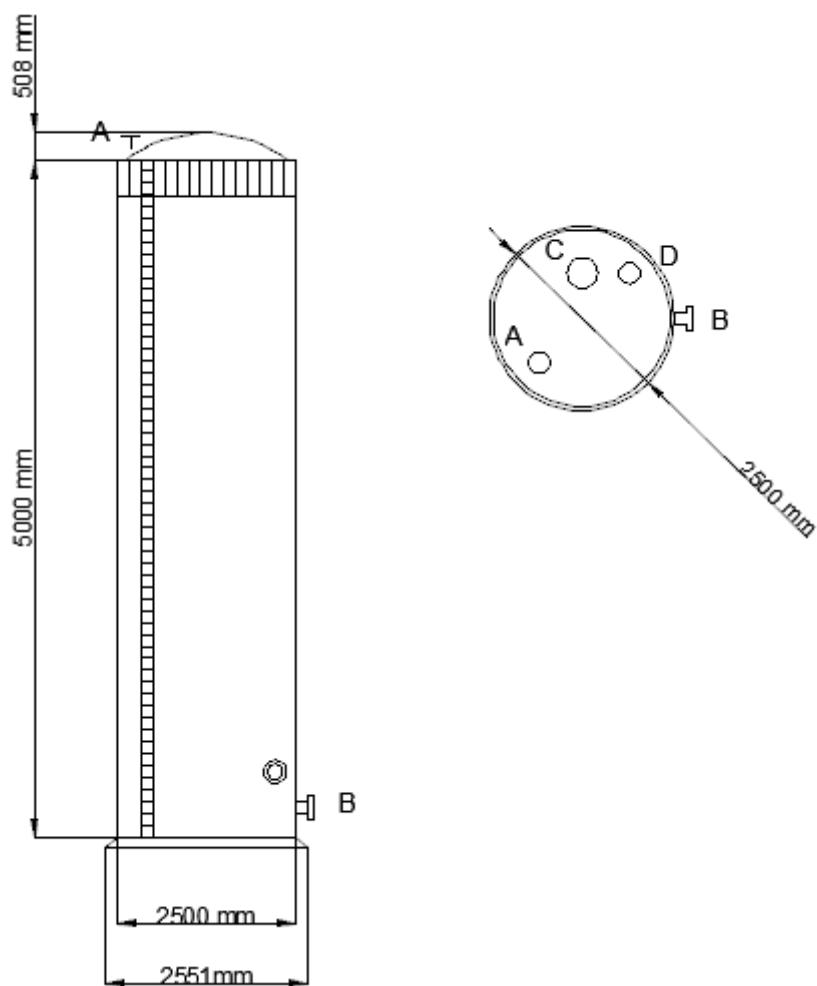
2. Equipos

Sobreespesor de corrosión (mm)		1		
Aislante (mm)		Manta lana de roca (50 mm)		
Elevación (m)		-		
Venteo normal	Sí	Venteo de emergencia	Sí	
RELACIÓN DE CONEXIONES			DETALLES DE DISEÑO	
Marca	DN (mm)	Denominación	Norma de diseño	API
A	80	Entrada tanque	Tratamiento térmico	No
B	25	Salida tanque	Radiografiado	0.85
C	100	Venteo de emergencia	Eficacia de Soldadura	Parcial
D	80	Venteo normal		

Planta de producción de 1-naftol

2. Equipos

	ESPECIFICACIONES RECIPIENTES	Item nº: T-109 Proyecto nº: 1	Área: 100 Fecha: 06/06/2014
	Planta: Producción de 1-naftol Localidad: Tarragona	Preparado por: Inaphthol Hoja: 2 De: 2	



Planta de producción de 1-naftol

2. Equipos

2.3.1.4. Gasómetro

	ESPECIFICACIÓN RECIPIENTES		Item nº: T-110	Área: 100				
	Proyecto nº: 1							
	Planta: Producción de 1-naftol	Preparado por: Inaphthol		Fecha: 06/06/2014				
	Localidad: Tarragona	Hoja: 1 De: 2						
DATOS GENERALES								
Denominación: Tanques de almacenamiento								
Servicio: Almacenamiento de hidrógeno puro en estado gas								
Posición:	Esférica	Densidad gas (kg/m³)	8.13					
Diámetro (m)	13.44	Peso recipiente vacío (kg)	-					
Longitud (m)	-	Peso máximo recipiente en operación (kg)	10328.91					
Volumen (m³)	1270	Fracción llenado típica	1					
DATOS DE DISEÑO								
Producto		Hidrógeno puro en estado gas						
Materia de construcción		Malla elástica Spécial TEXTILE						
Temperatura de trabajo (°C)		25						
Temperatura de diseño (°C)		25						
Presión de trabajo (bar)		100						
Presión de diseño (bar)		100						
Cuerpo		Esférico						
Elevación (m)		-						
Venteo normal	No	Venteo de emergencia	No					
RELACIÓN DE CONEXIONES								
Marca	DN (mm)	Denominación	Norma de diseño	-				
A	200	Entrada tanque	Tratamiento térmico	No				
B	15	Salida tanque	Radiografiado	0.85				

Planta de producción de 1-naftol

2. Equipos

	ESPECIFICACIONES RECIPIENTES	Item nº: T-110	Área: 100
		Proyecto nº: 1	
	Planta: Producción de 1-naftol	Preparado por: Inaphthol	Fecha: 06/06/2014
	Localidad: Tarragona	Hoja: 2 De: 2	



2.3.2. Área 200

2.3.2.1. R-201 & R-202

	ESPECIFICACIÓN REACTORES	Item nº: R-201 & R-202	Área: 200
		Proyecto nº: 1	
	Planta: Producción de 1-naftol	Preparado por: Inaphthol	Fecha: 06/06/2014
Localidad: Tarragona		Hoja: 1 De: 2	
DATOS GENERALES			
Denominación: Reactor de Nitración del naftaleno			
Servicio: Transformar el naftaleno y el ácido nítrico en 1-nitronaftaleno			
Posición:	Vertical	Densidad fluido (kg/m³)	868
Diámetro (m)	1.5	Peso recipiente vacío (kg)	1729.4
Longitud (m)	7.5	Peso recipiente en operación (kg)	8678.25
Capacidad (m³)	12.76	Fracción llenado típica	0.63
Volumen cuerpo cilíndrico (m³)	12.11	Volumen fondos (m³)	0.65
DATOS DE DISEÑO			
Producto	1-nitronaftaleno		
Materia de construcción	Acero inoxidable 304 (AISI 304)		
Temperatura de trabajo (°C)	70		
Temperatura de diseño (°C)	70		
Presión de trabajo (bar)	1		
Presión de diseño (bar)	1		
Cuerpo	Cilíndrico		
Espesor (mm)	6		
Fondo superior	Toriesférico		
Espesor (mm)	8		
Fondo inferior	Toriesférico		

Planta de producción de 1-naftol

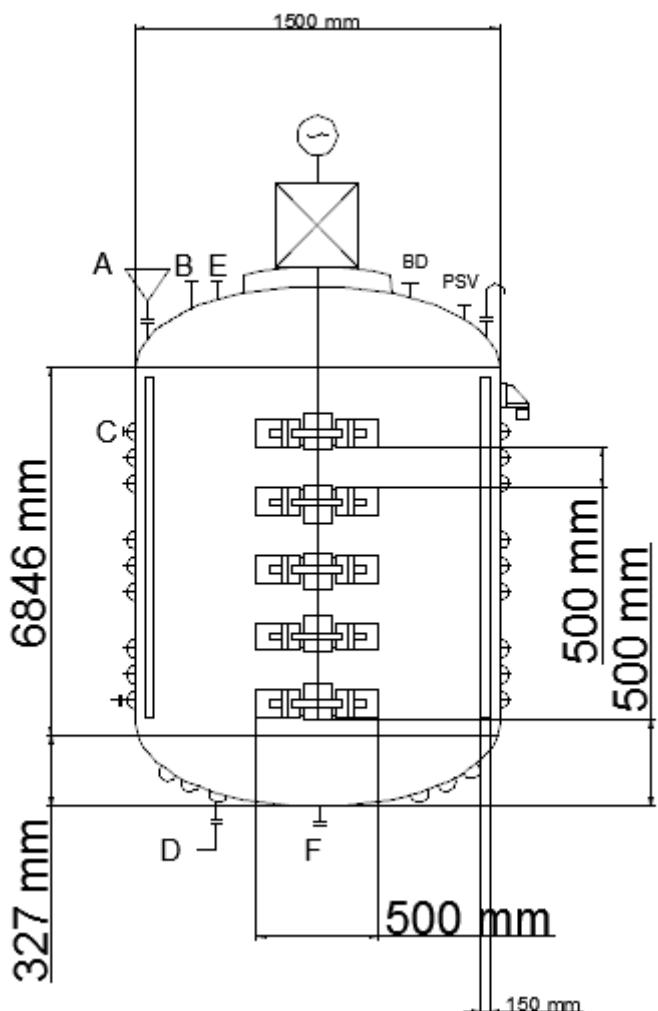
2. Equipos

Espesor (mm)	8			
Sobreespesor de corrosión (mm)	1			
Aislante (mm)	Manta de lana de roca (80 mm)			
Elevación (m)	2			
Válvula seguridad	DN100	Disco de ruptura	DN200	
RELACIÓN DE CONEXIONES		DETALLES DE DISEÑO		
Marca	DN (mm)	Denominación	Norma de diseño	
A	-	Carga naftaleno	Tratamiento térmico	
B	25	Entrada nitrógeno	Radiografiado	
C	125	Entrada agua refrigeración y vapor a media caña	Eficacia de Soldadura	
D	125	Salida condensados	DETALLES MOTOR AGITADOR	
E	25	Entrada nítrico	Potencia (KW)	24
F	65	Salida producto		

Planta de producción de 1-naftol

2. Equipos

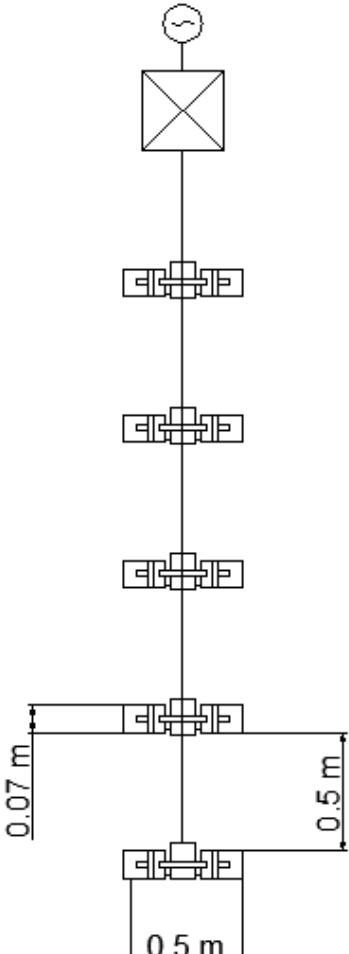
	ESPECIFICACIONES REACTORES	Item nº: R-201 & R-202 Proyecto nº: 1	Área: 200
	Planta: Producción de 1-naftol	Preparado por: Inaphthol	
	Localidad: Tarragona	Hoja: 2 De: 2	Fecha: 06/06/2014



Planta de producción de 1-naftol

2. Equipos

2.3.2.2. Agitadores R-201/202

 <p>ESPECIFICACIÓN AGITADOR</p> <p>Planta: Producción de 1-naftol</p> <p>Localidad: Tarragona</p>	Item nº: AG-201 y AG-202	Área: 200 Preparado por: Inaphthol Fecha: 06/06/2014	
	Proyecto nº: 1		
	Preparado por: Inaphthol		
DATOS GENERALES			
Denominación: Agitador			
Servicio: Agitar los reactores R-201 y R-202			
Tipo de turbina:	Pitched Bladed Turbine		
Número de turbinas:	5		
Diámetro agitador (m):	0.5		
Distancia desde el fondo (m):	0.5		
Distancia entre turbinas (m):	0.5		
Altura turbinas (m):	0.07		
Potencia del motor (KW):	23.87		
			

Planta de producción de 1-naftol

2. Equipos

2.3.2.3. Tanque pulmón BT-203

	ESPECIFICACIÓN TANQUE PULMÓN		Item nº: BT-203	Área: 200	
			Proyecto nº: 1		
	Planta: Producción de 1-naftol		Preparado por: Inaphthol	Fecha: 06/06/2014	
	Localidad: Tarragona		Hoja: 1 De: 2		
DATOS GENERALES					
Denominación: Tanque pulmón.					
Servicio: Almacenamiento fluido de proceso para suministrar un caudal constante al FS-204.					
Posición	Horizontal	Densidad fluido (kg/m³)	868		
Diámetro (m)	2.5	Peso recipiente vacío (kg)	2251.21		
Longitud (m)	5	Peso recipiente en capacidad máxima (kg)	9200.1		
Capacidad (m³)	27.62	Fracción llenado típica	0.62		
Volumen cuerpo cilíndrico (m³)	24.54	Volumen fondos (m³)	3.08		
DATOS DE DISEÑO					
Producto	1-nitronaftaleno, agua, ácido nítrico y otros nitronaftalenos				
Material de construcción	Acero Inoxidable (AISI 304)				
Temperatura de trabajo (°C)	70				
Temperatura de diseño (°C)	80				
Presión de trabajo (bar)	1				
Presión de diseño (bar)	1				
Cuerpo	Cilíndrico				
Espesor (mm)	5				
Sobrespesor corrosión (mm)	1				
Fondos	Toriesféricos				
Aislante (mm)	Manta de lana de roca (80 mm)				
Elevación (m)	0.5				
Venteo normal	No	Venteo de seguridad	No		

Planta de producción de 1-naftol

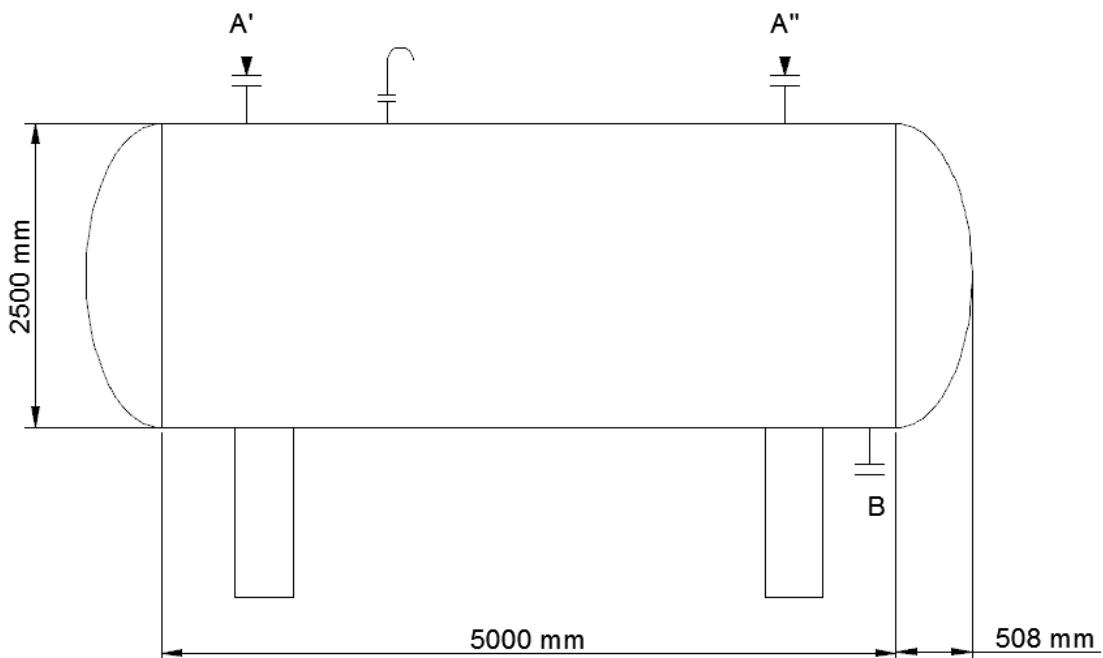
2. Equipos

RELACIÓN DECONEXIONES			DETALLES DE DISEÑO	
Marca	DN (mm)	Denominación	Norma diseño	API
A'	65	Entrada alimento 202'	Tratamiento térmico	No
A''	65	Entrada alimento 202''	Radiografiado	0.85
B	25	Salida 203	Eficacia de soldadura	Parcial

Planta de producción de 1-naftol

2. Equipos

	ESPECIFICACIONES TANQUE PULMÓN	Item nº: BT-203	Área: 200
		Proyecto nº: 1	
	Planta: Producción de 1-naftol	Preparado por: Inaphthol	Fecha: 06/06/2014
	Localidad: Tarragona	Hoja: 2 De: 2	



Planta de producción de 1-naftol

2. Equipos

2.3.2.4. FS-204

	ESPECIFICACIÓN FLASH	Item nº: FS-204	Área: 200	
		Proyecto nº: 1		
Planta: Producción de 1-naftol	Preparado por: Inaphthol		Fecha: 06/06/14	
	Localidad: Tarragona	Hoja: 1 De: 2		
PROPIEDADES DE LA CORRIENTE CIRCULANTE				
Vapor		Líquido		
Flujo (Kg/h)	662.5	1943.3		
Flujo (m ³ /h)	803	2.341		
Densidad fluido (Kg/m ³)	0.827	868		
CONDICIONES DE OPERACIÓN				
Tiempo de retención (minutos)	5	Eficacia de las juntas de carcasa	1	
Presión de diseño (atm)	1	Constante K (m/s)	-	
Máxima presión permisible (atm)	889	Velocidad máxima de flujo (m/s)	1.25	
DATOS DE DISEÑO				
Volumen total del recipiente (m ³)	1.25	Peso del cabezal (Kg)	128.63	
Longitud (m)	2.70	Densidad del recipiente (kg/m ³)	8027	
Diámetro interno (m)	0.765	Peso total vacío (Kg)	609.96	
Relación Longitud/Diámetro	3.5	Peso total lleno (Kg)	1695.21	
Espesor de la carcasa (mm)	8	Peso máximo permisible (Kg)	-	

Planta de producción de 1-naftol

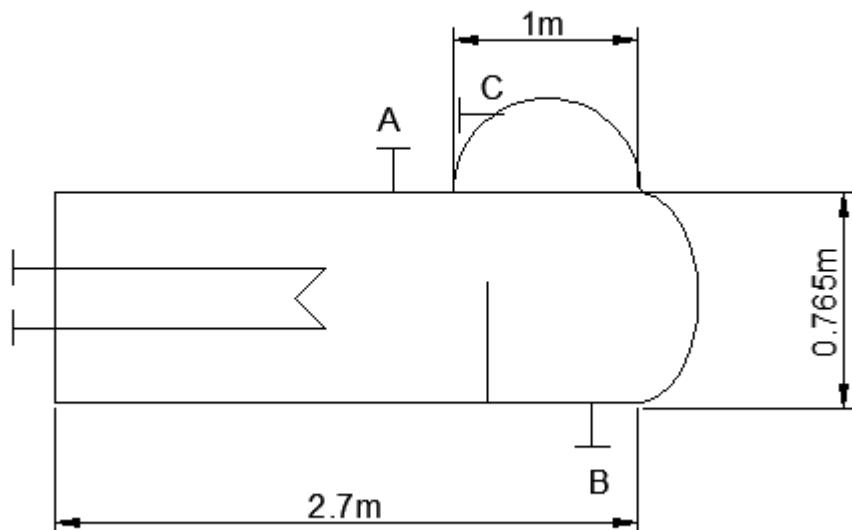
2. Equipos

Peso de la carcasa (Kg)	481.33	Espesor del cabezal (mm)	10	
Tipo de cabezal	Semiesférico	Coeficiente de seguridad en el peso (%)	-	
Eficacia de las juntas del cabezal	1	Permeabilidad de la corrosión (m)	-	
Elevación (m)	0.5	Aislante (mm)	Manta de lana de roca (90 mm)	
Material: AISI 304		Orientación: Horizontal		
RELACIÓN DE CONEXIONES		DETALLES DE DISEÑO		
Marca	DN (mm)	Denominación	Norma de diseño	API
A	25	Entrada líquido	Tratamiento térmico	Si
B	25	Salida líquido	Radiografiado	0.85
C	125	Salida vapor	Eficacia de la soldadura	Parcial

Planta de producción de 1-naftol

2. Equipos

	ESPECIFICACIÓN FLASH	Item nº: FS-204	Área: 200
		Proyecto nº: 1	
	Planta: Producción de 1-naftol	Preparado por: Inaphthol	Fecha: 06/06/2014
	Localidad: Tarragona	Hoja: 2 De: 2	



2.3.2.5. EX del FS-204

2.3.2.6. EX-201

A continuación, se presentan las hojas de especificaciones del intercambiador de calor del separador flash FS-204 y del intercambiador encargado de enfriar hasta 80°C la mezcla proveniente del mismo y que entra en la columna de destilación DC-205.

Ambos intercambiadores han sido diseñados con la herramienta de diseño RIGOROUS DESIGN OF HEAT EXCHANGER's a partir del programa ASPEN HYSYS®.

	ESPECIFICACIÓN INTERCAMBIADOR	Item nº: EX del flash FS-204 Proyecto nº: 1	Área: 200
	Planta: Producción de 1-naftol	Preparado por: Inaphthol	Fecha:
	Localidad: Tarragona	Hoja: 1 De: 2	06/06/2014

DATOS GENERALES

Denominación: Intercambiador de calor del separador flash FS-204

Servicio: Evaporación de la corriente proveniente de los reactores R-201&R-202

Productos manipulados: 1-nitronaftaleno, 2-nitronaftaleno, 1,5-dinitronaftaleno, ácido nítrico y agua

DATOS DE DISEÑO

Fluido	CARCASA		TUBOS	
	Entrada	Salida	Entrada	Salida
	1-nitronaftaleno, 2-nitronaftaleno, 1,5-dinitronaftaleno	ácido nítrico y agua	Vapor de agua	
Caudal total (kg/h)	2605.827		600	
Vapor (kg/h)	-	662.530	600	-
Líquido (kg/h)	2605.827	1943.297	-	600
Temperatura (°C)	70	105	120	105.9
Presión de trabajo (atm)	1	0.95	1.96	1.81
Peso molecular (kg/kmol)	18.02		55.25	
Densidad (kg/m³)	868.2	2.9	1.094	942.9
Viscosidad (cP)	2.443	-	0.0128	0.2626
Calor específico (kJ/kg·°C)	2.66	2.35	2.29	4.20
Conductividad térmica (W/m·°C)	0.414	-	0.0261	0.683
Velocidad máxima (m/s)	15.97		16.33	
Número de pasos	1		2	
Pérdida de carga (kPa)	5.107		15.60	

DATOS DE CONSTRUCCIÓN

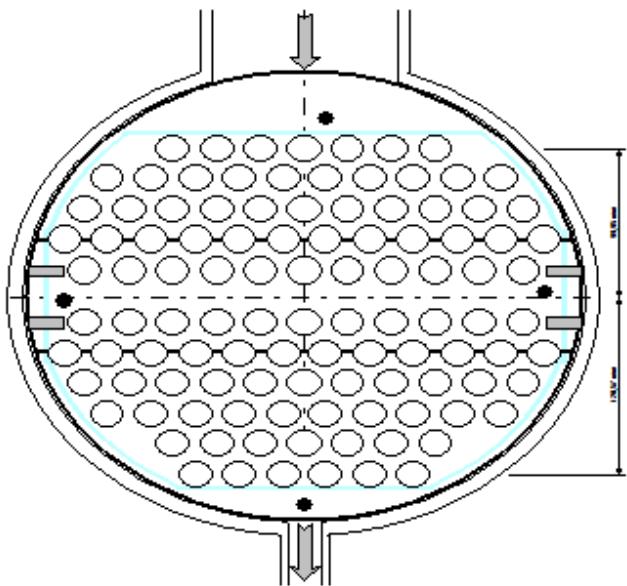
	CARCASA		TUBOS
Temperatura de diseño (°C)	140		155
Presión de diseño (atm)	3		3
Material	AISI 304		Acero al carbono
Diámetro interno / grosor (mm)	Ver FS-204		14.83 / 2,108
Longitud (m)	Ver FS-204		3.45
Calor intercambiado (kW)	377.22	Nº baffles	4
Coeficiente global (W/m²·°C)	1758.41	Distancia entre pantallas (mm)	610
Área de intercambio (m²)	21.80	DTML (°C)	14.15
Número de tubos en "U"	108	Peso equipo vacío	767.1
Disposición pitch	30-Triangular	Peso equipo con agua (kg)	1001.2
Espaciado (pitch) (mm)	23.81		

CONEXIONES

MARCA	Denominación	Observaciones:
T1	Entrada corriente servicio	Coste: 11933 €
T2	Salida corriente servicio	
S1	Entrada corriente proceso	
S2	Salida corriente proceso	



ESPECIFICACIONES INTERCAMBIADOR	Item nº: EX del flash FS-204	Área: 200
	Proyecto nº: 1	
Planta: Producción de 1-naftol	Preparado por: Inaphthol	
Localidad: Tarragona	Hoja: 2 De: 2	Fecha: 06/06/2014



Heat Exchanger Specification Sheet

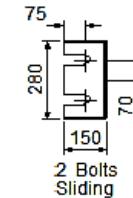
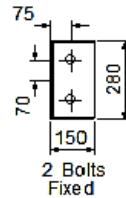
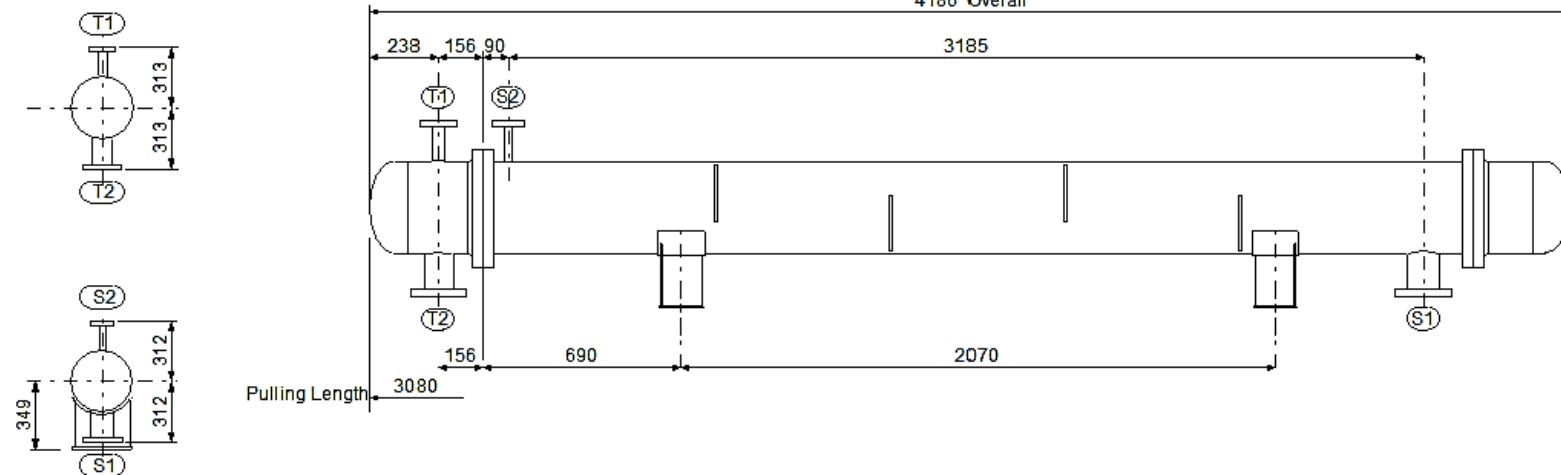
1	Company:				
2	Location:				
3	Service of Unit: Our Reference:				
4	Item No.: Your Reference:				
5	Date: Rev No.: Job No.:				
6	Size	307 - 3450	mm	Type	BEM
7	Surf/unit(eff.)	21,8	m ²	Shells/unit	1
8	PERFORMANCE OF ONE UNIT				
9	Fluid allocation		Shell Side		Tube Side
10	Fluid name		203->204 / 205		-204 steam in->FS-204 steam
11	Fluid quantity, Total		kg/h		2606
12	Vapor (In/Out)	kg/h	0	524	600
13	Liquid	kg/h	2606	2082	0
14	Noncondensable	kg/h	0	0	0
15					
16	Temperature (In/Out)	°C	70	105,6	120
17	Dew / Bubble point	°C	557,21	99,26	120
18	Density Vapor/Liquid	kg/m ³	/ 868,22	0,59 / 818,35	1,09 / / 942,93
19	Viscosity	cp	/ 1,9414	0,0095 / 1,4	0,0128 / / 0,2626
20	Molecular wt, Vap			19,24	18,02
21	Molecular wt, NC				
22	Specific heat	kJ/(kg K)	/ 2,658	1,997 / 2,674	2,286 / / 4,203
23	Thermal conductivity	W/(m K)	/ 0,4198	0,0242 / 0,334	0,0261 / / 0,683
24	Latent heat	kJ/kg	2128,3	2025,3	2201,1
25	Pressure (abs)	kPa	101,325	96,218	198,5
26	Velocity	m/s	15,97		16,33
27	Pressure drop, allow./calc.	kPa	8,6	5,107	4,2
28	Fouling resistance (min)	m ² K/W	0	0	0 Ao based
29	Heat exchanged	377,1	kW	MTD corrected	
30	Transfer rate, Service	1222,8	Dirty	1105,5	Clean 1105,5 W/(m ² K)

CONSTRUCTION OF ONE SHELL						Sketch		
		Shell Side		Tube Side				
33 Design/vac/test pressure:g		kPa						
34 Design temperature		°C						
35 Number passes per shell		1						
36 Corrosion allowance		mm						
37 Connections In		mm						
38 Size/rating Out		1 102,26 / -						
39 ID Intermediate		1 18,85 / -						
40	Tube No.	108Us	OD	19,05	TksAvg	2,11 mm Length 3450 mm Pitch 23,81 mm		
41	Tube type	Plain	#/m	Material	Carbon Steel	Tube pattern 30		
42	Shell	Carbon Steel	ID	307,09	OD	323,85 mm Shell cover		
43	Channel or bonnet	Carbon Steel				Channel cover		
44	Tubesheet-stationary	Carbon Steel				Tubesheet-floating		
45	Floating head cover	-				Impingement protection None		
46	Baffle-cross	Carbon Steel	Type	Single segmental	Cut(%d)	37,6 H Spacing: c/c 610 mm		
47	Baffle-long	-	Seal type		Inlet	771,47 mm		
48	Supports-tube		U-bend	0	Type			
49	Bypass seal			Tube-tubesheet joint	Exp.			
50	Expansion joint	-	Type	None				
51	RhoV2-Inlet nozzle	9	Bundle entrance	0	Bundle exit 120	kg/(m s ²)		
52	Gaskets - Shell side	-	Tube Side		Flat Metal Jacket Fibre			
53	Floating head	-						
54	Code requirements	ASME Code Sec VIII Div 1			TEMA class	R - refinery service		
55	Weight/Shell	767,1	Filled with water	1001,2	Bundle	400,2 kg		
56	Remarks							
57								
58								

Views on arrow A

→ A

4186 Overall



Nozzle Data			
Ref	OD	Wall	Standard
S1	114 mm	6, mm	150 ANSI Slip on
S2	27 mm	3,9 mm	150 ANSI Slip on
T1	42 mm	3,6 mm	150 ANSI Slip on
T2	102 mm	5,7 mm	150 ANSI Slip on

Design Data		Units	Shell	Channel	Company:
Design Pressure	bar	3,	3,		Location:
Design Temperature	C	140,	155,		Service of Unit: Our Reference:
Full Vacuum		0	0		Item No.: Your Reference:
Corrosion Allowance	mm	3,175	3,175		Date: Rev No.: Job No.:
Test Pressure	bar				
Number of Passes		1	2		Design Codes
Radiography		0	0		0
PWHT		0	0		TEMA 0
Internal Volume	m³	0,2496	0,0503		Customer Specifications

Weight Summary		
Empty	Flooded	Bundle
767 kg	1001 kg	400 kg

Aspen Shell & Tube Exchanger

Setting Plan

BEM 307 - 3450

Drawing Number

Revision	Date	Dwg.	Chk.	App.
	09/05/2014			

	ESPECIFICACIÓN INTERCAMBIADOR	Item nº: EX-201 Proyecto nº: 1	Área: 200
	Planta: Producción de 1-naftol	Preparado por: Inaphthol	Fecha:
	Localidad: Tarragona	Hoja: 1 De: 2	06/06/2014

DATOS GENERALES

Denominación: Intercambiador de carcasa y tubos

Servicio: Enfriamiento del fluido de proceso de 105°C a 80°C

Productos manipulados: Nitronaftalenos, ácido nítrico y agua

DATOS DE DISEÑO

	CARCASA		TUBOS	
	Entrada	Salida	Entrada	Salida
Fluido	Agua de servicio		Nitronaftalenos, ácido nítrico y agua	
Caudal total (kg/h)	1730		1943,3	
Vapor (kg/h)	-	-	-	-
Líquido (kg/h)	1730	1730	1943.3	1943.3
Temperatura (°C)	30	45	105	80
Presión de trabajo (atm)	1	1	1	1
Peso molecular (kg/kmol)	18		152.0	
Densidad (kg/m³)	1004	992.1	785.0	802.7
Viscosidad (cP)	0.7972	0.5932	1.302	1.942
Calor específico (kJ/kg·°C)	4.224	4.225	2.325	2.225
Conductividad térmica (W/m·°C)	0.6182	0.6376	0.1577	0.1603
Velocidad máxima (m/s)	0.06		0.173	
Número de pasos	1		2	
Pérdida de carga (kPa)	0.166		0.36	

DATOS DE CONSTRUCCIÓN

	CARCASA		TUBOS
Temperatura de diseño (°C)	80	140	
Presión de diseño (atm)	3	3	
Material	Acero al carbono		AISI 304
Diámetro interno / grosor (mm)	205 / 7.04		14,83 / 2.11
Longitud (m)	1.655		1.65
Calor intercambiado (kW)	30.61	Nº baffles	
Coeficiente global (W/m²·°C)	128.3	Distancia entre pantallas (mm)	190
Área de intercambio (m²)	4.33	DTML (°C)	53.84
Número de tubos en "U"	46	Peso equipo vacío	262.5
Disposición pitch	30- Triangular	Peso equipo con agua (kg)	
Espaciado (pitch) (mm)	23.81	311.8	

CONEXIONES

MARCA	Denominación	Observaciones:
T1	Entrada corriente proceso	Coste: 7672 €
T2	Salida corriente proceso	
S1	Entrada corriente servicio	
S2	Salida corriente servicio	



ESPECIFICACIONES
INTERCAMBIADOR

Item nº: EX-201
Proyecto nº: 1

Área: 200

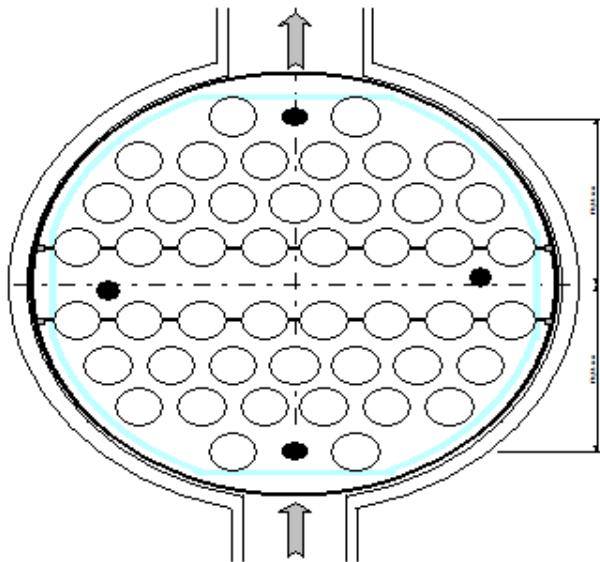
Planta: Producción de
1-naftol

Preparado por: Inaphthol

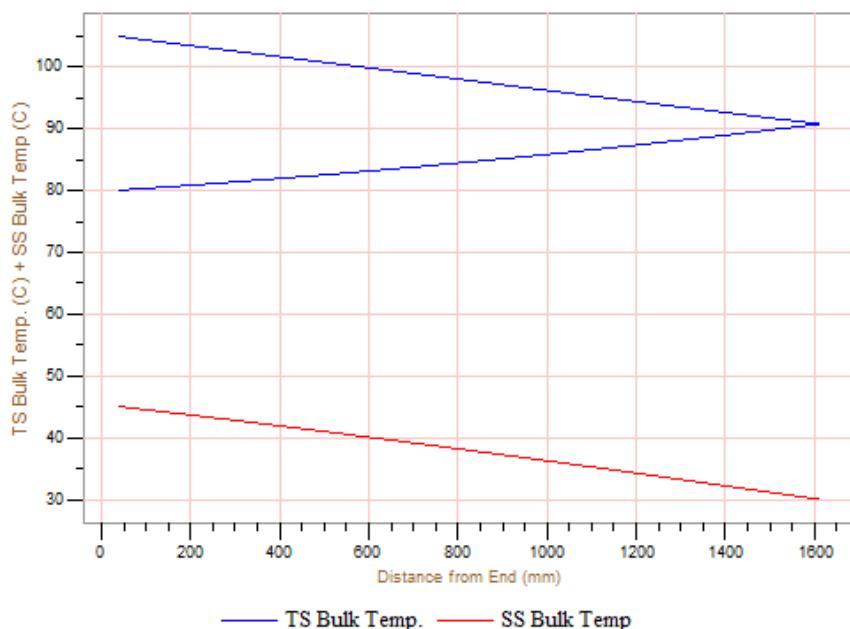
Fecha:
06/06/2014

Localidad: Tarragona

Hoja: 2 De: 2



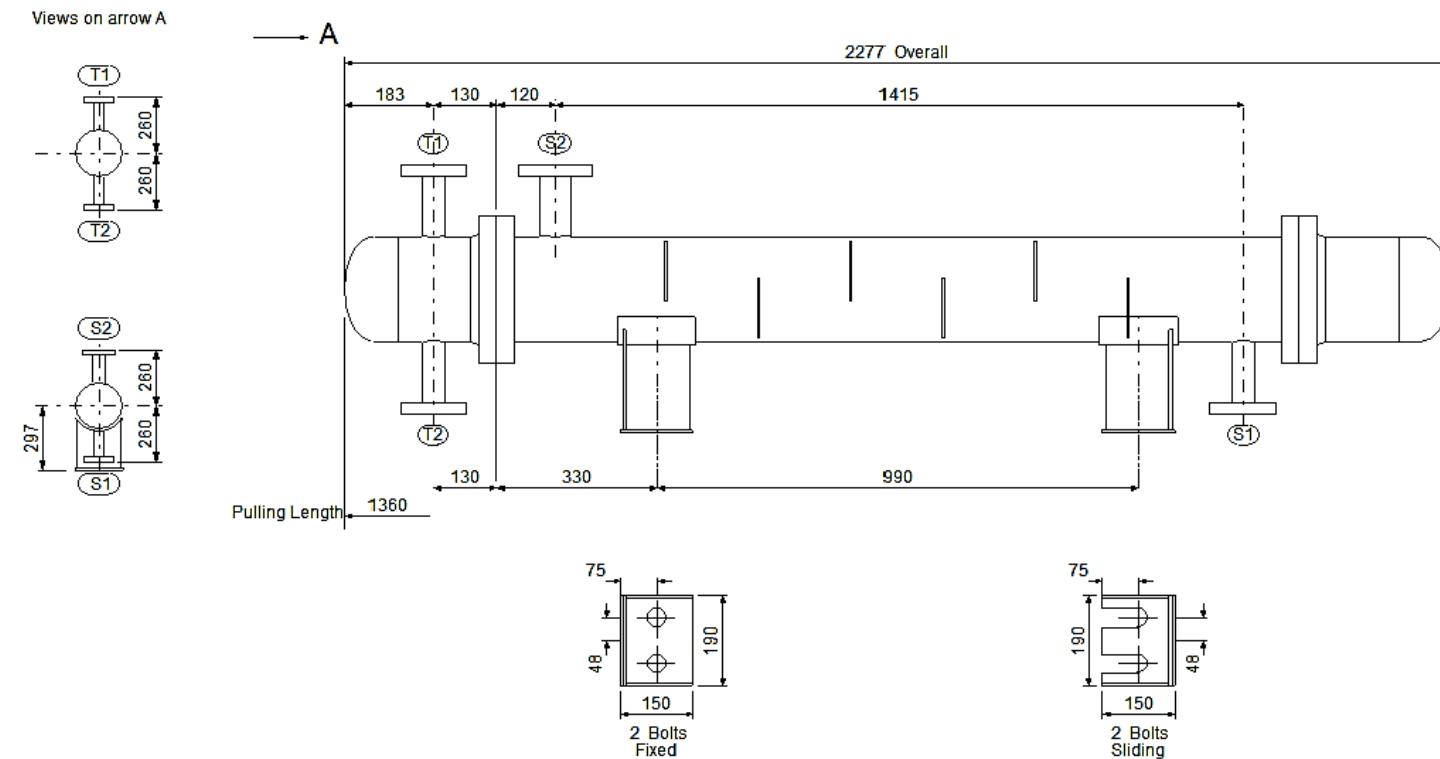
Stream Temperatures



Heat Exchanger Specification Sheet

1	Company:					
2	Location:					
3	Service of Unit: Our Reference:					
4	Item No.: Your Reference:					
5	Date: Rev No.: Job No.:					
6	Size	205 - 1650	mm	Type	BEM	Hor
7	Connected in	1 parallel	1 series			
8	Surf/unit(eff.)	4,3	m ²	Shells/unit	1	Surf/shell (eff.)
9	PERFORMANCE OF ONE UNIT					
10	Fluid allocation	Shell Side		Tube Side		
11	Fluid name	205 H2O in->EX-2205 H2I		205b->206		
12	Fluid quantity, Total	kg/h	1730		1943	
13	Vapor (In/Out)	kg/h	0	0	0	0
14	Liquid	kg/h	1730	1730	1943	1943
15	Noncondensable	kg/h	0	0	0	0
16	Temperature (In/Out)	°C	30	45,06	105	80,09
17	Dew / Bubble point	°C	100	100		
18	Density Vapor/Liquid	kg/m ³	/ 1003,57	/ 992,06	/ 785,05	/ 802,75
19	Viscosity	cp	/ 0,7972	/ 0,5933	/ 1,3019	/ 1,9425
20	Molecular wt, Vap					
21	Molecular wt, NC					
22	Specific heat	kJ/(kg K)	/ 4,224	/ 4,225	/ 2,325	/ 2,225
23	Thermal conductivity	W/(m K)	/ 0,6182	/ 0,6376	/ 0,1577	/ 0,1603
24	Latent heat	kJ/kg				
25	Pressure (abs)	kPa	101,325	101,159	101,325	100,965
26	Velocity	m/s	0,06		0,17	
27	Pressure drop, allow./calc.	kPa	1	0,166	1	0,36
28	Fouling resistance (min)	m ² K/W	0	0	0	Ao based
29	Heat exchanged	30,6	kW	MTD corrected		53,84 °C
30	Transfer rate, Service	131,2	Dirty	131,2	Clean 131,2	W/(m ² K)

CONSTRUCTION OF ONE SHELL						Sketch
		Shell Side		Tube Side		
33 Design/vac/test pressure:g		kPa		300/ /		
34 Design temperature		*C		80		140
35 Number passes per shell		1		2		
36 Corrosion allowance		mm		3,18		3,18
37 Connections	In	mm	1	40,89/-	-	
38 Size/rating	Out	mm	1	52,5/-	-	40,89/-
39 ID	Intermediate		/	-	/	-
40 Tube No.	46 Us	OD	19,05	TksAvg	2,11	mm
41 Tube type	Plain	#/m		Material	Carbon Steel	Tube pattern
42 Shell	Carbon Steel	ID	205	OD	219,08	mm
43 Channel or bonnet	Carbon Steel				Shell cover	-
44 Tubesheet-stationary	Carbon Steel		-		Channel cover	-
45 Floating head cover	-				Tubesheet-floating	-
46 Baffle-cross	Carbon Steel	Type	Single segmental	Cut(%d)	41,48	H Spacing: c/c
47 Baffle-long	-					190
48 Supports-tube		U-bend	0	Type		
49 Bypass seal				Tube-tubesheet joint	Exp.	
50 Expansion joint	-			Type	None	
51 RhoV2-Inlet nozzle	133		Bundle entrance	1		kg/(m s²)
52 Gaskets - Shell side	-		Tube Side		Flat Metal Jacket Fibre	
53 Floating head	-					
54 Code requirements	ASME Code Sec VIII Div 1			TEMA class	R - refinery service	
55 Weight/Shell	262,5	Filled with water	311,8	Bundle	101,1	kg



Nozzle Data				Design Data	Units	Shell	Channel	Company:	Aspen Shell & Tube Exchanger					
Ref	OD	Wall	Standard	Notes	Design Pressure	bar	3,	3,	Location:					
S1	48 mm	3,7 mm	150 ANSI	Slip on	Design Temperature	C	80,	140,	Service of Unit:	Our Reference:				
S2	60 mm	3,9 mm	150 ANSI	Slip on	Full Vacuum		0	0	Item No.:	Your Reference:				
T1	48 mm	3,7 mm	150 ANSI	Slip on	Corrosion Allowance	mm	3,175	3,175	Date:	Rev No.:	Job No.:			
T2	48 mm	3,7 mm	150 ANSI	Slip on	Test Pressure	bar								
					Number of Passes		1	2		Design Codes				
					Radiography		0	0		0				
					PWHT		0	0		TEMA 0				
					Internal Volume	m³	0,0522	0,0194		Customer Specifications				
					Weight Summary									
					Empty		Flooded		Bundle					
					262 kg		312 kg		101 kg					
										Revision	Date	Dwg.	Chk.	App.
											09/05/2014			

Planta de producción de 1-naftol

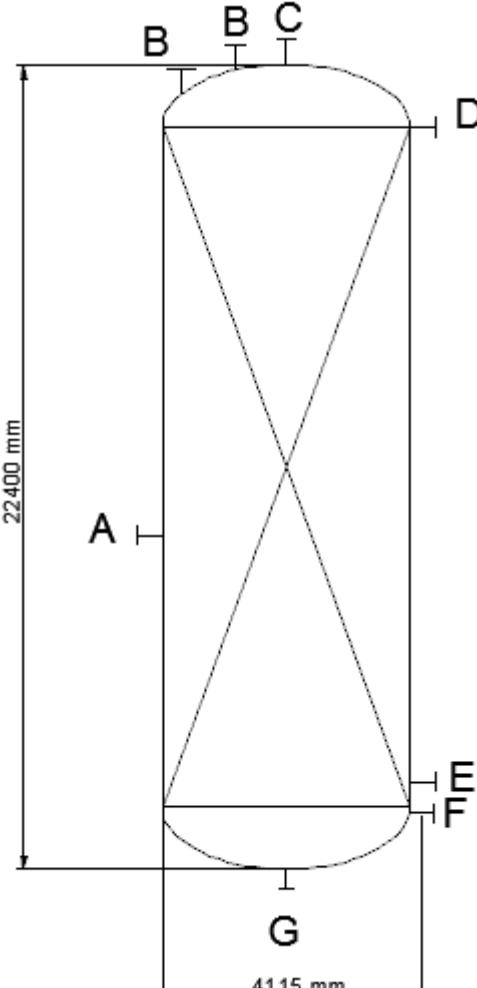
2. Equipos

2.3.2.7. DC-205

	ESPECIFICACIÓN COLUMNA RECTIFICACIÓN		Item nº: DC-205	Área: 200			
	Planta:	Producción de 1-naftol	Proyecto nº: 1				
	Localidad:	Tarragona	Preparado por: Inaphthol	Fecha: 06/06/2014			
DATOS GENERALES							
Denominación: Columna de rectificación DC-205							
Etapas equilibrio: 58	Alimento: 28 (from Top)	Etapas de contacto: 56	Relación de reflujo: 15				
Altura (m): 22.04		Material: AISI 304					
Zona enriquecimiento:	Diámetro interior (m): 4.115						
Zona empobrecimiento:	Diámetro interior (m): 4.115						
DATOS DE DISEÑO							
Productos		1-nitronaftaleno, 2-nitronaftaleno, 1-5-dinitronaftaleno, ácido nítrico y agua					
Material de construcción		AISI 304					
Temperatura de trabajo (°C)		Cabezas: 140.2	Colas: 322.9				
Presión de trabajo (atm)		Cabezas: 1	Colas: 1				
Fondo superior		Toriesférico					
Fondo inferior		Toriesférico					
Aislante (mm)		Manta de lana de roca (120 mm)					
Elevación (mm)		1					
Válvula de seguridad	DN100	Venteo de seguridad	DN200				
CONEXIONES DETALLES DE DISEÑO							
Marca	DN (mm)	Denominación	Tratamiento térmico:	No			
A	25	Entrada alimento	Radiografiado:	0.85			
B	25	Salida destilado	Eficacia soldadura:	Parcial			
C	-	Salida reflujo					
D	100	Entrada reflujo					
E	10	Salida colas					
F	-	Salida hacia el reboiler					
G	-	Entrada procedente reboiler					

Planta de producción de 1-naftol

2. Equipos

	ESPECIFICACIONES COLUMNA RECTIFICACIÓN	Item nº: DC-205	Área: 200	
		Proyecto nº: 1		
		Planta: Producción de 1-naftol	Preparado por: Inaphthol Fecha: 06/06/2014	
		Localidad: Tarragona		
Item nº: DC-205		Hoja: 2 De: 2		
 <p>The technical drawing shows a vertical distillation column with the following dimensions and features:</p> <ul style="list-style-type: none">Total height: 22400 mmWidth at the base: 4115 mmBase: Labeled GBottom support structure: Labeled E and FMiddle section: Labeled ATop section: Labeled B, C, and DDiagonal lines: Two diagonal lines are drawn from the bottom left to the top right and from the bottom right to the top left.				

2.3.2.8. EX-202

2.3.2.9. KR-206

A continuación, se presentan las hojas de especificaciones de los intercambiadores de calor correspondientes al condensador y el reboiler de la columna de destilación DC-205.

Ambos intercambiadores han sido diseñados con la herramienta de diseño RIGOROUS DESIGN OF HEAT EXCHANGER's a partir del programa ASPEN HYSYS®.

	ESPECIFICACIÓN INTERCAMBIADOR	Item nº: EX-202 Proyecto nº: 1	Área: 200
	Planta: Producción de 1-naftol	Preparado por: Inaphthol	
	Localidad: Tarragona	Hoja: 1 De: 2	Fecha: 06/06/2014

DATOS GENERALES

Denominación: Condensador de la columna de destilación DC-205

Servicio: Condensación de la corriente de destilado

Productos manipulados: 1-nitronaftaleno, 2-nitronaftaleno, ácido nítrico y agua

DATOS DE DISEÑO

	TUBOS		CARCASA	
	Entrada	Salida	Entrada	Salida
Fluido	Agua de servicio		1-nitronaftaleno, 2-nitronaftaleno, ácido nítrico y agua	
Caudal total (kg/h)	310000		28750.46	
Vapor (kg/h)	-	-	28750.46	-
Líquido (kg/h)	310000	310000	-	28750.46
Temperatura (°C)	30	45.62	296.3	140.2
Presión de trabajo (atm)	1	0.97	1	0.93
Peso molecular (kg/kmol)	18.02		150	
Densidad (kg/m³)	1044	991.6	3.222	835.2
Viscosidad (cP)	0.797	0.587	-	-
Calor específico (kJ/kg·°C)	4.224	4.224	2.602	2.466
Conductividad térmica (W/m·°C)	0.618	0.638	-	-
Velocidad máxima (m/s)	59.88		1.428	
Número de pasos	1		1	
Pérdida de carga (kPa)	8.476		4.436	

DATOS DE CONSTRUCCIÓN

	TUBOS		CARCASA	
Temperatura de diseño (°C)	80		335	
Presión de diseño (atm)	3		3	
Material	Acero al carbono		AISI 304	
Diámetro interno / grosor (mm)	14.834 / 2.11		539.75 / 9.525	
Longitud (m)	1.2		1.14	
Calor intercambiado (kW)	5683.33	Nº baffles		2
Coeficiente global (W/m²·°C)	1428.44	Distancia entre pantallas (mm)		215
Área de intercambio (m²)	23.53	DTML (°C)		191.7
Número de tubos en "U"	352	Peso equipo vacío (kg)		1102.9
Disposición pitch	30-Triangular	Peso equipo con agua (kg)		1577.4
Espaciado (pitch) (mm)	23.81			

CONEXIONES

MARCA	Denominación	Observaciones:
T1	Entrada corriente servicio	Coste: 20241 €
T2	Salida corriente servicio	
S1	Entrada corriente proceso	
S2	Salida corriente proceso	

ESPECIFICACIONES
INTERCAMBIADORItem nº: EX-202
Proyecto nº: 1

Área: 200

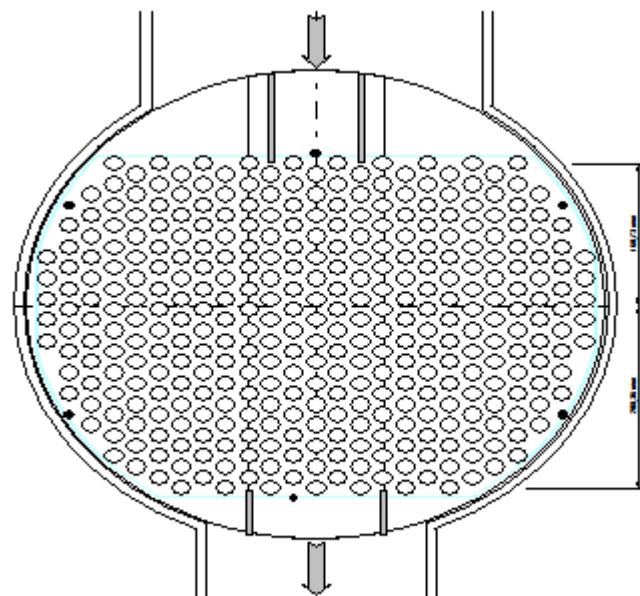
Planta: Producción de
1-naftol

Preparado por: Inaphthol

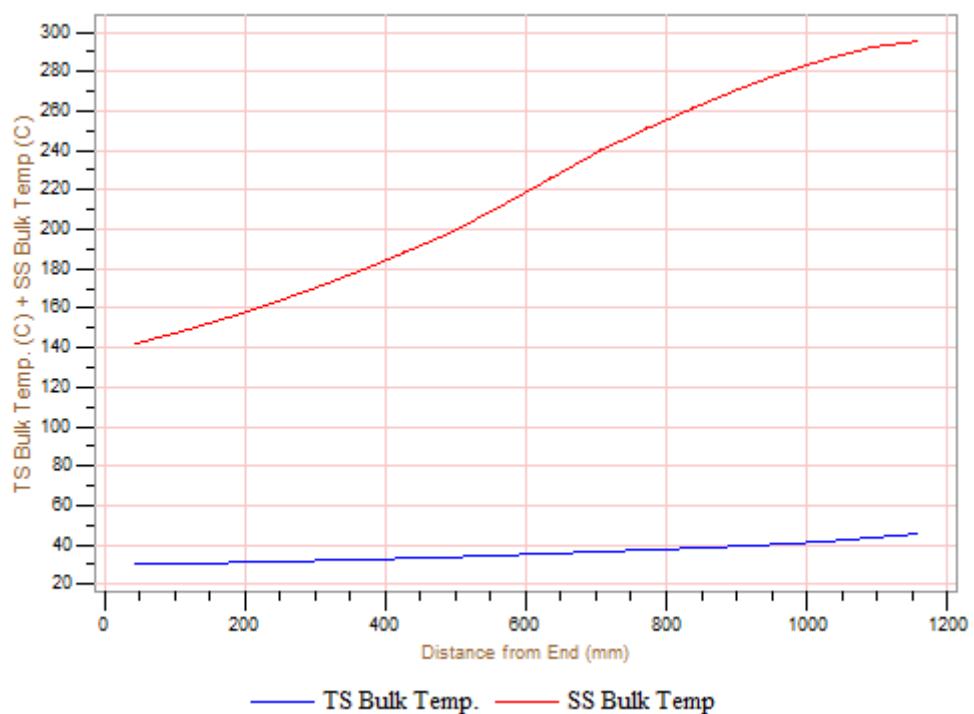
Fecha:
06/06/2014

Localidad: Tarragona

Hoja: 2 De: 2



Stream Temperatures

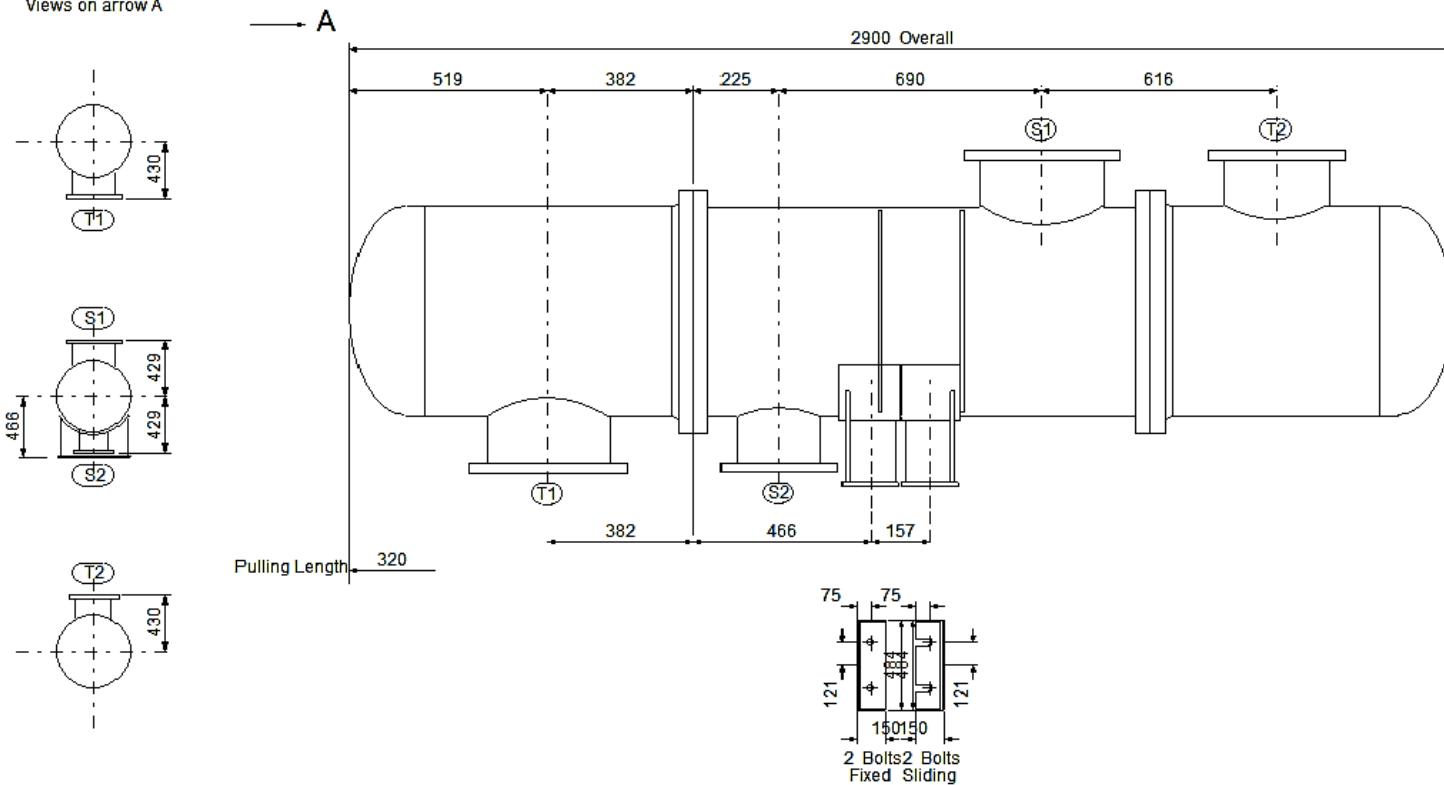


Heat Exchanger Specification Sheet

1	Company:					
2	Location:					
3	Service of Unit: Our Reference:					
4	Item No.: Your Reference:					
5	Date: Rev No.: Job No.:					
6	Size	539 - 1200	mm	Type	BEM	Hor
7	Connected in	1 parallel	1 series			
8	Surf/unit(eff.)	23,5	m ²	Shells/unit	1	Surf/shell (eff.)
9						23,5 m ²
PERFORMANCE OF ONE UNIT						
10	Fluid allocation	Shell Side			Tube Side	
11	Fluid name	dist. DC-205->207			x-297 H2O in->EX-297 H2O o	
12	Fluid quantity, Total	kg/h	28750		310000	
13	Vapor (In/Out)	kg/h	28633	84	0	0
14	Liquid	kg/h	118	28667	310000	310000
15	Noncondensable	kg/h	0	0	0	0
16	Temperature (In/Out)	°C	296,33	141,9	30	45,62
17	Dew / Bubble point	°C	296,33	140,25		
18	Density Vapor/Liquid	kg/m ³	3,21 / 633,36	0,54 / 757,27	/ 1003,57	/ 991,64
19	Viscosity	cp	0,007 / 0,1872	0,011 / 0,7891	/ 0,7972	/ 0,5873
20	Molecular wt, Vap		149,98	20,01		
21	Molecular wt, NC					
22	Specific heat	kJ/(kg K)	2,6 / 3,041	1,95 / 2,468	/ 4,224	/ 4,224
23	Thermal conductivity	W/(m K)	0,0231 / 0,0903	0,0273 / 0,1502	/ 0,6182	/ 0,6383
24	Latent heat	kJ/kg	265,8	1882,1		
25	Pressure (abs)	kPa	101,325	92,849	101,325	96,889
26	Velocity	m/s	59,88		1,43	
27	Pressure drop, allow./calc.	kPa	10	8,476	10	4,436
28	Fouling resistance (min)	m ² K/W	0		0	0 Ao based
29	Heat exchanged	5683	kW	MTD corrected		191,68 °C
30	Transfer rate, Service	1260	Dirty	1260	Clean 1260	W/(m ² K)

CONSTRUCTION OF ONE SHELL					Sketch	
		Shell Side		Tube Side		
33 Design/vac/test pressure:g		kPa		300/ /		
34 Design temperature		*C		335		80
35 Number passes per shell		1		1		
36 Corrosion allowance		mm		3,18		3,18
37 Connections	In	mm	1	304,8/-	1	304,8/-
38 Size/rating	Out	mm	1	202,72/-	1	254,51/-
39 ID	Intermediate		/	/	/	
40 Tube No.	352 Us	OD	19,05	TksAvg 2,11	mm	Length 1200
41 Tube type	Plain	#/m		Material Carbon Steel		Tube pattern 30
42 Shell	Carbon Steel	ID	539,75	OD 558,8	mm	Shell cover -
43 Channel or bonnet	Carbon Steel					Channel cover -
44 Tubesheet-stationary	Carbon Steel		-			Tubesheet-floating -
45 Floating head cover	-					Impingement protection None
46 Baffle-cross	Carbon Steel	Type	Single segmental	Cut(%d)	38,54 V	Spacing: c/c 215
47 Baffle-long	-		Seal type		Inlet	450,97
48 Supports-tube		U-bend	0	Type		
49 Bypass seal			Tube-tubesheet joint		Exp.	
50 Expansion joint	-		Type	None		
51 RhoV2-Inlet nozzle	3717		Bundle entrance	6308		Bundle exit 189
52 Gaskets - Shell side	-		Tube Side			Flat Metal Jacket Fibre
53 Floating head	-					
54 Code requirements	ASME Code Sec VIII Div 1			TEMA class	R - refinery service	
55 Weight/Shell	1102,9	Filled with water	1577,4	Bundle	517	kg

Views on arrow A



Nozzle Data

Ref	OD	Wall	Standard	Notes
S1	324 mm	9.5 mm	150 ANSI Slip on	
S2	219 mm	8.2 mm	150 ANSI Slip on	
T1	324 mm	9.5 mm	150 ANSI Slip on	
T2	273 mm	9.3 mm	150 ANSI Slip on	

Design Data

	Units	Shell	Channel
Design Pressure	bar	3,	3,
Design Temperature	C	335,	80,
Full Vacuum		0	0
Corrosion Allowance	mm	3,175	3,175
Test Pressure	bar		
Number of Passes		1	1
Radiography		0	0
PWHT		0	0
Internal Volume	m³	0,2742	0,3865

Company:

Location:

Service of Unit:

Our Reference:

Item No.:

Your Reference:

Date:

Rev No.:

Job No.:

Design Codes

0

TEMA 0

Customer Specifications

Weight Summary

Empty	Flooded	Bundle
1103 kg	1577 kg	517 kg

Aspen Shell & Tube Exchanger

Setting Plan

BEM 540 - 1200

Drawing Number

Revision Date Dwg. Chk. App.

23/05/2014

	ESPECIFICACIÓN INTERCAMBIADOR	Item nº: KR-206 Proyecto nº: 1	Área: 200
	Planta: Producción de 1-naftol	Preparado por: Inaphthol	Fecha: 06/06/2014
	Localidad: Tarragona	Hoja: 1 De: 2	

DATOS GENERALES

Denominación: Intercambiador de calor del KR-206 de la columna DC-205

Servicio: Hervidor/reboiler mezcla en la columna DC-205

Productos manipulados: 1-nitronaftaleno, 2-nitronaftaleno, 1,5-dinitronaftaleno, ácido nítrico y agua

DATOS DE DISEÑO

Fluido	TUBOS		CARCASA	
	Entrada	Salida	Entrada	Salida
Aceite térmico <i>Therminol</i> 75			1-nitronaftaleno, 2-nitronaftaleno, 1,5-dinitronaftaleno ácido nítrico y agua	
Caudal total (kg/h)	290000		75278.1	
Vapor (kg/h)	-	-	-	
Líquido (kg/h)	290000	290000	75278.1	75278.1
Temperatura (°C)	380	324.1	316	322.9
Presión de trabajo (atm)	1	0.96	1	0.55
Peso molecular (kg/kmol)	255.0		175.1	
Densidad (kg/m³)	835.5	883.8	624.9	1.96
Viscosidad (cP)	0.297	0.4384	0.18	0.0063
Calor específico (kJ/kg·°C)	1.363	1.272	3.123	2.701
Conductividad térmica (W/m·°C)	0.0083	0.009	0.0088	0.0022
Velocidad máxima (m/s)	0.7		61.05	
Número de pasos	2		1	
Pérdida de carga (kPa)	4.88		45.83	

DATOS DE CONSTRUCCIÓN

	TUBOS	CARCASA
Temperatura de diseño (°C)	415	360
Presión de diseño (atm)	3	3
Material	Acero al carbono	AISI 304
Diámetro interno / grosor (mm)	14.834 / 2.11	775 / 12
Longitud (m)	5.55	5.665
Calor intercambiado (kW)	5936.111	Nº baffles 8
Coeficiente global (W/m²·°C)	455.146	Distancia entre pantallas (mm) 540
Área de intercambio (m²)	521.2	DTML (°C) 30.89
Número de tubos en "U"	800	Peso equipo vacío (kg) 6370.7
Disposición pitch	30- Triangular	Peso equipo con agua (kg) 8918.6
Espaciado (pitch) (mm)	23.81	

CONEXIONES

MARCA	Denominación	Observaciones:
T1	Entrada corriente servicio	Coste: 91737 €
T2	Salida corriente servicio	
S1	Entrada corriente producto	
S2	Salida corriente producto	



ESPECIFICACIONES
INTERCAMBIADOR

Item nº: KR-206

Proyecto nº: 1

Área: 200

Planta: Producción de
1-naftol

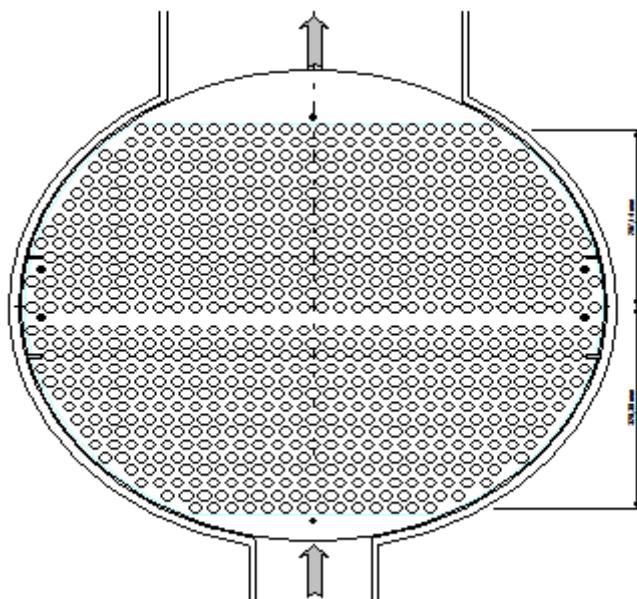
Preparado por: Inaphthol

Fecha:

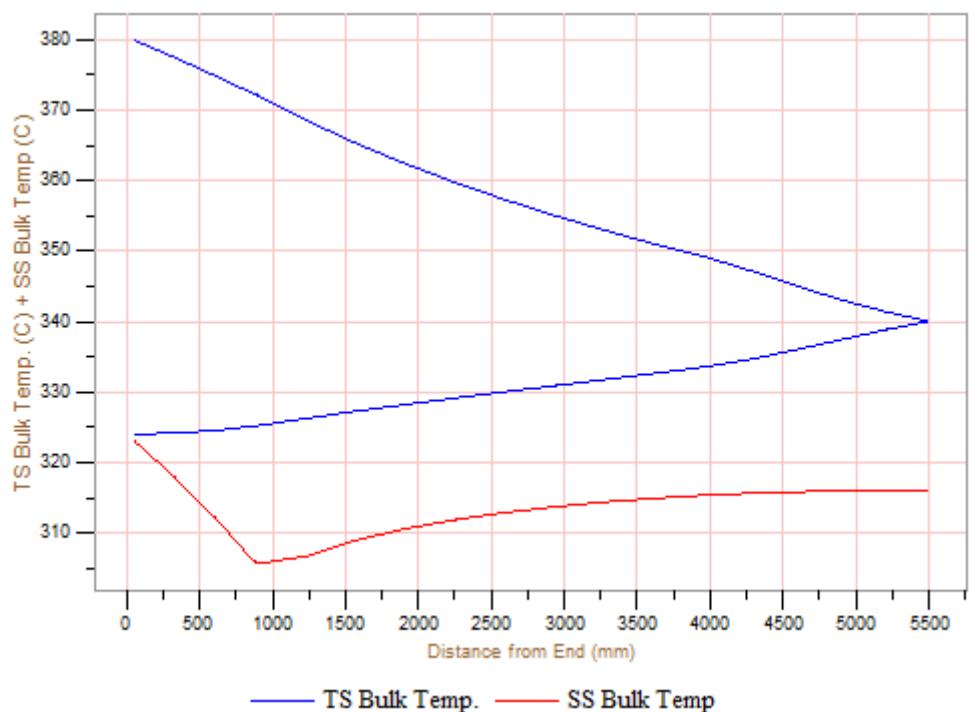
06/06/2014

Localidad: Tarragona

Hoja: 2 De: 2



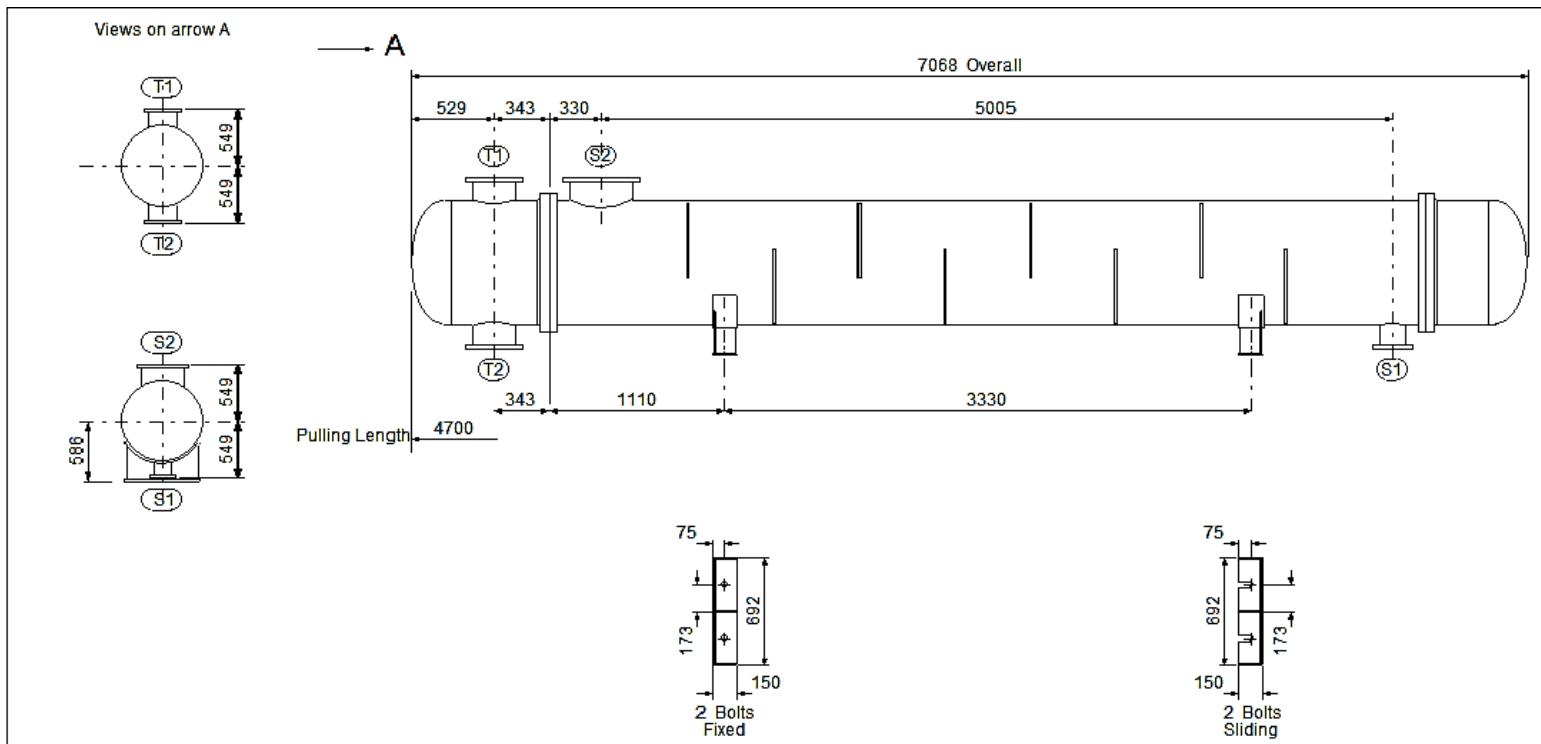
Stream Temperatures



Heat Exchanger Specification Sheet

1	Company:								
2	Location:								
3	Service of Unit:	Our Reference:							
4	Item No.:	Your Reference:							
5	Date:	Rev No.:	Job No.:						
6	Size	775 - 5550	mm	Type	BEM	Hor	Connected in	2 parallel	1 series
7	Surf/unit(eff.)	521,2	m ²	Shells/unit	2		Surf/shell (eff.)	260,6	m ²
8	PERFORMANCE OF ONE UNIT								
9	Fluid allocation			Shell Side			Tube Side		
10	Fluid name			To KR-206->From KR-206			oil KR-206 in->Hot oil KR-206		
11	Fluid quantity, Total			kg/h	75278		290000		
12	Vapor (In/Out)			kg/h	0	75278	0	0	
13	Liquid			kg/h	75278	0	290000	290000	
14	Noncondensable			kg/h	0	0	0	0	
15									
16	Temperature (In/Out)			°C	316	323,17	380	324,07	
17	Dew / Bubble point			°C	322,86	316,13			
18	Density	Vapor/Liquid	kg/m ³	/	624,88	1,96 /	/ 835,47	/ 883,79	
19	Viscosity			cp	/ 0,1799	0,006 /	/ 0,2971	/ 0,4384	
20									
21									
22	Molecular wt, Vap				175,09				
23	Molecular wt, NC								
24	Specific heat			kJ/(kg K)	/ 3,123	2,701 /	/ 1,363	/ 1,272	
25	Thermal conductivity			W/(m K)	/ 0,0883	0,0222 /	/ 0,0826	/ 0,0899	
26	Latent heat			kJ/kg	263,8	275,5			
27	Pressure (abs)			kPa	101,325	55,491	101,325	96,448	
28	Velocity			m/s	61,05		0,7		
29	Pressure drop, allow./calc.			kPa	50	45,834	5	4,877	
30	Fouling resistance (min)			m ² K/W	0		0	0	Ao based
31	Heat exchanged			kW	MTD corrected			30,89	* °C
32	Transfer rate, Service			368,8	Dirty	368,8	Clean	368,8	W/(m ² K)

CONSTRUCTION OF ONE SHELL							Sketch	
32			Shell Side		Tube Side			
33	Design/vac/test pressure:g	kPa	300/ /		300/ /			
34	Design temperature	*C	360		415			
35	Number passes per shell		1		2			
36	Corrosion allowance	mm	3,18		3,18			
37	Connections	In mm	1 154,05 / -		1 254,51 / -			
38	Size/rating	Out	1 387,35 / -		1 254,51 / -			
39	ID	Intermediate	/ -		/ -			
40	Tube No.	800Us	OD 19,05	TksAvg 2,11	mm	Length 5550	mm	Pitch 23,81 mm
41	Tube type	Plain	#/m	Material Carbon Steel		Tube pattern	30	
42	Shell	Carbon Steel	ID 775	OD 799	mm	Shell cover	-	
43	Channel or bonnet	Carbon Steel				Channel cover	-	
44	Tubesheet-stationary	Carbon Steel	-			Tubesheet-floating	-	
45	Floating head cover	-				Impingement protection	None	
46	Baffle-cross	Carbon Steel	Type Single segmental	Cut(%d) 39,56	H	Spacing: c/c 540	mm	
47	Baffle-long	-	Seal type		Inlet	831,48	mm	
48	Supports-tube		U-bend	0	Type			
49	Bypass seal			Tube-tubesheet joint		Exp.		
50	Expansion joint	-	Type	None				
51	RhoV2-Inlet nozzle	504	Bundle entrance	20		Bundle exit 5380	kg/(m s ²)	
52	Gaskets - Shell side	-	Tube Side			Flat Metal Jacket Fibre		
53	Floating head	-						
54	Code requirements	ASME Code Sec VIII Div 1			TEMA class	R - refinery service		
55	Weight/Shell	6370,8	Filled with water	8918,6	Bundle	4370,3	kg	



Nozzle Data				
Ref	OD	Wall	Standard	Notes
S1	168 mm	7,1 mm	150 ANSI Slip on	
S2	406 mm	9,5 mm	150 ANSI Slip on	
T1	273 mm	9,3 mm	150 ANSI Slip on	
T2	273 mm	9,3 mm	150 ANSI Slip on	

Design Data		Units	Shell	Channel
Design Pressure	bar	3,	3,	
Design Temperature	C	360,	415,	
Full Vacuum		0	0	
Corrosion Allowance	mm	3,175	3,175	
Test Pressure	bar			
Number of Passes		1	2	Design Codes
Radiography		0	0	0
PWHT		0	0	TEMA 0
Internal Volume	m³	2,5731	0,6601	

Customer Specifications			
Weight Summary			
Empty	Flooded	Bundle	
8371 kg	8919 kg	4370 kg	

Aspen Shell & Tube Exchanger

Setting Plan

BEM 775 - 5550

Drawing Number

Revision	Date	Dwg.	Chk.	App.
	13/05/2014			

2.3.3. Área 300

2.3.3.1. EX-301

A continuación, se presenta la hoja de especificaciones del intercambiador de calor encargado de aumentar la temperatura de la mezcla que entra en el hidrogenador HR-301 hasta la temperatura a la que se lleva a cabo dicha reacción, 190°C.

Este intercambiador ha sido diseñado con la herramienta de diseño RIGOROUS DESIGN OF HEAT EXCHANGER's a partir del programa ASPEN HYSYS®.

	ESPECIFICACIÓN INTERCAMBIADOR	Item nº: EX-301 Proyecto nº: 1	Área: 300
	Planta: Producción de 1-naftol	Preparado por: Inaphthol	Fecha:
	Localidad: Tarragona	Hoja: 1 De: 2	06/06/2014

DATOS GENERALES

Denominación: Intercambiador de calor antes del hidrogenador HR-301

Servicio: Aumento de la temperatura de la corriente desde 78.33 °C a 190°C

Productos manipulados: 1-nitronaftaleno, 2-nitronaftaleno, ácido nítrico, iso-propanol y agua.

DATOS DE DISEÑO

Fluido	CARCASA		TUBOS	
	Entrada	Salida	Entrada	Salida
Aceite térmico <i>Therminol</i> 75			1-nitronaftaleno, 2-nitronaftaleno, ácido nítrico, iso-propanol y agua.	
Caudal total (kg/h)	10000		3560.2	
Vapor (kg/h)	-	-	-	-
Líquido (kg/h)	10000	10000	3560.2	3560.2
Temperatura (°C)	380	318.5	78.33	190
Presión de trabajo (atm)	1	0.99	98.7	98.68
Peso molecular (kg/kmol)	255.0		68.99	
Densidad (kg/m³)	835.5	888.4	793.7	674.4
Viscosidad (cP)	0.297	0.457	0.909	0.251
Calor específico (kJ/kg·°C)	1.363	1.263	2.847	3.67
Conductividad térmica (W/m·°C)	0.0083	0.0091	0.23	0.19
Velocidad máxima (m/s)	0.564		0.25	
Número de pasos	1		2	
Pérdida de carga (kPa)	0.651		0.512	

DATOS DE CONSTRUCCIÓN

	CARCASA		TUBOS
Temperatura de diseño (°C)	415		230
Presión de diseño (atm)	3		11
Material	Acero al carbono		AISI 304
Diámetro interno / grosor (mm)	257.45 / 7.8		14.83 / 2,108
Longitud (m)	1.37		1.35
Calor intercambiado (kW)	358.9	Nº baffles	4
Coeficiente global (W/m²·°C)	337.7	Distancia entre pantallas (mm)	170
Área de intercambio (m²)	4.993	DTML (°C)	205.0
Número de tubos en "U"	68	Peso equipo vacío (kg)	559.8
Disposición pitch	30-Triangular	Peso equipo con agua (kg)	625.9
Espaciado (pitch) (mm)	23.81		

CONEXIONES

MARCA	Denominación	Observaciones:
T1	Entrada corriente proceso	Coste: 21150 €
T2	Salida corriente proceso	
S1	Entrada corriente servicio	
S2	Salida corriente servicio	

ESPECIFICACIONES
INTERCAMBIADORItem nº: EX-301
Proyecto nº: 1

Área: 300

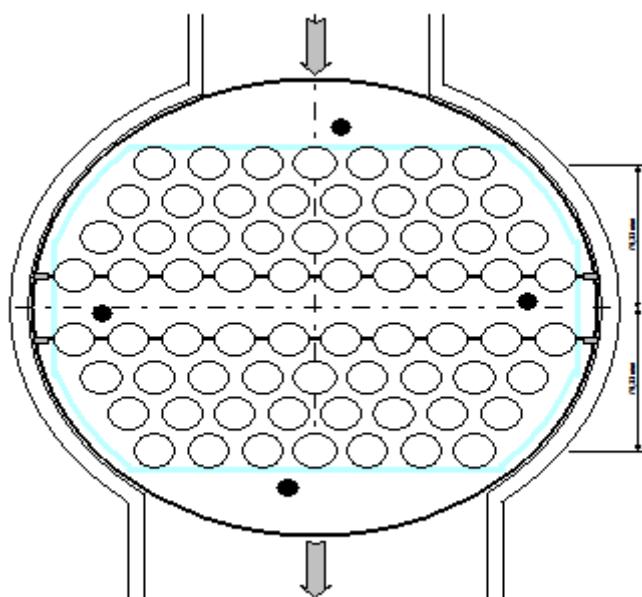
Planta: Producción de
1-naftol

Preparado por: Inaphthol

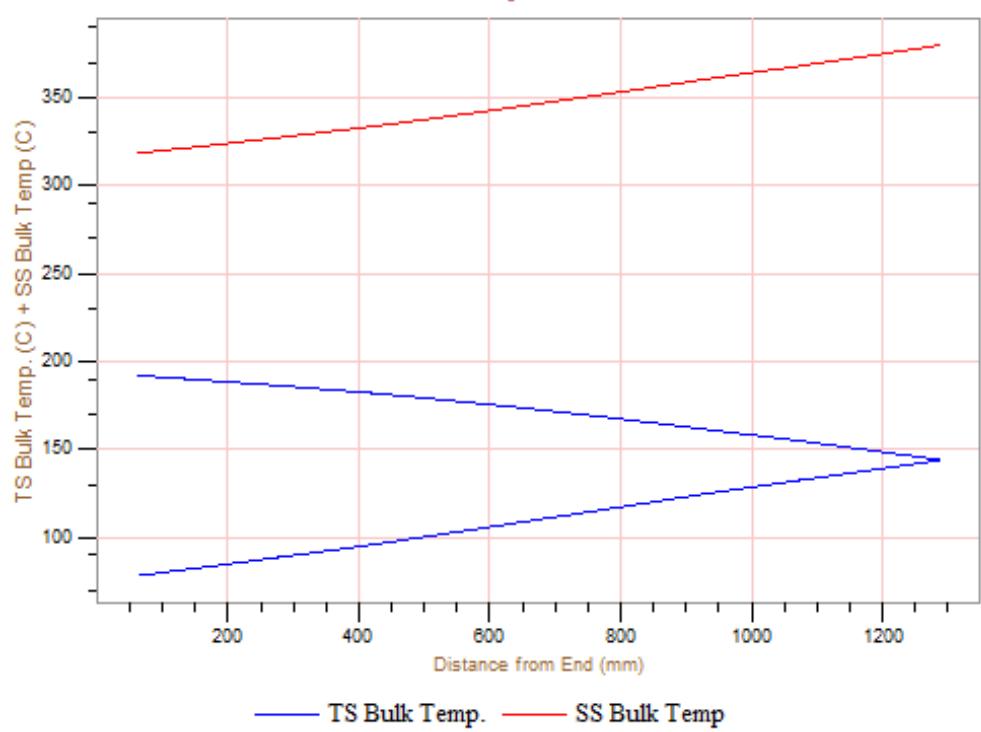
Fecha:
06/06/2014

Localidad: Tarragona

Hoja: 2 De: 2



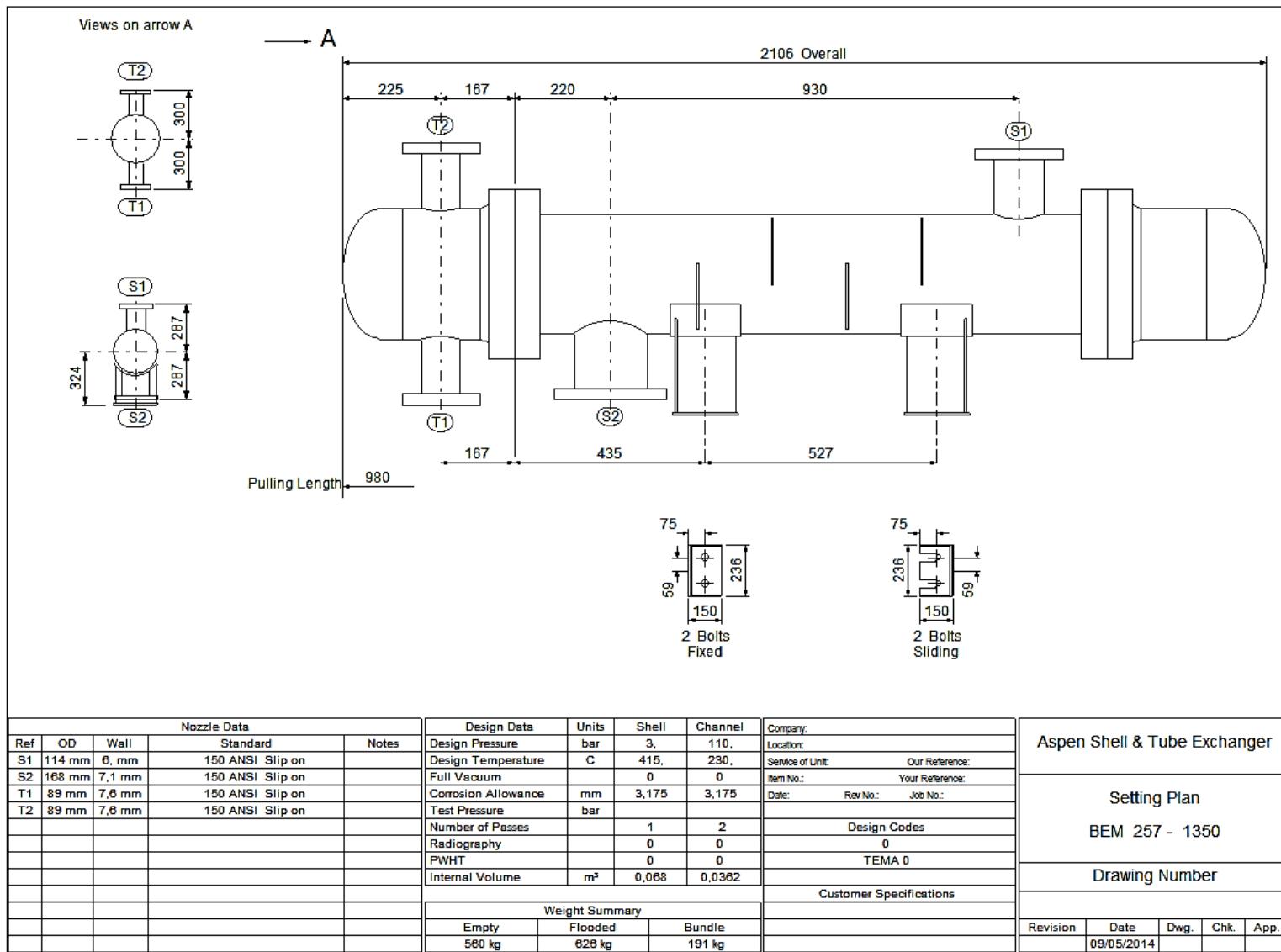
Stream Temperatures



Heat Exchanger Specification Sheet

1	Company:					
2	Location:					
3	Service of Unit: Our Reference:					
4	Item No.: Your Reference:					
5	Date: Rev No.: Job No.:					
6	Size	257 - 1349,99	mm	Type	BEM	Hor
7	Surf/unit(eff.)	5	m ²	Shells/unit	1	Connected in parallel
8	PERFORMANCE OF ONE UNIT					
9	Fluid allocation		Shell Side		Tube Side	
10	Fluid name		X-312 oil in->EX-312 oil ou		303->304	
11	Fluid quantity, Total		kg/h		16000	
12	Vapor (In/Out)		kg/h		0	
13	Liquid		kg/h		16000	
14	Noncondensable		kg/h		0	
15						
16	Temperature (In/Out)		°C		380	
17	Dew / Bubble point		°C		318,51	
18	Density	Vapor/Liquid	kg/m ³	/ 835,47	/ 888,37	/ 793,67
19	Viscosity		cp	/ 0,2971	/ 0,457	/ 0,9087
20	Molecular wt, Vap					
21	Molecular wt, NC					
22	Specific heat		kJ/(kg K)		/ 1,363	
23	Thermal conductivity		W/(m K)		/ 0,0826	
24	Latent heat		kJ/kg		/ 1,263	
25	Pressure (abs)		kPa		/ 2,847	
26	Velocity		m/s		/ 3,716	
27	Pressure drop, allow./calc.		kPa		/ 0,0907	
28	Fouling resistance (min)		m ² K/W		/ 0,2324	
29	Heat exchanged	358,9	kW	/ 0,187		MTD corrected
30	Transfer rate, Service	350,7	Dirty	350,6	Clean 350,6	204,97 °C
						W/(m ² K)

CONSTRUCTION OF ONE SHELL					Sketch
		Shell Side		Tube Side	
33 Design/vac/test pressure:g	kPa	300/ /	11000/ /		
34 Design temperature	*C	415	230		
35 Number passes per shell		1	2		
36 Corrosion allowance	mm	3,18	3,18		
37 Connections	In mm	1 102,26/ -	1 73,66/ -		
38 Size/rating	Out	1 154,05/ -	1 73,66/ -		
39 ID	Intermediate	/ -	/ -		
40 Tube No.	68Us	OD 19,05	TksAvg 2,11	mm Length 1350	mm Pitch 23,81 mm
41 Tube type	Plain	#/m	Material Carbon Steel	Tube pattern	30
42 Shell	Carbon Steel	ID 257,45	OD 273,05	mm Shell cover	-
43 Channel or bonnet	Carbon Steel			Channel cover	-
44 Tubesheet-stationary	Carbon Steel	-		Tubesheet-floating	-
45 Floating head cover	-			Impingement protection	None
46 Baffle-cross	Carbon Steel	Type Single segmental	Cut(%d) 43,22	H Spacing: c/c 170	mm
47 Baffle-long	-	Seal type		Inlet	358,48 mm
48 Supports-tube		U-bend	0	Type	
49 Bypass seal			Tube-tubesheet joint	Exp.	
50 Expansion joint	-	Type	None		
51 RhoV2-Inlet nozzle	351	Bundle entrance	53	Bundle exit 50	kg/(m s ²)
52 Gaskets - Shell side	-	Tube Side		Flat Metal Jacket Fibre	
53 Floating head	-				
54 Code requirements	ASME Code Sec VIII Div 1			TEMA class R - refinery service	
55 Weight/Shell	559,8	Filled with water	625,9	Bundle	190,9 kg



Planta de producción de 1-naftol

2. Equipos

2.3.3.2. HR-301

	ESPECIFICACIÓN REACTORES	Item nº: HR-301 Proyecto nº: 1	Área: 300
	Planta: Producción de 1-naftol	Preparado por: Inaphthol	
	Localidad: Tarragona	Hoja: 1 De: 2	Fecha: 06/06/2014
DATOS GENERALES			
Denominación: Reactor de hidrogenación del 1-nitronaftaleno Servicio: Transformar el 1-nitronaftaleno en 1-naftilamina			
Posición:	Vertical	Densidad fluido (kg/m³)	687
Diámetro (m)	1.1	Peso recipiente vacío (kg)	15279.14
Longitud (m)	7.1	Peso recipiente en operación (kg)	18900.8
Capacidad (m³)	5.7	Fracción llenado típica	1
Volumen cuerpo cilíndrico (m³)	5.565	Volumen fondos (m³)	0.145
DATOS DE DISEÑO			
Producto	1-naftilamina		
Materia de construcción	Acero inoxidable 304 (AISI 304)		
Temperatura de trabajo (°C)	190		
Temperatura de diseño (°C)	190		
Presión de trabajo (bar)	100		
Presión de diseño (bar)	120		
Cuerpo	Cilíndrico		
Espesor (mm)	80		
Fondo superior	Torresférico		
Espesor (mm)	100		
Fondo inferior	Torresférico		
Espesor (mm)	100		
Sobreespesor de corrosión (mm)	1		
Aislante (mm)	Manta de lana de roca (100 mm)		

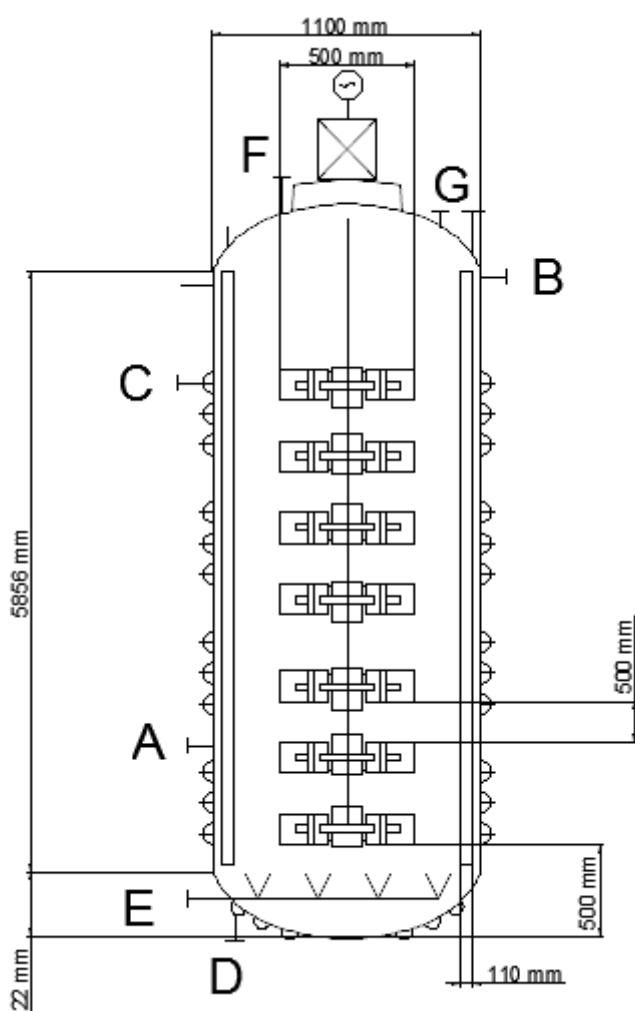
Planta de producción de 1-naftol

2. Equipos

Elevación (m)		2		
Válvula de seguridad		DN100	Disco de ruptura	DN200
RELACIÓN DE CONEXIONES			DETALLES DE DISEÑO	
Marca	DN (mm)	Denominación	Norma de diseño	ASME
A	40	Entrada alimento	Tratamiento térmico	Si
B	40	Salida producto	Radiografiado	0.85
C	150	Entrada agua refrigerante	Eficacia de Soldadura	Parcial
D	150	Salida agua refrigerante	DETALLES MOTOR AGITADOR	
E	15	Entrada hidrógeno	Potencia (KW)	33
F	15	Salida hidrógeno		
G	100 / 200	PSV / BD		

Planta de producción de 1-naftol

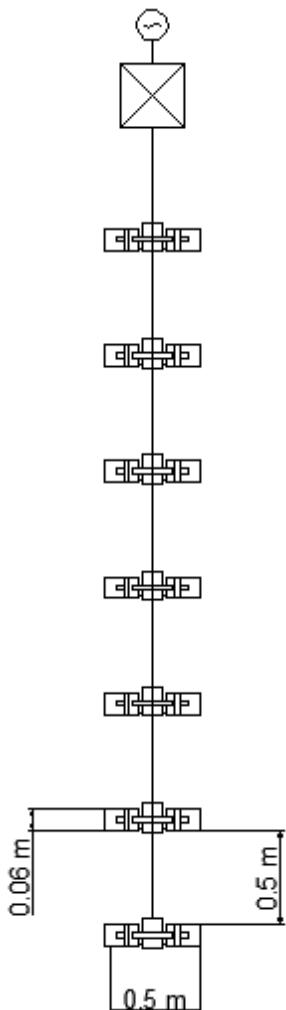
2. Equipos

	ESPECIFICACIONES REACTORES		Item nº: HR-301 Proyecto nº: 1	Área: 300
	Planta:	Producción de 1-naftol		
	Preparado por:	Inaphthol		
	Localidad:	Tarragona	Hoja: 2 De: 2	Fecha: 06/06/2014
 <p>The diagram shows a vertical reactor vessel with a diameter of 1100 mm and a height of 5856 mm. The vessel has a top head labeled F with a diameter of 500 mm. A manhole is located at the top of the head. The vessel body contains seven horizontal trays, each supported by a U-shaped support. The bottom of the vessel is a hemispherical base labeled E. The distance from the bottom of the vessel to the bottom of the base is 110 mm. The distance from the bottom of the vessel to the top of the base is 500 mm. The vessel is supported by four legs labeled A, B, C, and D. The distance between legs A and B is 500 mm. The distance between legs C and D is 500 mm.</p>				

Planta de producción de 1-naftol

2. Equipos

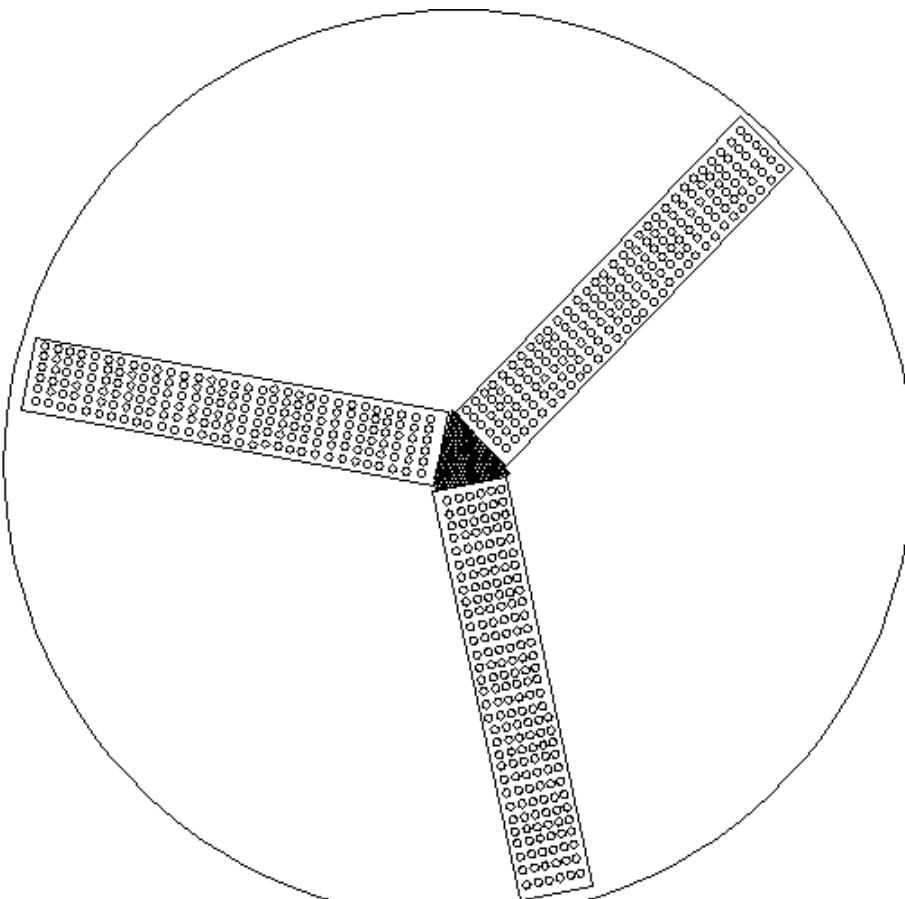
2.3.3.3. Agitador HR-301

 <p>Inaphthol</p>	ESPECIFICACIÓN AGITADOR	Item nº: AG-301 Proyecto nº: 1	Área: 300
	Planta: Producción de 1-naftol	Preparado por: Inaphthol	
	Localidad: Tarragona	Hoja: 1 De: 1	Fecha: 06/06/2014
DATOS GENERALES			
Denominación: Agitador			
Servicio: Agitar el reactor HR-301			
Tipo de turbina:	Pitched Bladed Turbine		
Número de turbinas:	7		
Diámetro agitador (m):	0.5		
Distancia desde el fondo (m):	0.5		
Distancia entre turbinas (m):	0.5		
Altura turbinas (m):	0.06		
Potencia del motor (KW):	26.97		
			

Planta de producción de 1-naftol

2. Equipos

2.3.3.4. SPG-301

	ESPECIFICACIÓN ACCESORIOS	Item nº: SPG-301 Proyecto nº: 1	Área: 300			
	Planta: Producción de 1-naftol	Preparado por: Inaphthol	Fecha: 06/06/2014			
	Localidad: Tarragona	Hoja: 1 De: 1				
	DATOS GENERALES					
Elementos:		Múltiples (3)				
Tipo:		Type 6400 Elements Side Mounted				
ELEMENTOS DEL SPARGER						
Tipo de brazo:		Tipo A				
Diámetro de sparger (inch):		2.5				
Diámetro de burbuja (mm):		1				
ESQUEMA EQUIPO						
						

Planta de producción de 1-naftol

2. Equipos

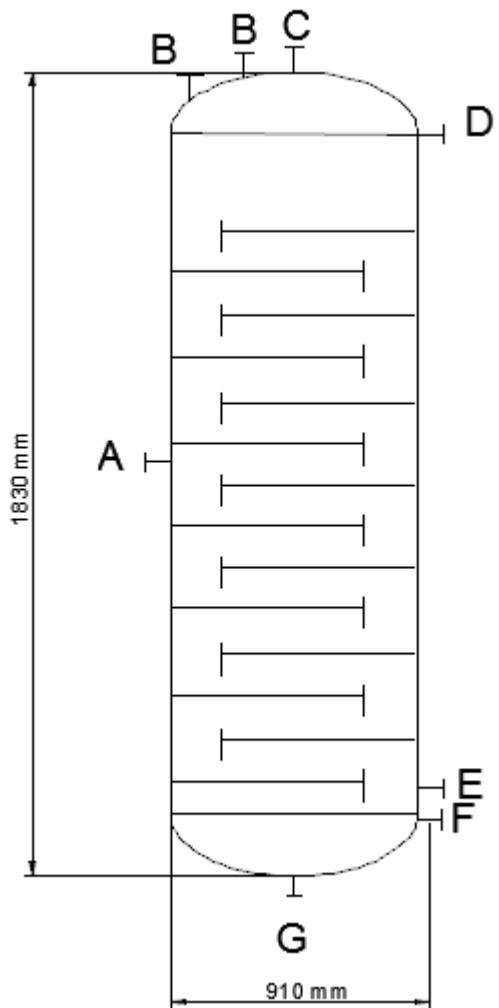
2.3.3.5. DC-302

	ESPECIFICACIÓN COLUMNA RECTIFICACIÓN		Item nº: DC-302	Área: 300
	Planta: Producción de 1-naftol		Preparado por: Inaphthol	Proyecto nº: 1
	Localidad: Tarragona		Hoja: 1 De: 2	Fecha: 06/06/2014
DATOS GENERALES				
Denominación: Columna de rectificación DC-302				
Etapas equilibrio: 5	Alimento: 2 (from Top)		Etapas de contacto: 3	Relación de reflujo: 10
Altura (m): 1.83			Material: AISI 304	
Sección 1 (From Top)	Diámetro interior (m)	1.98	Altura (m)	0.61
Sección 2	Diámetro interior (m)	1.52	Altura (m)	0.61
Sección 3	Diámetro interior (m)	0.91	Altura (m)	0.61
DATOS DE DISEÑO				
Productos			1-naftilamina, isopropanol y agua	
Material de construcción			AISI 304	
Temperatura de trabajo (°C)			Cabezas: 80.79	Colas: 300.5
Presión de trabajo (atm)			Cabezas: 1	Colas: 1
Fondo superior			Toriesférico	
Fondo inferior			Toriesférico	
Aislante (mm)			Manta de lana de roca (120 mm)	
Elevación (m)			1	
Válvula de seguridad	DN100		Disco de ruptura	DN200
CONEXIONES				
Marca	DN (mm)	Denominación	Tratamiento térmico: No	
A	150	Entrada alimento	Radiografiado: 0.85	
B	100 / 200	PSV / BD	Eficacia soldadura: Parcial	
C	-	Salida reflujo		
D	100	Entrada reflujo		
E	25	Salida colas		
F	-	Salida hacia el reboiler		
G	-	Entrada procedente reboiler		

Planta de producción de 1-naftol

2. Equipos

	ESPECIFICACIONES COLUMNA RECTIFICACIÓN	Item nº: DC-302	Área: 300
	Planta: Producción de 1-naftol	Proyecto nº: 1	
		Preparado por: Inaphthol	
	Localidad: Tarragona	Hoja: 2 De: 2	Fecha: 06/06/2014



2.3.3.6. KR-304

2.3.3.7. EX-302

A continuación, se presentan las hojas de especificaciones de los intercambiadores de calor correspondientes al condensador y el reboiler de la columna de destilación DC-302.

Ambos intercambiadores han sido diseñados con la herramienta de diseño RIGOROUS DESIGN OF HEAT EXCHANGER's a partir del programa ASPEN HYSYS®.

	ESPECIFICACIÓN INTERCAMBIADOR	Item nº: KR-304 Proyecto nº: 1	Área: 300
	Planta: Producción de 1-naftol	Preparado por: Inaphthol	
	Localidad: Tarragona	Hoja: 1 De: 2	Fecha: 06/06/2014

DATOS GENERALES

Denominación: Intercambiador de calor del KR-304 de la columna DC-302

Servicio: Hervidor/reboiler mezcla en la columna DC-302

Productos manipulados: 1-naftilamina, 2-nitronaftaleno, isopropanol, agua y ácido nítrico

DATOS DE DISEÑO

	TUBOS	CARCASA		
	Entrada	Salida	Entrada	Salida
Fluido	Aceite térmico <i>Therminol</i> 75		1-naftilamina, 2-nitronaftaleno, isopropanol, agua y ácido nítrico	
Caudal total (kg/h)	250000		51014.578	
Vapor (kg/h)	-	-	-	51014.578
Líquido (kg/h)	250000	250000	51014.578	-
Temperatura (°C)	380	282.5	242	300.5
Presión de trabajo (atm)	1	0.8	1	1
Peso molecular (kg/kmol)	255		141.8	
Densidad (kg/m³)	835.5	917.3	623.0	2.158
Viscosidad (cP)	0.297	0.605	-	0.0057
Calor específico (kJ/kg·°C)	1.363	1.204	2.911	2.626
Conductividad térmica (W/m·°C)	0.0083	0.0095	-	0.002
Velocidad máxima (m/s)	0.906		52.63	
Número de pasos	2		1	
Pérdida de carga (kPa)	17.31		28.69	

DATOS DE CONSTRUCCIÓN

	TUBOS	CARCASA	
Temperatura de diseño (°C)	415	340	
Presión de diseño (atm)	3	3	
Material	Acero al carbono	Acero al carbono	
Diámetro interno / grosor (mm)	14.834 / 2.11	875 / 12	
Longitud (m)	4.35	4.465	
Calor intercambiado (kW)	7472.222	Nº baffles	5
Coeficiente global (W/m²·°C)	280.3	Distancia entre pantallas (mm)	650
Área de intercambio (m²)	462.8	DTML (°C)	34.62
Número de tubos en "U"	913	Peso equipo vacío (kg)	6096.5
Disposición pitch	30-Triangular	Peso equipo con agua (kg)	8789
Espaciado (pitch) (mm)	23.81		

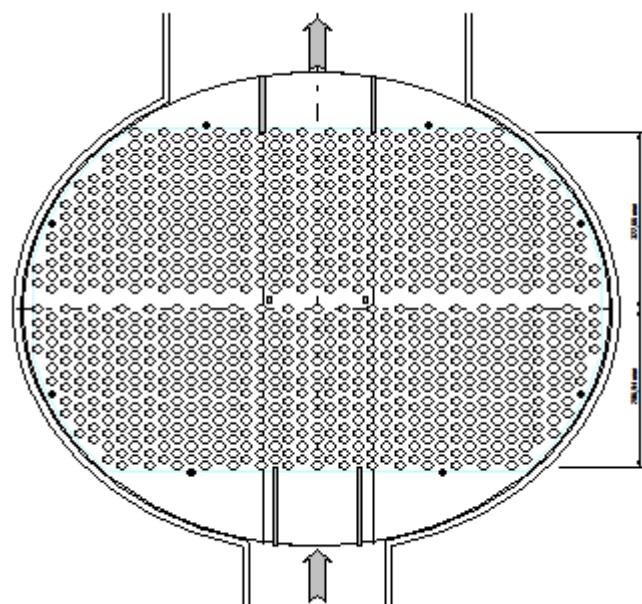
CONEXIONES

Observaciones:

MARCA	Denominación	
T1	Entrada corriente servicio	Coste: 100375 €
T2	Salida corriente servicio	
S1	Entrada corriente proceso	
S2	Salida corriente proceso	



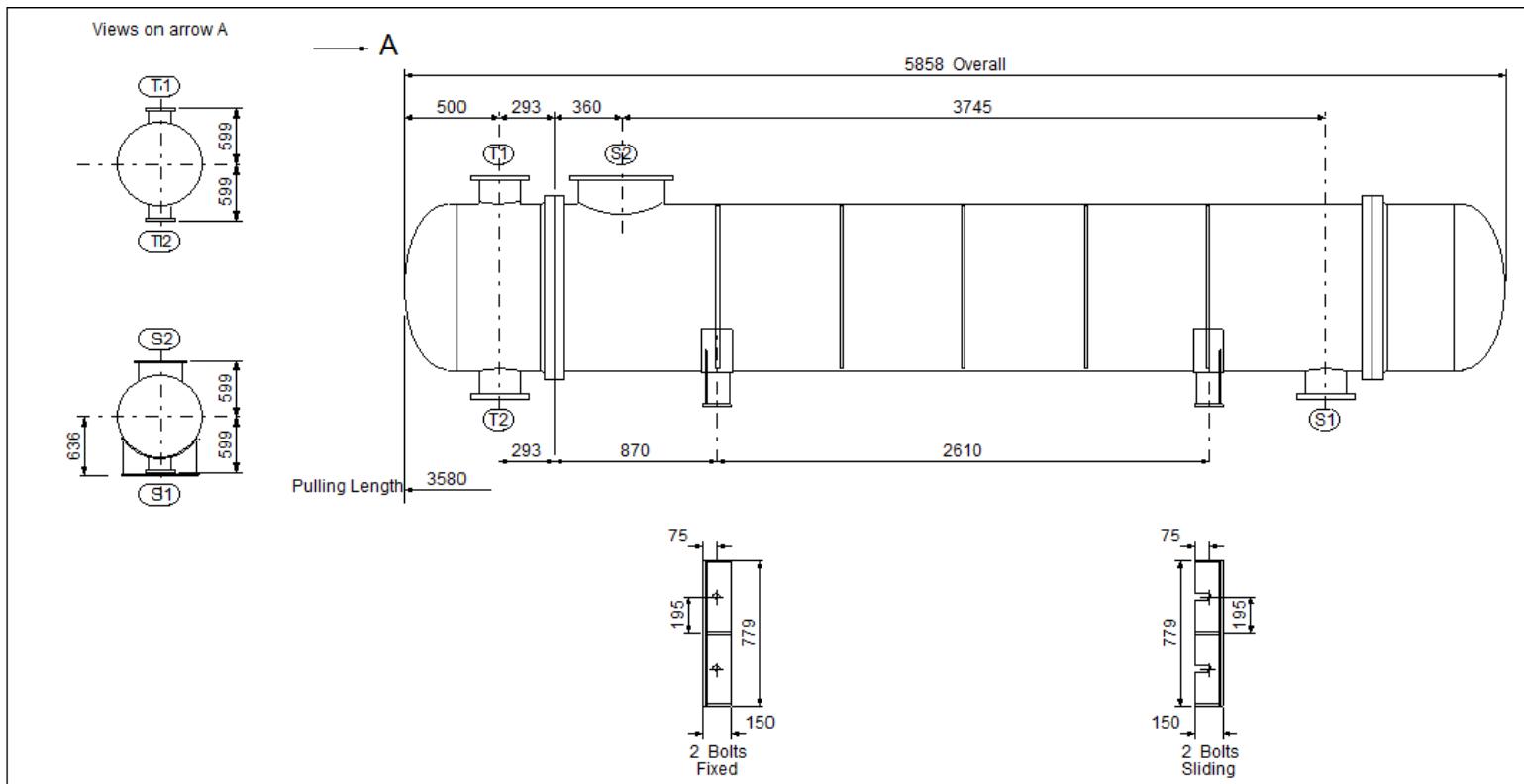
ESPECIFICACIONES INTERCAMBIADOR	Item nº: KR-304	Área: 304
	Proyecto nº: 1	
	Planta: Producción de 1-naftol	Preparado por: Inaphthol
	Localidad: Tarragona	Hoja: 2 De: 2



Heat Exchanger Specification Sheet

1	Company:					
2	Location:					
3	Service of Unit: Our Reference:					
4	Item No.: Your Reference:					
5	Date: Rev No.: Job No.:					
6	Size	875 - 4350	mm	Type	BEM	Hor
7	Surf/unit(eff.)	462,8	m ²	Shells/unit	2	Connected in
8	PERFORMANCE OF ONE UNIT					
9	Fluid allocation		Shell Side		Tube Side	
10	Fluid name		To KR-304->From KR-304		KR-304 oil in->KR-304 oil out	
11	Fluid quantity, Total		kg/h		54487	
12	Vapor (In/Out)		kg/h		8	54487
13	Liquid		kg/h		0	215000
14	Noncondensable		kg/h		0	215000
15						
16	Temperature (In/Out)		°C		242	300,98
17	Dew / Bubble point		°C		300,47	240,87
18	Density	Vapor/Liquid	kg/m ³	1,19 / 677,78	2,16 /	/ 835,47 / 917,25
19	Viscosity		cp		0,0117 / 0,2839	0,0057 /
20	Molecular wt, Vap				50,37	141,8
21						
22	Specific heat		kJ/(kg K)		2,302 / 2,911	2,626 / / 1,363 / 1,204
23	Thermal conductivity		W/(m K)		0,0291 / 0,0994	0,0201 / / 0,0826 / 0,0953
24	Latent heat		kJ/kg		712,4	321,6
25	Pressure (abs)		kPa		101,325	72,636
26	Velocity		m/s		52,63	0,91
27	Pressure drop, allow./calc.		kPa		30	28,689
28	Fouling resistance (min)		m ² K/W		0	0 Ao based
29	Heat exchanged	7472,5	kW	MTD corrected		34,62 °C
30	Transfer rate, Service	466,4	Dirty	464,9	Clean 464,9	W/m ² K

CONSTRUCTION OF ONE SHELL						Sketch
		Shell Side		Tube Side		
33 Design/vac/test pressure:g		kPa		300/ /		
34 Design temperature		°C		340		415
35 Number passes per shell		1		2		
36 Corrosion allowance		mm		3,18		3,18
37 Connections	In	mm	1	202,72/ -	1	202,72/ -
38 Size/rating	Out	mm	1	438,15/ -	1	202,72/ -
39 ID	Intermediate	mm	1	438,15/ -	1	202,72/ -
40 Tube No.	913Us	OD	19,05	Tks Avg	2,11	mm
41	Tube type	Plain		#/m	Material	Carbon Steel
42	Shell	Carbon Steel	ID 875	OD 899	mm	Shell cover
43	Channel or bonnet	Carbon Steel				Channel cover
44	Tubesheet-stationary	Carbon Steel	-			Tubesheet-floating
45	Floating head cover	-			Impingement protection	None
46	Baffle-cross	Carbon Steel	Type	Single segmental	Cut(%d)	40,57
47	Baffle-long	-		Seal type	V	Spacing: c/c 650
48	Supports-tube		U-bend	0	Type	
49	Bypass seal			Tube-tubesheet joint	Exp.	
50	Expansion joint	-	Type	None		
51	RhoV2-Inlet nozzle	353	Bundle entrance	15	Bundle exit	7727 kg/(m s²)
52	Gaskets - Shell side	-	Tube Side			Flat Metal Jacket Fibre
53	Floating head	-				
54	Code requirements	ASME Code Sec VIII Div 1			TEMA class	R - refinery service
55	Weight/Shell	6096,5	Filled with water	8789	Bundle	4086,7 kg



Nozzle Data				
Ref	OD	Wall	Standard	Notes
S1	219 mm	8,2 mm	150 ANSI Slip on	
S2	457 mm	9,5 mm	150 ANSI Slip on	
T1	219 mm	8,2 mm	150 ANSI Slip on	
T2	219 mm	8,2 mm	150 ANSI Slip on	

Design Data		Units	Shell	Channel
Design Pressure	bar	3,	3,	
Design Temperature	C	340,	415,	
Full Vacuum				
Corrosion Allowance	mm	3,175	3,175	
Test Pressure	bar			
Number of Passes		1	2	Design Codes
Radiography				ASME Section VIII Div. 1
PWHT				TEMA R
Internal Volume	m³	2,5613	0,8141	

Customer Specifications				
Weight Summary				
Empty	Flooded	Bundle		
6096 kg	8789 kg	4087 kg		

Aspen Shell & Tube Exchanger				
Setting Plan				
BEM 875 - 4350				
Drawing Number				
Revision	Date	Dwg.	Chk.	App.
	13/05/2014			

	ESPECIFICACIÓN INTERCAMBIADOR	Item nº: EX-302 Proyecto nº: 1	Área: 300
	Planta: Producción de 1-naftol	Preparado por: Inaphthol	Fecha:
	Localidad: Tarragona	Hoja: 1 De: 2	06/06/2014

DATOS GENERALES

Denominación: Condensador de la columna DC-302

Servicio: Condensación del corriente de destilado de la columna DC-302

Productos manipulados: 1-naftilamina, 2-nitronaftaleno ácido nítrico, iso-propanol y agua

DATOS DE DISEÑO

Fluido	TUBOS		CARCASA	
	Entrada	Salida	Entrada	Salida
Agua de servicio			1-naftilamina, 2-nitronaftaleno ácido nítrico, iso-propanol y agua	
Caudal total (kg/h)	440000		23800	
Vapor (kg/h)	-	-	23800	-
Líquido (kg/h)	440000	440000	-	23800
Temperatura (°C)	30	45.17	87.13	80.79
Presión de trabajo (atm)	1	0.97	1	0.97
Peso molecular (kg/kmol)	18.02		35.02	
Densidad (kg/m³)	1004	992.0	1.185	768
Viscosidad (cP)	0.797	0.592	-	0.496
Calor específico (kJ/kg·°C)	4.224	4.225	1.826	3.621
Conductividad térmica (W/m·°C)	0.618	0.638	-	0.375
Velocidad máxima (m/s)	1.066		56.92	
Número de pasos	1		1	
Pérdida de carga (kPa)	4.21		3.97	

DATOS DE CONSTRUCCIÓN

	TUBOS	CARCASA	
Temperatura de diseño (°C)	80	125	
Presión de diseño (atm)	3	3	
Material	Acero al carbono	AISI 304	
Diámetro interno / grosor (mm)	14.834 / 2.11	438.15 / 9.525	
Longitud (m)	2.25	2.19	
Calor intercambiado (kW)	7838.9	Nº baffles	2
Coeficiente global (W/m²·°C)	2084.93	Distancia entre pantallas (mm)	655
Área de intercambio (m²)	87.00	DTML (°C)	43.71
Número de tubos en "U"	223	Peso equipo vacío (kg)	1083.7
Disposición pitch	30-Triangular	Peso equipo con agua (kg)	1481.4
Espaciado (pitch) (mm)	23.81		

CONEXIONES

Observaciones:

MARCA	Denominación	Coste: 49908 €
T1	Entrada corriente servicio	
T2	Salida corriente servicio	
S1	Entrada corriente proceso	
S2	Salida corriente proceso	



**ESPECIFICACIONES
INTERCAMBIADOR**

Item n°: EX-302

Proyecto n°: 1

Área: 300

Planta: Producción de
1-naftol

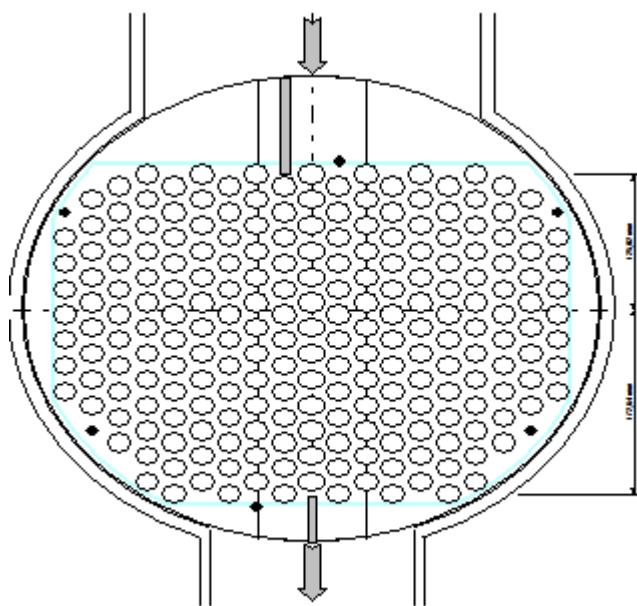
Preparado por: Inaphthol

Fecha:

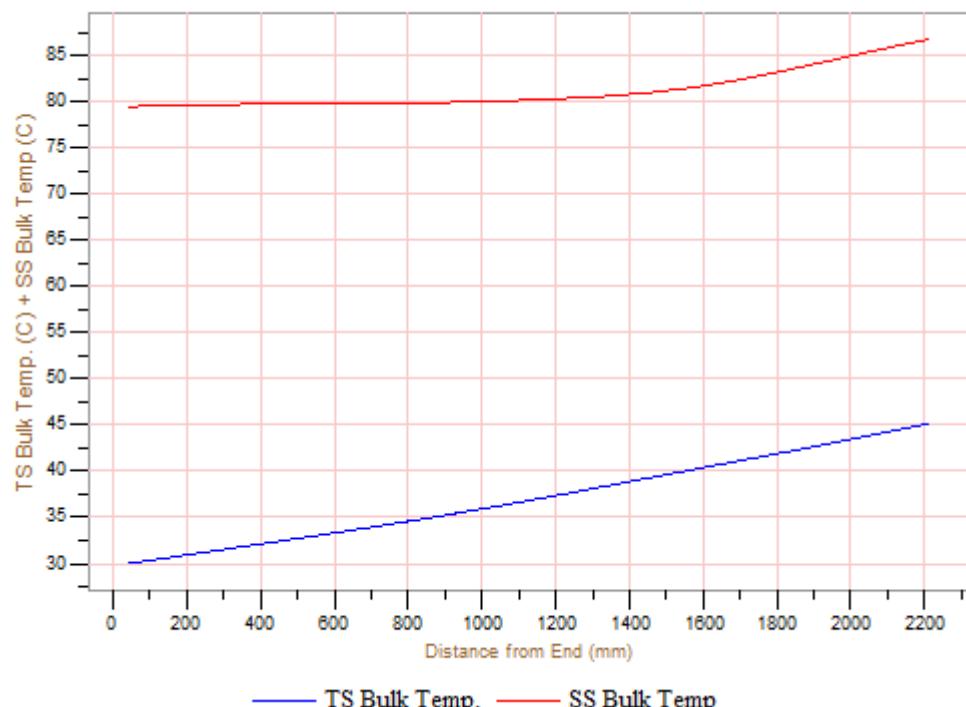
Localidad: Tarragona

Hoja: 2 De: 2

06/06/2014



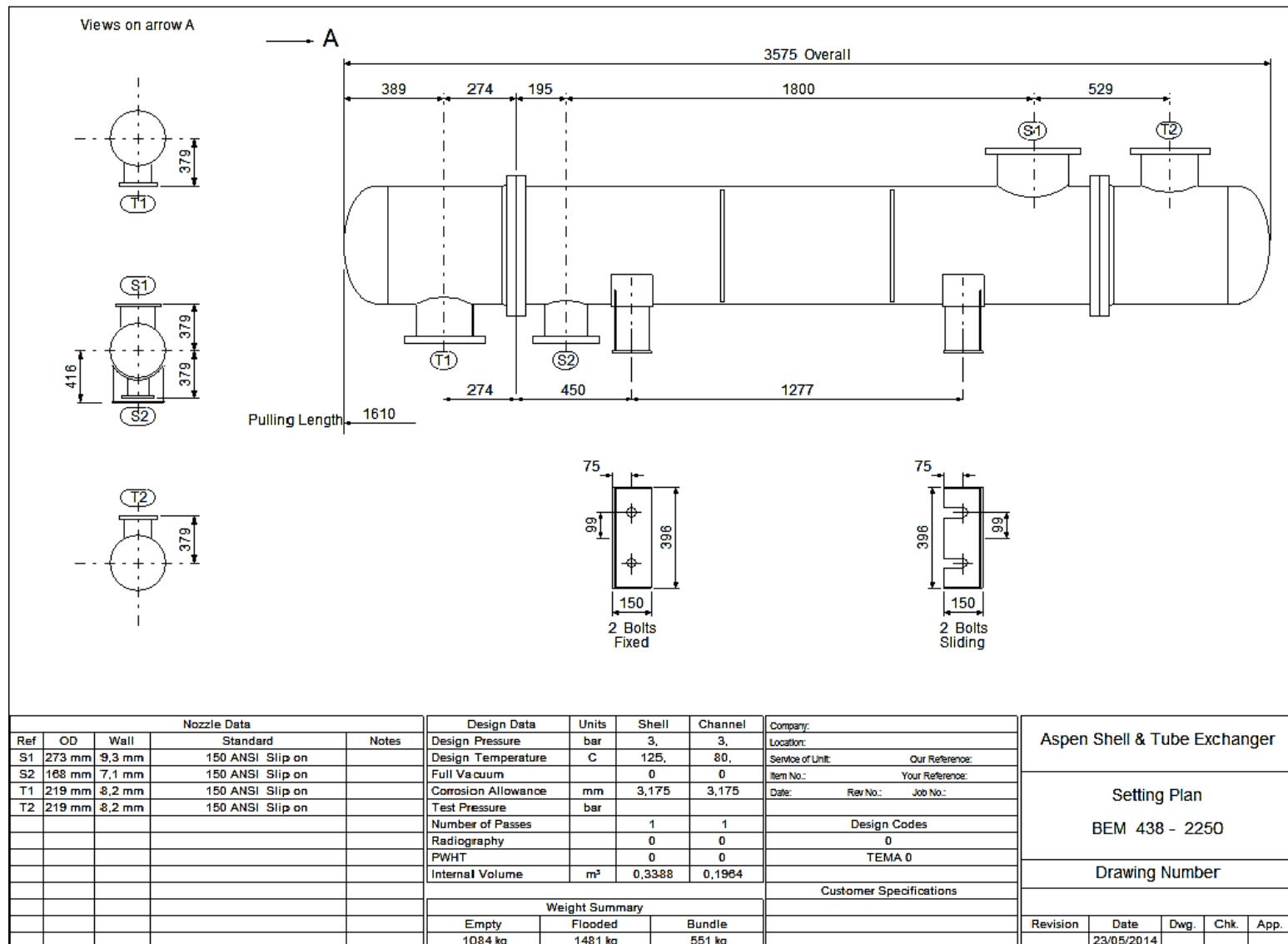
Stream Temperatures



Heat Exchanger Specification Sheet

1	Company:					
2	Location:					
3	Service of Unit: Our Reference:					
4	Item No.: Your Reference:					
5	Date: Rev No.: Job No.:					
6	Size	438 - 2250	mm	Type	BEM	Hor
7	Connected in	3 parallel	1 series			
8	Surf/unit(eff.)	87	m ²	Shells/unit	3	Surf/shell (eff.)
9	PERFORMANCE OF ONE UNIT					
10	Fluid allocation			Shell Side	Tube Side	
11	Fluid name			dist. DC-302->308	x-352 H2O in->EX-352 H2O o	
12	Fluid quantity, Total	kg/h		23803	440000	
13	Vapor (In/Out)	kg/h	23802	0	0	0
14	Liquid	kg/h	1	23803	440000	440000
15	Noncondensable	kg/h	0	0	0	0
16	Temperature (In/Out)	°C	87,13	79,23	30	45,17
17	Dew / Bubble point	°C	87,13	80,79		
18	Density Vapor/Liquid	kg/m ³	1,18 / 914,83	/ 768	/ 1003,57	/ 991,98
19	Viscosity	cP	0,0087 / 0,3619	/ 0,4956	/ 0,7972	/ 0,592
20	Molecular wt, Vap		35,02			
21	Molecular wt, NC					
22	Specific heat	kJ/(kg K)	1,825 / 4,069	/ 3,621	/ 4,224	/ 4,225
23	Thermal conductivity	W/(m K)	0,0202 / 0,6316	/ 0,375	/ 0,6182	/ 0,6378
24	Latent heat	kJ/kg	2014,3	998,1		
25	Pressure (abs)	kPa	101,325	97,115	101,325	97,357
26	Velocity	m/s		56,92		1,07
27	Pressure drop, allow./calc.	kPa	5	4,21	8	3,968
28	Fouling resistance (min)	m ² K/W		0	0	0 Ao based
29	Heat exchanged	7837,6	kW	MTD corrected		43,71 °C
30	Transfer rate, Service	2061,1	Dirty	2061,5	Clean 2061,5	W/(m ² K)

CONSTRUCTION OF ONE SHELL						Sketch
		Shell Side		Tube Side		
33 Design/vac/test pressure:g		kPa		300/ /		
34 Design temperature		°C		125		80
35 Number passes per shell		1		1		
36 Corrosion allowance		mm		3,18		3,18
37 Connections	In	mm	1	254,51	/	-
38 Size/rating	Out	mm	1	154,05	/	-
39 ID	Intermediate		/	-	/	-
40 Tube No.	223Us	OD	19,05	TksAvg	2,11	mm
41 Tube type	Plain			#/m	Material	Carbon Steel
42 Shell	Carbon Steel	ID	438,15	OD	457,2	mm
43 Channel or bonnet	Carbon Steel				Shell cover	-
44 Tubesheet-stationary	Carbon Steel		-		Channel cover	-
45 Floating head cover	-				Tubesheet-floating	-
46 Baffle-cross	Carbon Steel	Type	Single segmental	Cut(%d)	40,59	V
47 Baffle-long	-			Spacing: c/c	655	mm
48 Supports-tube		U-bend	0	Type		
49 Bypass seal				Tube-tubesheet joint	Exp.	
50 Expansion joint	-	Type	None			
51 RhoV2-Inlet nozzle	1584	Bundle entrance	377	Bundle exit	3	kg/(m s²)
52 Gaskets - Shell side	-	Tube Side			Flat Metal Jacket Fibre	
53 Floating head	-					
54 Code requirements	ASME Code Sec VIII Div 1			TEMA class	R - refinery service	
55 Weight/Shell	1083,7	Filled with water	1481,4	Bundle	550,7	kg



Planta de producción de 1-naftol

2. Equipos

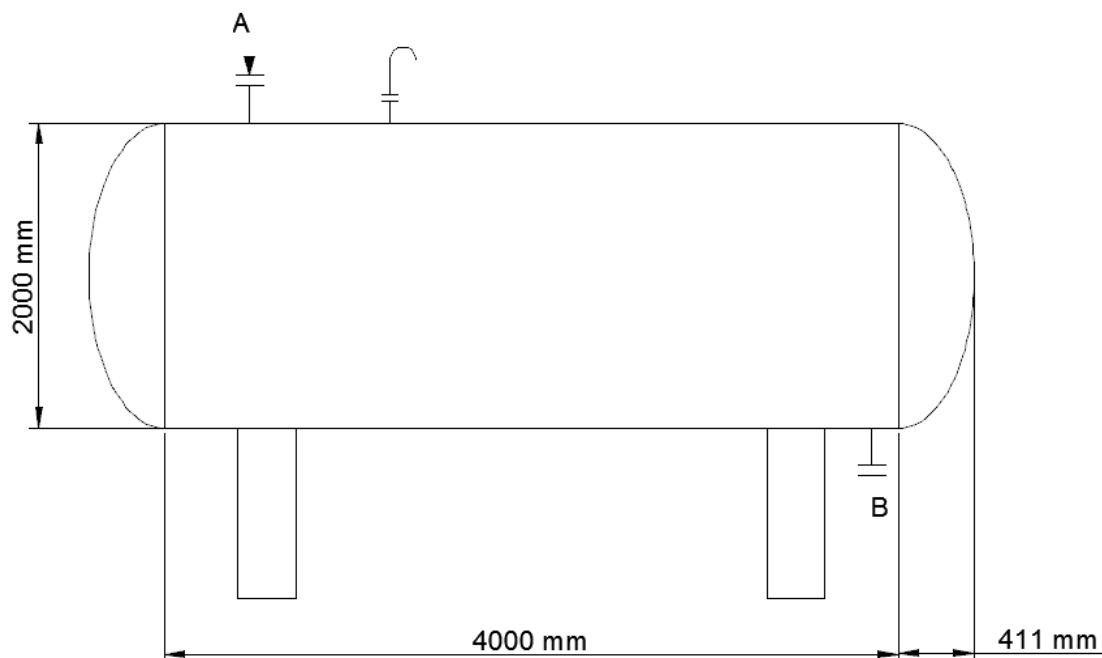
2.3.3.8. BT-303

	ESPECIFICACIÓN TANQUE PULMÓN		Item nº: BT-303	Área: 300
	Planta: Producción de 1-naftol		Proyecto nº: 1 Preparado por: Inaphthol	
	Localidad: Tarragona		Hoja: 1 De: 2	Fecha: 06/06/2014
DATOS GENERALES				
Denominación: Tanque pulmón				
Servicio: Recoger fluido de proceso para suministrar un caudal constante al FS-204				
Posición	Horizontal	Densidad fluido (kg/m³)	719	
Diámetro (m)	2	Peso recipiente vacío (kg)	1444.8	
Longitud (m)	4	Peso recipiente capacidad máxima (kg)	7273.14	
Capacidad (m³)	14.14	Fracción llenado típica	0.66	
Volumen cuerpo cilíndrico (m³)	12.57	Volumen fondos (m³)	1.57	
DATOS DE DISEÑO				
Producto	1-naftilamina			
Material de construcción	Acero Inoxidable (AISI 304)			
Temperatura de trabajo (°C)	300			
Temperatura de diseño (°C)	320			
Presión de trabajo (bar)	1			
Presión de diseño (bar)	1			
Cuerpo	Cilíndrico			
Espesor (mm)	5			
Sobrespesor corrosión (mm)	1			
Fondos	Toriesféricos			
Aislante (mm)	Manta de lana de roca (120 mm)			
Elevación (m)	0.5			
Venteo normal	No	Venteo de seguridad	No	
RELACIÓN DECONEXIONES				
Marca	DN (mm)	Denominación	Norma diseño	API
A'	25	Entrada alimento 309	Tratamiento térmico	No
B	25	Salida 401	Radiografiado	0.85
Eficacia de soldadura	Parcial	Eficacia de soldadura		

Planta de producción de 1-naftol

2. Equipos

	ESPECIFICACIONES TANQUE PULMÓN	Item nº: BT-303	Área: 300
		Proyecto nº: 1	
	Planta: Producción de 1-naftol	Preparado por: Inaphthol	Fecha: 06/06/2014
	Localidad: Tarragona	Hoja: 2 De: 2	



Planta de producción de 1-naftol

2. Equipos

2.3.4. Área 400

2.3.4.1 R-401 & R-402

	ESPECIFICACIÓN REACTORES	Item nº: R-401 & R-402	Área: 400	
		Proyecto nº: 1		
	Planta: Producción de 1-naftol	Preparado por: Inaphthol	Fecha: 06/06/2014	
	Localidad: Tarragona	Hoja: 1 De: 2		
DATOS GENERALES				
Denominación: Reactor de hidrólisis de la 1-naftilamina				
Servicio: Transformar la 1-naftilamina en 1-naftol				
Posición:	Vertical	Densidad fluido (kg/m³)	990	
Diámetro (m)	1.8	Peso recipiente vacío (kg)	4428.11	
Longitud (m)	6	Peso recipiente capacidad máxima (kg)	15140.5	
Capacidad (m³)	14.2	Fracción llenado típica	0.76	
Volumen cuerpo cilíndrico (m³)	13.1	Volumen fondos (m³)	1.1	
DATOS DE DISEÑO				
Producto	1-naftol			
Materia de construcción	Acero inoxidable 316 (AISI 316)			
Temperatura de trabajo (°C)	190			
Temperatura de diseño (°C)	190			
Presión de trabajo (bar)	13			
Presión de diseño (bar)	15			
Cuerpo	Cilíndrico			
Espesor (mm)	14			
Fondo superior	Toriesférico			
Espesor (mm)	18			
Fondo inferior	Toriesférico			
Espesor (mm)	18			
Sobrepesos de corrosión (mm)	1			
Aislante (mm)	Manta de lana de roca (100 mm)			
Elevación (m)	2			
RELACIÓN DE CONEXIONES		DETALLES DE DISEÑO		
Marca	DN (mm)	Denominación	Norma de diseño	ASME
A	65	Entrada 1-naftilamina	Tratamiento térmico	Si
B	40	Entrada de H ₂ SO ₄ y agua	Radiografiado	0.85
C	25	Entrada nitrógeno	Eficacia de Soldadura	Parcial

Planta de producción de 1-naftol

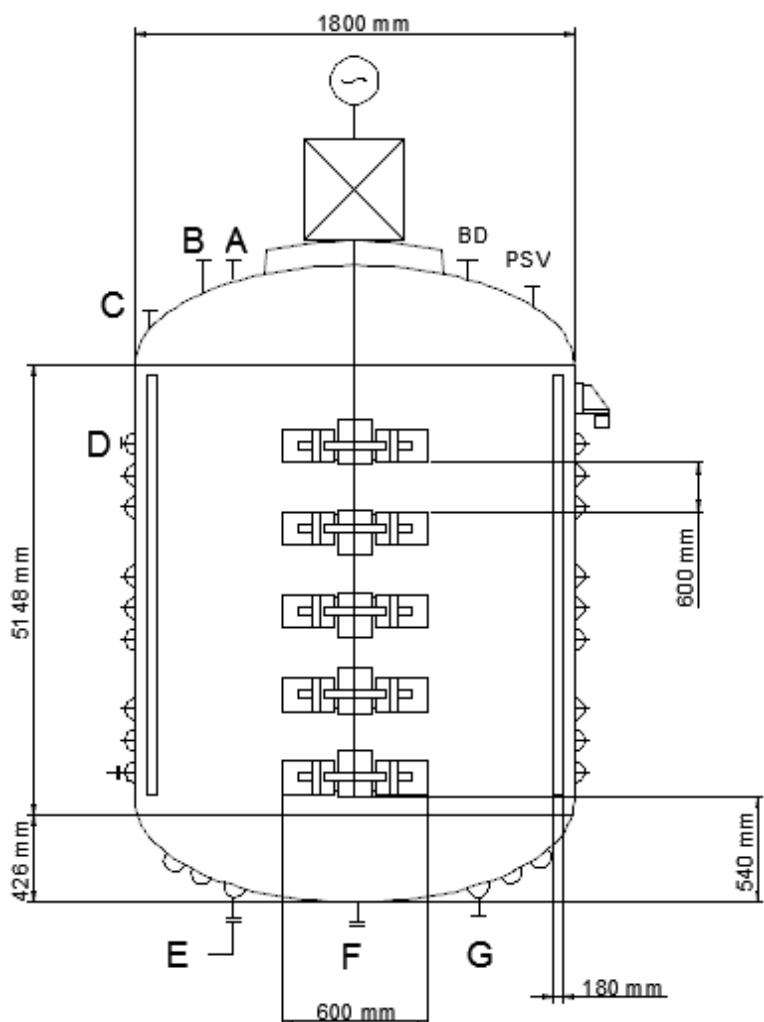
2. Equipos

D	80	Entrada aceite térmico y agua	DETALLES MOTOR AGITADOR	
E	80	Salidas aceite térmico y agua	Potencia (KW)	1.28
F	80	Salida producto		
G	80	Drenaje		

Planta de producción de 1-naftol

2. Equipos

 <p>Inaphthol</p>	ESPECIFICACIONES REACTORES	Item nº: R-401 & R-402	Área: 400
		Proyecto nº: 1	
	Planta: Producción de 1-naftol	Preparado por: Inaphthol	Fecha: 06/06/2014
	Localidad: Tarragona	Hoja: 2 De: 2	



Planta de producción de 1-naftol

2. Equipos

2.3.4.2. Agitadores R-401/402

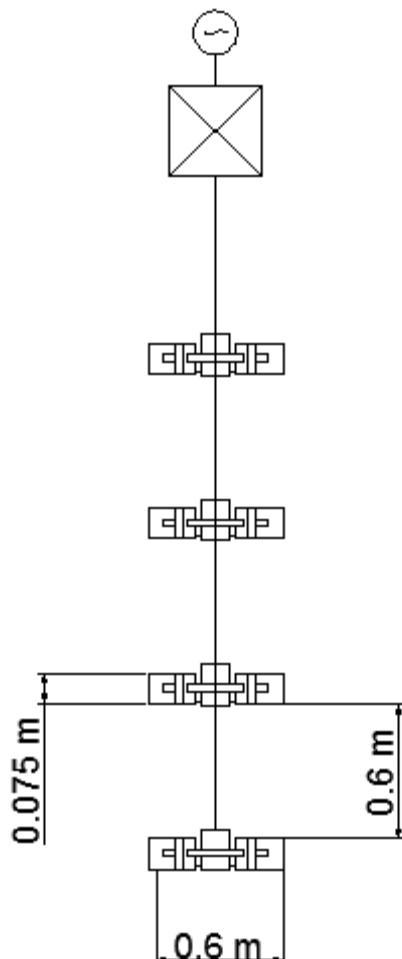
	ESPECIFICACIÓN AGITADOR	Item nº: AG-401 y AG-402 Proyecto nº: 1	Área: 400
	Planta: Producción de 1-naftol	Preparado por: Inaphthol	Fecha: 06/06/2014
	Localidad: Tarragona	Hoja: 1 De: 1	

DATOS GENERALES

Denominación: Agitador

Servicio: Agitar los reactores R-401 y R-402

Tipo de turbina:	Pitched Bladed Turbine
Número de turbinas:	4
Diámetro agitador (m):	0.6
Distancia desde el fondo (m):	0.54
Distancia entre turbinas (m):	0.6
Altura turbinas (m):	0.075
Potencia del motor (KW):	1.28



Planta de producción de 1-naftol

2. Equipos

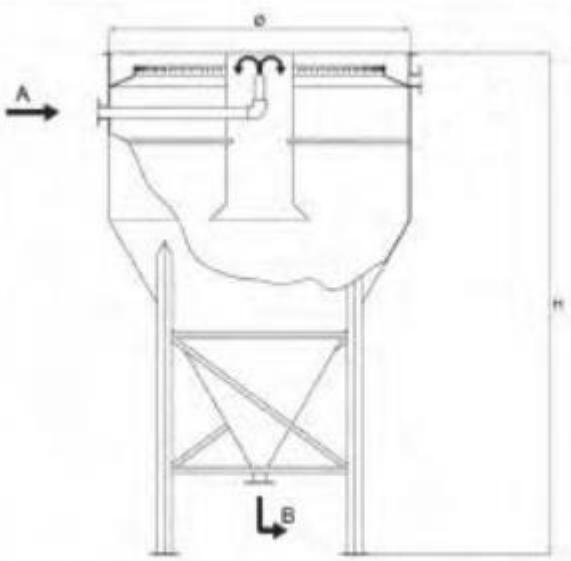
2.3.5. Área 500

2.3.5.1. DCT-501

	ESPECIFICACIÓN DECANTADOR	Ítem nº: DCT-501	Área: 500 Fecha: 06/06/2014	
		Proyecto nº: 1		
	Planta: Producción de 1-naftol	Preparado por: Inaphthol		
Localidad: Tarragona		Hoja: 1 De: 2		
DATOS GENERALES				
Denominación:	Decantador Estático			
Servicio:	Separar fase orgánica y líquida del producto de R-401 y R-402			
Marca comercial / Modelo:	Ultra pure Tech Division DS-0108 / DSD-0118			
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS				
Caudal alimentación	Discontinuo: 10.1 m ³ /h en 30 min			
Altura (m)	4.5			
Diámetro (m)	3			
Relación L/D	1.5			
Volumen (m³)	15.5			
Elevación (m)	1			
DATOS DISEÑO				
Producto	1-naftol, ácido sulfúrico, sulfato de amonio y agua			
Material de construcción	PRFV: poliéster reforzado con fibra de vidrio			
Conicidad	60°			
Temperatura de trabajo (°C)	98.5			
Presión de trabajo (bar)	1			
RELACIÓN DE CONEXIONES				
Marca	DN (mm)	Denominación		
A	80	Entrada alimento		
B	100	Salida por separado de ambas fases		

Planta de producción de 1-naftol

2. Equipos

	ESPECIFICACIONES DECANTADORES	Item nº: DCT-501 Proyecto nº: 1	Área: 500
	Planta: Producción de 1-naftol	Preparado por: Inaphthol	
	Localidad: Tarragona	Hoja: 2 De: 2	Fecha: 06/06/2014
			
			

2.3.5.2. EX-501

A continuación, se presenta la hoja de especificaciones del intercambiador de calor encargado de descender la temperatura de la mezcla que entra en el DCT-502 hasta los 80°C con el fin de que el 1-naftol pueda solidificarse.

Este intercambiador ha sido diseñado con la herramienta de diseño RIGOROUS DESIGN OF HEAT EXCHANGER's a partir del programa ASPEN HYSYS®.

	ESPECIFICACIÓN INTERCAMBIADOR	Item nº: EX-501 Proyecto nº: 1	Área: 500
Planta: Producción de 1-naftol	Preparado por: Inaphthol		Fecha: 06/06/2014
Localidad: Tarragona	Hoja: 1 De: 2		

DATOS GENERALES

Denominación: Intercambiador de carcasa y tubos

Servicio: Enfriamiento del fluido de proceso de 98,5°C a 80°C

Productos manipulados: 1-naftol, 1-naftilamina, agua, 2-nitronaftaleno e iso-propanol

DATOS DE DISEÑO

	CARCASA		TUBOS	
	Entrada	Salida	Entrada	Salida
Fluido	Agua de servicio		1-naftol, 1-naftilamina, agua, 2-nitronaftaleno e iso-propanol	
Caudal total (kg/h)	4315		6208.1	
Vapor (kg/h)	-		-	
Líquido (kg/h)	4315	4315	6208.1	6208.1
Temperatura (°C)	30	45	98.5	80
Presión de trabajo (atm)	1	1	1	1
Peso molecular (kg/kmol)	18.02		104.4	
Densidad (kg/m³)	1004	992.1	784.7	798.4
Viscosidad (cP)	0.797	0.5937	1.047	1.370
Calor específico (kJ/kg·°C)	4.224	4.225	2.417	2.346
Conductividad térmica (W/m·°C)	0.618	0.638	0.226	0.227
Velocidad máxima (m/s)	0.16		0.27	
Número de pasos	1		1	
Pérdida de carga (kPa)	0.35		0.35	

DATOS DE CONSTRUCCIÓN

	CARCASA		TUBOS	
Temperatura de diseño (°C)	80		135	
Presión de diseño (atm)	3		3	
Material	Acero al carbono		AISI 304	
Diámetro interno / grosor (mm)	205 / 2.04		14,83 / 2.11	
Longitud (m)	2.395		2.4	
Calor intercambiado (kW)	76.1	Nº baffles		10
Coeficiente global (W/m²·°C)	225.32	Distancia entre pantallas (mm)		190
Área de intercambio (m²)	6.534	DTML (°C)		51.76
Número de tubos en "U"	47	Peso equipo vacío		348.7
Disposición pitch	30- Triangular	Peso equipo con agua (kg)		423.9
Espaciado (pitch) (mm)	23.81			

CONEXIONES

MARCA	Denominación	Observaciones:
T1	Entrada corriente proceso	Coste: 8221 €
T2	Salida corriente proceso	
S1	Entrada corriente servicio	
S2	Salida corriente servicio	



ESPECIFICACIONES
INTERCAMBIADOR

Item nº: EX-501

Proyecto nº: 1

Área: 500

Planta: Producción de
1-naftol

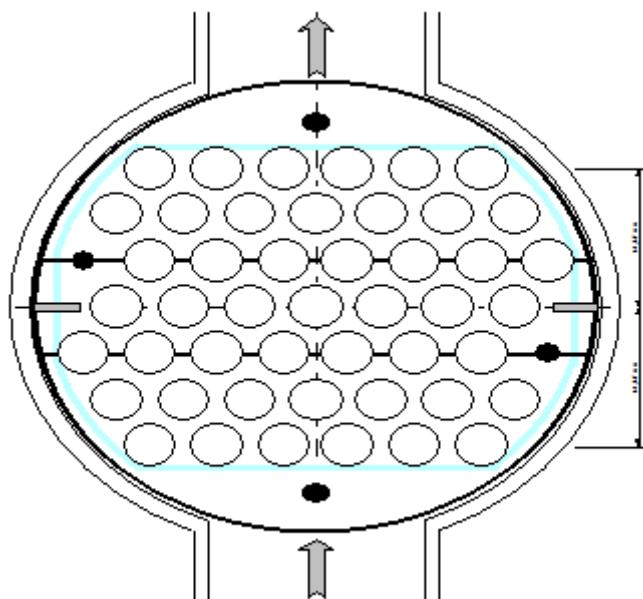
Preparado por: Inaphthol

Fecha:

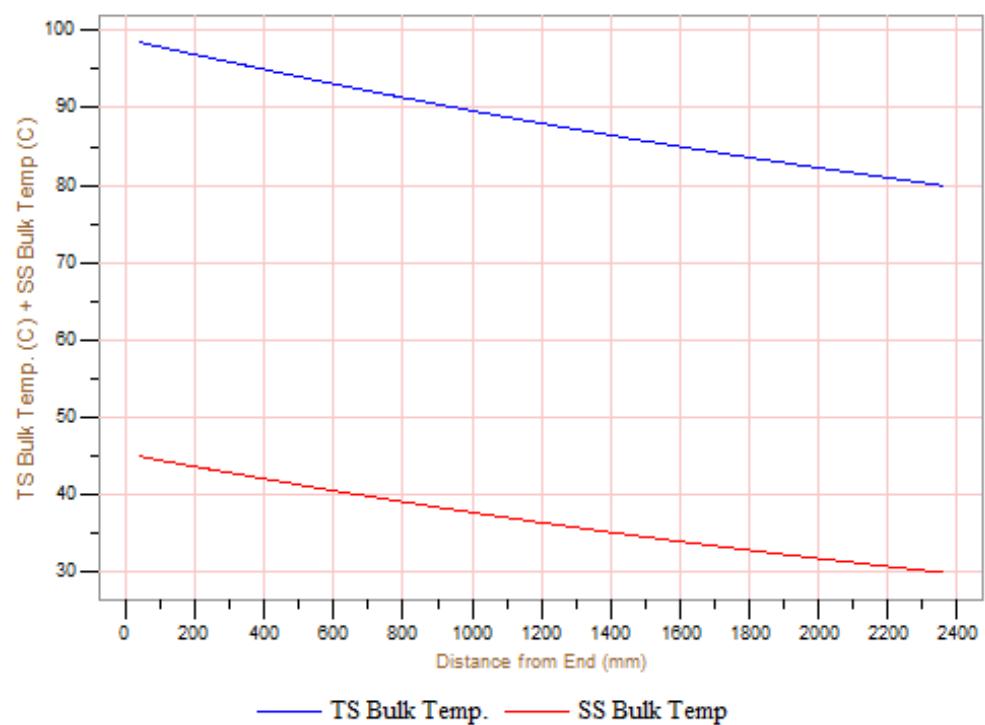
06/06/2014

Localidad: Tarragona

Hoja: 2 De: 2



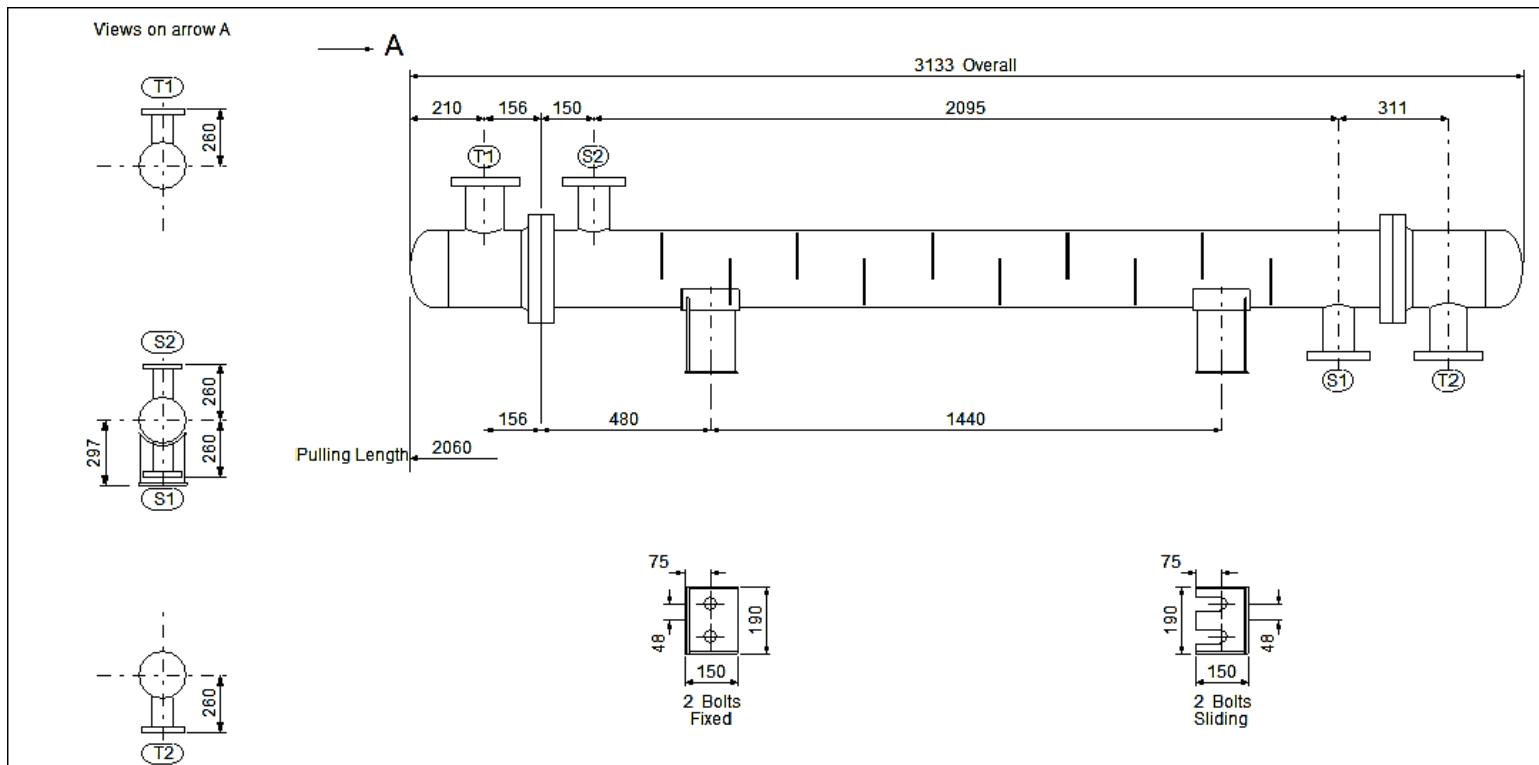
Stream Temperatures



Heat Exchanger Specification Sheet

1	Company:					
2	Location:					
3	Service of Unit: Our Reference:					
4	Item No.: Your Reference:					
5	Date: Rev No.: Job No.:					
6	Size 205 - 2400	mm	Type BEM	Hor	Connected in 1 parallel	1 series
7	Surf/unit(eff.)	6,5 m ²	Shells/unit	1	Surf/shell (eff.)	6,5 m ²
8	PERFORMANCE OF ONE UNIT					
9	Fluid allocation		Shell Side		Tube Side	
10	Fluid name		518 H2O in->EX-518 H2O		503->504	
11	Fluid quantity, Total		kg/h 4315		6208	
12	Vapor (In/Out)		kg/h 0 0		0 0	
13	Liquid		kg/h 4315 4315		6208 6208	
14	Noncondensable		kg/h 0 0		0 0	
15						
16	Temperature (In/Out)		°C 30 45,02		98,5 79,98	
17	Dew / Bubble point		°C			
18	Density Vapor/Liquid	kg/m ³	/ 1003,57	/ 992,1	/ 784,65	/ 798,42
19	Viscosity	cp	/ 0,7972	/ 0,5937	/ 1,0467	/ 1,3706
20	Molecular wt, Vap					
21	Molecular wt, NC					
22	Specific heat		kJ/(kg K) / 4,224		/ 4,225	
23	Thermal conductivity		W/(m K) / 0,6182		/ 0,6376	
24	Latent heat		kJ/kg			
25	Pressure (abs)		kPa 101,325		100,974	
26	Velocity		m/s 0,16		0,27	
27	Pressure drop, allow./calc.		kPa 1		0,351	
28	Fouling resistance (min)		m ² K/W 0		0	
29	Heat exchanged		kW 76,1		MTD corrected	
30	Transfer rate, Service		225 Dirty		225 Clean	
						W/(m ² K)

CONSTRUCTION OF ONE SHELL						Sketch
		Shell Side		Tube Side		
33 Design/vac/test pressure:g		kPa		300/ /		
34 Design temperature		°C		80		135
35 Number passes per shell		1		1		
36 Corrosion allowance		mm		3,18		3,18
37 Connections	In	mm	1	77,93/-	-	1 90,12/-
38 Size/rating	Out	mm	1	77,93/-	-	1 90,12/-
39 ID	Intermediate		/	-	-	/ -
40 Tube No.	47Us	OD	19,05	TksAvg	2,11	mm Length 2400 mm Pitch 23,81 mm
41 Tube type	Plain	#/m	Material	Carbon Steel	Tube pattern	30
42 Shell	Carbon Steel	ID 205	OD 219,08	mm	Shell cover	-
43 Channel or bonnet	Carbon Steel				Channel cover	-
44 Tubesheet-stationary	Carbon Steel	-			Tubesheet-floating	-
45 Floating head cover	-				Impingement protection	None
46 Baffle-cross	Carbon Steel	Type	Single segmental	Cut(%d)	39,94	H Spacing: c/c 190 mm
47 Baffle-long	-		Seal type		Inlet	306,47 mm
48 Supports-tube		U-bend	0	Type		
49 Bypass seal			Tube-tubesheet joint		Exp.	
50 Expansion joint	-		Type	None		
51 RhoV2-Inlet nozzle	63	Bundle entrance	10	Bundle exit	10	kg/(m s²)
52 Gaskets - Shell side	-	Tube Side		Flat Metal Jacket Fibre		
53 Floating head	-					
54 Code requirements	ASME Code Sec VIII Div 1			TEMA class	R - refinery service	
55 Weight/Shell	348,7	Filled with water	423,9	Bundle	135,8	kg



Nozzle Data					Design Data			Customer Specifications		
Ref	OD	Wall	Standard	Notes	Design Pressure	Units	Shell	Channel	Company:	
S1	89 mm	5,5 mm	150 ANSI Slip on		bar	3,	3,		Location:	
S2	89 mm	5,5 mm	150 ANSI Slip on		C	80,	135,		Service of Unit:	Our Reference:
T1	102 mm	5,7 mm	150 ANSI Slip on		Full Vacuum				Item No.:	Your Reference:
T2	102 mm	5,7 mm	150 ANSI Slip on		Corrosion Allowance	mm	3,175	3,175	Date:	Rev No.: Job No.:
					Test Pressure	bar				
					Number of Passes		1	1	Design Codes	
					Radiography				ASME Section VIII Div. 1	
					PWHT				TEMA R	
					Internal Volume	m³	0,0776	0,0245	Customer Specifications	
					Weight Summary					
					Empty	Flooded	Bundle			
					349 kg	424 kg	136 kg			

Aspen Shell & Tube Exchanger

Setting Plan

BEM 205 - 2400

Drawing Number

Revision	Date	Dwg.	Chk.	App.
	09/05/2014			

Planta de producción de 1-naftol

2. Equipos

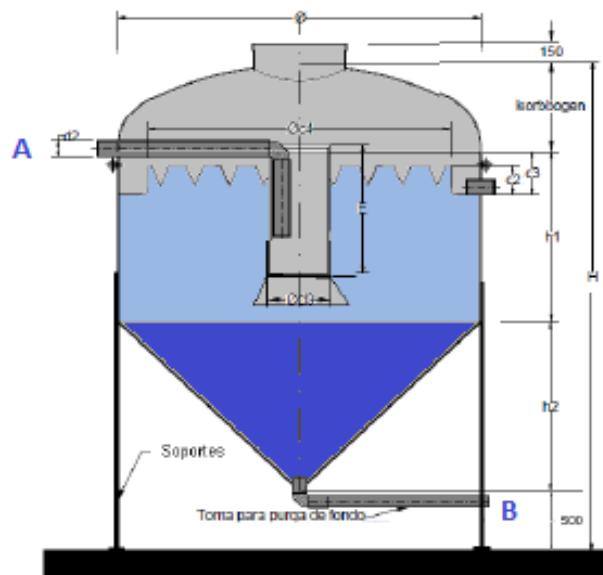
2.3.5.3. DCT-502

	ESPECIFICACIÓN DECANTADOR	Item nº: DCT-502	Área: 500
		Proyecto nº: 1	
	Planta: Producción de 1-naftol	Preparado por: Inaphthol	Fecha: 06/06/2014
	Localidad: Tarragona	Hoja: 1 De: 2	
DATOS GENERALES			
Denominación	Decantador de sólidos		
Servicio:	Precipitar la fase sólida (1-naftol mayoritariamente)		
Marca comercial / Modelo:	Poliéster Insular Diseño S.L. / DCT-CS-10		
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS			
Caudal alimentación	Discontinuo: 44.6 m ³ /h en 10 min.		
Altura (m)	3.55		
Diámetro (m)	2.5		
Relación L/D	1.42		
Volumen (m³)	10		
Altura cilindro (m)	1.6		
Altura cono (m)	1.25		
Longitud soporte o elevación (m)	0.5		
DATOS DISEÑO			
Producto	1-naftol, 1-naftilamina y agua		
Material de construcción	PRFV: poliéster reforzado con fibra de vidrio		
Conicidad	60		
Temperatura de trabajo (°C)	80		
Presión de trabajo (bar)	1		
RELACIÓN DE CONEXIONES			
Marca	DN(mm)	Denominación	
A	100	Entrada alimento	
B	100	Salida por separado de ambas fases	

Planta de producción de 1-naftol

2. Equipos

	ESPECIFICACIONES DECANTADORES	Item nº: DCT-502 Proyecto nº: 1	Área: 500
	Planta: Producción de 1-naftol	Preparado por: Inaphthol	
	Localidad: Tarragona	Hoja: 2 De: 2	Fecha: 06/06/2014



Planta de producción de 1-naftol

2. Equipos

2.3.5.4. CTF-503

	ESPECIFICACIÓN CENTRIFUGADORA		Item nº: CTF-503	Área: 500
	Proyecto nº: 1			
	Planta: Producción de 1-naftol	Preparado por: Inaphthol		Fecha: 06/06/2014
	Localidad: Tarragona	Hoja: 1 De: 2		
DATOS GENERALES				
Denominación	Centrífuga con cesta filtrante			
Servicio	Deshidratar 1-naftol a partir de la fuerza centrífuga			
Marca comercial / Modelo	Centrífugas Comteifa / Modelo con cesta filtrante			
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS				
Caudal alimentación	Discontinuo por gravedad			
Altura (m)	1.25			
Diámetro (m)	2.5			
Relación L/D	0.5			
Diámetro de cesta (m)	2			
Volumen (m³)	6.14			
Elevación (m)	-			
DATOS DISEÑO				
Producto	1-naftol, 1-naftilamina y agua			
Material de construcción	AISI 316			
Temperatura de trabajo (°C)	75			
Presión de trabajo (bar)	1			
RELACIÓN DE CONEXIONES				
Marca	DN(mm)	Denominación		
A	100	Entrada alimento		
B	50	Recirculación aguas madre		

Planta de producción de 1-naftol

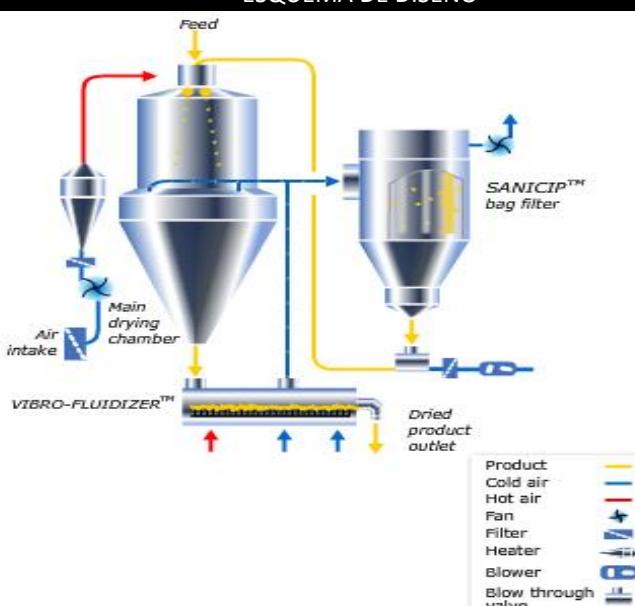
2. Equipos

	ESPECIFICACIONES CENTRIFUGADORAS	Item nº: CTF-503	Área: 500
	Proyecto nº: 1		
	Planta: Producción de 1-naftol	Preparado por: Inaphthol	Fecha: 06/06/2014
	Localidad: Tarragona	Hoja: 2 De: 2	
 A photograph showing two large industrial centrifuges in a workshop or factory setting. Both units are made of stainless steel and are mounted on a blue-painted metal frame. Unit A is on the left, and unit B is on the right. They have various ports, valves, and a mesh safety screen on top. The background shows other equipment and red walls.			

Planta de producción de 1-naftol

2. Equipos

2.3.5.5. DRY-504

 <p>Inaphthol</p>	ESPECIFICACIÓN SECADORES		Item nº: DRY-504 Proyecto nº: 1	Área: 500																
	Planta: Producción de 1-naftol	Preparado por: Inaphthol																		
	Localidad: Tarragona	Hoja: 1 De: 1		Fecha: 06/06/2014																
	DATOS GENERALES																			
<p>Denominación: Secador con corriente de aire</p> <p>Servicio: Acabar de secar el corriente que proviene de la CTF-503 con aire</p> <p>Marca / Modelo: GEA NIRO / TFD - Tall form dryer</p>																				
Posición	Vertical																			
Capacidad (kg/h)	6000																			
Longitud (m)	3																			
Diámetro (m)	1.5																			
Volumen aprox. (m³)	20																			
Área (m²)	28																			
DATOS DE DISEÑO																				
Producto	1-naftol																			
Material de construcción	AISI 316																			
Presión del aire (MPa)	0.7																			
Potencia (kW)	7.5																			
Cuerpo	Cilíndrico																			
Espesor (mm)	5																			
Fondo inferior	Cónico																			
Espesor	6																			
ESQUEMA DE DISEÑO																				
 <p>The diagram illustrates the flow of material and air through the DRY-504 drying system. Material is fed into the top of the main drying chamber. Air is drawn in from the bottom left and passes through a vibro-fluidizer at the base. Hot air enters from the bottom right. The dried product is collected at the bottom right and passes through a SANICIP™ bag filter before exiting at the top right.</p> <table border="1"> <tr> <td>Product</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>Cold air</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>Hot air</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>Fan</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>Filter</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>Heater</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>Blower</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>Blow through valve</td> <td>—</td> </tr> </table>					Product	—	Cold air	—	Hot air	—	Fan	—	Filter	—	Heater	—	Blower	—	Blow through valve	—
Product	—																			
Cold air	—																			
Hot air	—																			
Fan	—																			
Filter	—																			
Heater	—																			
Blower	—																			
Blow through valve	—																			

Planta de producción de 1-naftol

2. Equipos

2.3.5.6. Empaquetadora

	ESPECIFICACIÓN EMPAQUETADORA	Item nº:	Área: 500					
	Proyecto nº: 1	Preparado por: Inaphthol						
	Planta: Producción de 1-naftol	Localidad: Tarragona	Fecha: 06/06/2014					
	Hoja: 1 De: 1	DATOS GENERALES						
Denominación: Llenadora de saco a granel								
Servicio: Cargar del DRY-504 en big bags el 1-naftol								
Marca / Modelo: J. Engelmann AG								
Posición	Vertical							
Capacidad (kg)	1000							
ESQUEMA DE DISEÑO								
								

2.3.6. Área 600

2.3.6.1 Caldera de vapor CAL-601

	ESPECIFICACIÓN CALDERA	Item nº: CAL-601	Área: 600
		Proyecto nº: 1	
	Planta: Producción de 1-naftol	Preparado por: Inaphthol	Fecha: 06/06/2014
DATOS GENERALES			
Denominación: Caldera de gas natural			
Servicio: Proporcionar vapor de agua para calentar el naftaleno y el FS-204			
Cantidad: 1			
CARÁCTERÍSTICAS			
Marca comercial	BABCOCK WANSON		
Serie	BWB		
Modelo	100		
Descripción	-		
Material	-		
Producción de vapor (kg/h)	1121		
Potencia térmica útil (kW)	703		
Consumo de combustible (m³/h)	83		
Peso vacío (kg)	3200		
Peso en operación (kg)	5300		
ESQUEMA DEL EQUIPO			

Planta de producción de 1-naftol

2. Equipos



DESCRIPCIÓN FÍSICA

DIMENSIONES (mm)

FOTOGRAFÍA

Largo	3840	A technical line drawing of the equipment's front view. Dimension D is the width of the base, dimension C is the distance from the front face to the center of a vertical pipe, and dimension E is the total width of the equipment including side components.
Ancho	1740	A technical line drawing of the equipment's side view. Dimension A is the total height of the vessel.
Alto	1780	

Planta de producción de 1-naftol

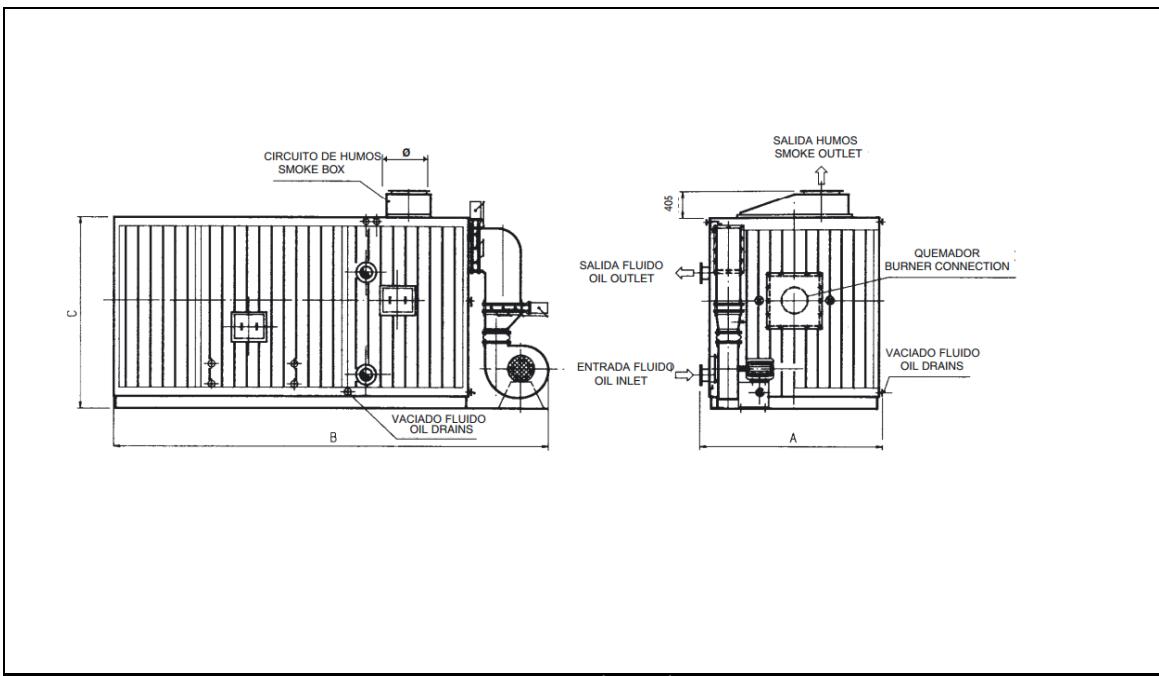
2. Equipos

2.3.6.2 Calderas de aceite (CAL-602/CAL-603)

	ESPECIFICACIÓN CALDERA	Item nº: CAL-602/CAL-603	Área: 600
		Proyecto nº: 1	
	Planta: Producción de 1-naftol	Preparado por: Inaphthol	Fecha: 06/06/2014
DATOS GENERALES			
Denominación: Caldera de aceite térmico			
Servicio: Proporcionar aceite <i>Therminol 75</i> a 380°C			
Cantidad: 2			
CARÁCTERÍSTICAS			
Marca comercial	BABCOCK WANSON		
Serie	EPC-H		
Modelo	7000		
Descripción	-		
Material	-		
Producción de aceite (kg/h)	276236.18 (Cada caldera)		
Potencia térmica útil (kW)	8140		
Masa en vacío (Kg)	23000		
Diámetro de chimenea (mm)	700		
ESQUEMA DEL EQUIPO			

Planta de producción de 1-naftol

2. Equipos



DESCRIPCIÓN FÍSICA

DIMENSIONES (mm)

FOTOGRAFÍA

Largo	8450	A photograph showing the physical industrial equipment. It consists of a large blue-painted metal frame housing the heat exchanger. Numerous pipes, valves, and sensors are attached to the exterior. The unit is situated in a workshop environment with other machinery and piping visible in the background.
Ancho	3268	
Alto	3462	

Planta de producción de 1-naftol

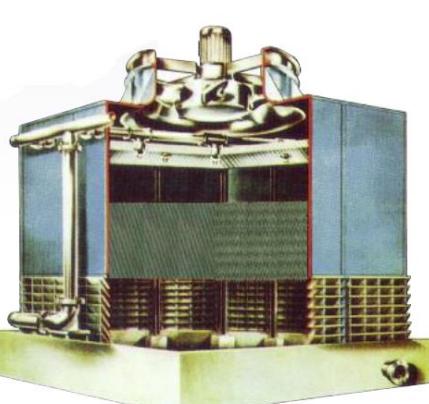
2. Equipos

2.3.6.3 Torre de refrigeración TR-604

 <p>ESPECIFICACIÓN TORRE DE REFRIGERACIÓN</p>	Item nº: TR-604	Área: 600
	Proyecto nº: 1	
	Planta: Producción de 1-naftol	Preparado por: Inaphthol
Localidad: Tarragona		
Hoja: 1 De: 1		
DATOS GENERALES		
Denominación: Torre de refrigeración		
Servicio: Enfriar el agua de refrigeración de 45°C a 30°C		
Cantidad: 1		
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS		
Marca comercial / Modelo	EWK/EWB 7200	
Potencia disipada (kW)	11189.93	
CARACTERÍSTICAS DEL VENTILADOR		
Marca / Modelo	2 x ILMED / 42n-5-E1n-3910-AP	
Nº de palas	5	
Material de las palas	Aluminio marino	
Potencia absorbida (kW)	2 x 32	
Caudal (m³/s)	2 x 108	
Presión de diseño (Pa)	160	
SISTEMA DISTRIBUIDOR POR TORRE		
Nº de tubos de distribución	2 x 5	
Material tubos	Polipropileno	
Diámetro de conexión	DN100 / PN 16	
Nº de toberas	2 x 25	
Tipo de tobera	EWF-q 8 - EWF-q 16	
Altura manométrica de las tuberías	3,840 m.c.a	
Presión necesaria en toberas (kPa)	20 - 60	
DESCRIPCIÓN FÍSICA		

Planta de producción de 1-naftol

2. Equipos

DIMENSIONES (mm)		ESQUEMA DEL EQUIPO
Longitud	12200	
Amplitud	6100	
Altura	4266	
Peso vacío (kg)	16000	
Peso en operación (kg)	21000	

Planta de producción de 1-naftol

2. Equipos

2.3.6.4 Chiller CH-605

	ESPECIFICACIÓN CHILLER	Item nº: CH-605	Área: 600		
		Proyecto nº: 1			
	Planta: Producción de 1-naftol	Preparado por: Inaphthol	Fecha: 06/06/2014		
		Localidad: Tarragona			
DATOS GENERALES					
Denominación: Chiller					
Servicio: Enfriar el agua de refrigeración proveniente de la torre de refrigeración de 30°C a 5°C para media caña de reactores R-201/202 , HR-301 e intercambiadores					
Cantidad: 1					
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS					
Marca comercial / Modelo	McQuay/WDC 113				
Potencia disipada (kW)	4900 – 6700				
CARACTERÍSTICAS DE FABRICACIÓN					
Potencia requerida (kW)	6196				
Nivel de ruido (dB)	-				
Voltaje (V)	-				
Frecuencia (Hz)	-				
Nº de circuitos	-				
Temperatura del ambiente (°C)	30				
Fluido refrigerante	R-134a				
Tipo de chiller	Enfriado con líquido				
Caudal a refrigerar (kg/h)	221448				
DESCRIPCIÓN FÍSICA					

Planta de producción de 1-naftol

2. Equipos

DIMENSIONES (mm)		ESQUEMA DEL EQUIPO
Longitud	5692	
Amplitud	2545	
Altura	2722	
Peso vacío (Tn)	-	
Peso en operación (kg)	-	

2.3.7. Área 900

2.3.7.1 Tanques de recogida

Cada tanque de almacenamiento y reactor tendrá una válvula de venteo y un disco de ruptura, los cuales en caso de un inesperado aumento de temperatura con el consiguiente incremento de la presión, se abrirán, dejando salir una parte del contenido de estos tanques y reactores hasta recuperar la presión habitual de trabajo. Los gases y líquidos que salen pasarán a los tanques de recogida descritos en la hoja de especificaciones adjuntada a continuación.

Estos tanques tendrán dos salidas, una en la parte superior por la que saldrán los gases que se hayan podido liberar y pasarán a un scrubber. Este scrubber tiene la función de limpiar los gases antes de ser liberados a la atmósfera. Debido a que en este proceso están siempre presentes los ácidos nítrico y sulfúrico, la acción a tomar será la de neutralizarlos mediante una solución de sosa. Una vez neutralizados, estos gases ya pueden ser emitidos a la atmósfera y las aguas de lavado deberán tratarse.

La otra salida que tienen los tanques de recogida, se encuentra en la parte inferior. Por ésta saldrán los líquidos que hayan quedado en el tanque. Dependiendo del contenido evacuado deberán tomarse una serie de medidas.

Planta de producción de 1-naftol

2. Equipos

 <p>Inaphthol</p>	ESPECIFICACIÓN TANQUES DE RECOGIDA	Item nº: CHTK-901 / CHTK-902 Proyecto nº: 1	Área: 900	
	Planta: Producción de 1-naftol	Preparado por: Inaphthol	Fecha: 06/06/2014	
	Localidad: Tarragona	Hoja: 1 De: 2		
DATOS GENERALES				
Denominación: Tanques de recogida				
Servicio: Tanques de recogida en caso de emergencia				
Posición:	Horizontal	Densidad líquido (kg/m³)	-	
Diámetro (m)	2.37	Peso recipiente vacío (kg)	1750	
Longitud (m)	7.57	Peso recipiente en operación (kg)	-	
Longitud soporte (m)	0.5	Volumen (m³)	25	
DATOS DE DISEÑO				
Producto				
Materia de construcción				
Acero inoxidable 304 (AISI 304)				
Temperatura de trabajo (°C)				
-				
Temperatura de diseño (°C)				
218.5				
Presión de trabajo (bar)				
-				
Presión de diseño (bar)				
2				
Cuerpo				
Cilíndrico				
Espesor (mm)				
22				
Sobreespesor de corrosión (mm)				
1				
Aislante				
RELACIÓN DE CONEXIONES				
DETALLES DE DISEÑO				
Marca	DN (mm)	Denominación	Norma de diseño	API
A	200	Entrada tanque	Tratamiento térmico	No
B	100	Salida tanque	Radiografiado	0.85
C	65	Salida hacia scrubber	Eficacia de Soldadura	Parcial

Planta de producción de 1-naftol

2. Equipos

	ESPECIFICACIONES TANQUES DE RECOGIDA	Item nº: CHTK-901 / CHTK-902	Área: 900
		Proyecto nº: 1	
	Planta: Producción de 1-naftol	Preparado por: Inaphthol	Fecha: 06/06/2014
	Localidad: Tarragona	Hoja: 2 De: 2	



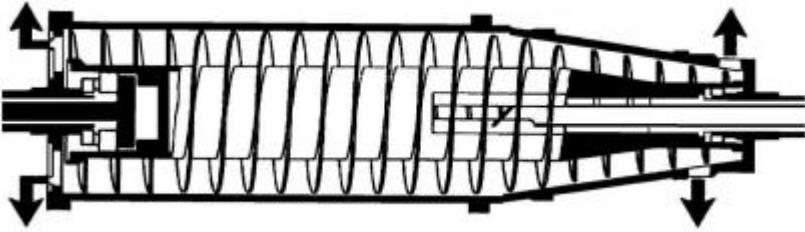
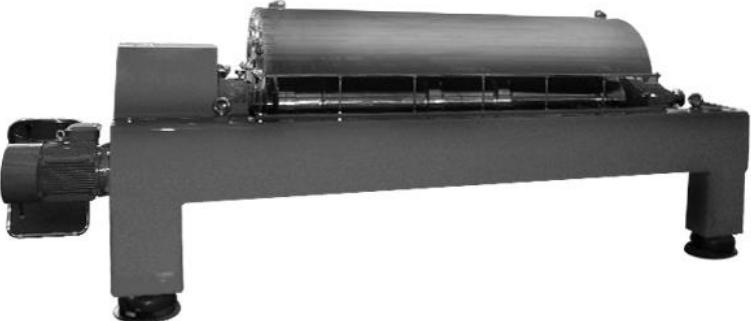
2.3.8. Área 1000

2.3.8.1. Decantador centrífugo

 Inaphthol	ESPECIFICACIÓN DECANTDOR CENTRÍFUGO	Item nº: DCTCF-1003	Área: 1000	
	Planta: Producción de 1-naftol	Proyecto nº: 1		
	Localidad: Tarragona	Preparado por: Inaphthol	Fecha: 06/06/14	
		Hoja: 1 De: 2		
DATOS GENERALES				
Denominación: Decantador rotatorio para eliminar el 1-nitronaftaleno del agua y el nítrico				
Modelo	Decanter iota 355			
Flujo (Kg/h)	662.53			
Flujo (m³/h)	0.650			
Densidad (Kg/m³)	1018.7			
Posición	Horizontal			
DATOS DE DISEÑO				
Producto	Agua y ácido nítrico + 1-nitronaftaleno			
Longitud (m)	3.17			
Altura (m)	1.18			
Ancho (m)	0.98			
Diámetro del bowl (m)	0.355			
Largo del bowl (m)	1.6			
Tipo de bowl	Cilíndro-Cónico			
Ángulo del cono	2x8°			
Velocidad máxima (rpm)	4200			
Fuerza G (Kg)	3.5			
Transporte de rosca	Simple/Dextrógiro			
Caja de engranajes	Cicloidal			
Capacidad máxima (m³/h)	5			
Diferencial (rpm)	3-25			
Motor primaria (kW)	15			
Motor secundario (kW)	5.5			
Peso (Kg)	2000			
Lubricación rodamiento	Grasa			
Capacidad de tornillo (Kg/h)	500-1200			

Planta de producción de 1-naftol

2. Equipos

	ESPECIFICACIÓN DECANTADOR CENTRÍFUGO	Item nº: DCTCF-1003 Proyecto nº: 1	Área: 1000
	Planta: Producción de 1-naftol	Preparado por: Inaphthol	
	Localidad: Tarragona	Hoja: 2 De: 2	Fecha: 06/06/14
 			

	ESPECIFICACIÓN INTERCAMBIADOR	Ítem nº: EX-1001 Proyecto nº: 1	Área: 1000
	Planta: Producción de 1-naftol	Preparado por: Inaphthol	Fecha: 06/06/2014
	Localidad: Tarragona	Hoja: 1 De: 2	

DATOS GENERALES

Denominación: Intercambiador de carcasa y tubos

Servicio: Enfriamiento del corriente 204 de 105°C a 25°C

Productos manipulados: Agua, ácido nítrico y 1-nitronaftaleno.

DATOS DE DISEÑO

	TUBOS		CARCASA	
	Entrada	Salida	Entrada	Salida
Fluido	Agua de chiller		Agua, ácido nítrico y 1-nitronaftaleno	
Caudal total (kg/h)	25300		662.53	
Vapor (kg/h)	-		662.53	-
Líquido (kg/h)	25300		662.53	
Temperatura (°C)	5		20.21	105
Presión de trabajo (atm)	1		0.99	1
Peso molecular (kg/kmol)	18.02		19.27	
Densidad (kg/m³)	1022		1011	0.622
Viscosidad (cP)	1.501		1	-
Calor específico (kJ/kg·°C)	4.118		4.204	2.016
Conductividad térmica (W/m·°C)	0.578		0.604	-
Velocidad máxima (m/s)	0.89		38.85	
Número de pasos	1		1	
Pérdida de carga (kPa)	2.038		2.614	

DATOS DE CONSTRUCCIÓN

	TUBOS		CARCASA	
Temperatura de diseño (°C)	55		140	
Presión de diseño (atm)	3		3	
Material	Acero al carbono		AISI 304	
Diámetro interno / grosor (mm)	14,83 / 2.11		205 / 7,04	
Longitud (m)	1.2		1.115	
Calor intercambiado (kW)	452.78	Nº baffles		6
Coeficiente global (W/m²·°C)	3251.76	Distancia entre pantallas (mm)		150
Área de intercambio (m²)	3.024	DTML (°C)		77.47
Número de tubos en "U"	45	Peso equipo vacío (kg)		243.5
Disposición pitch	30- Triangular	Peso equipo con agua (kg)		286.9
Espaciado (pitch) (mm)	23.81			

CONEXIONES

MARCA	Denominación	Observaciones:
T1	Entrada corriente servicio	Coste: 7605 €
T2	Salida corriente servicio	
S1	Entrada corriente proceso	
S2	Salida corriente proceso	

ESPECIFICACIONES
INTERCAMBIADORPlanta: Producción de
1-naftol

Localidad: Tarragona

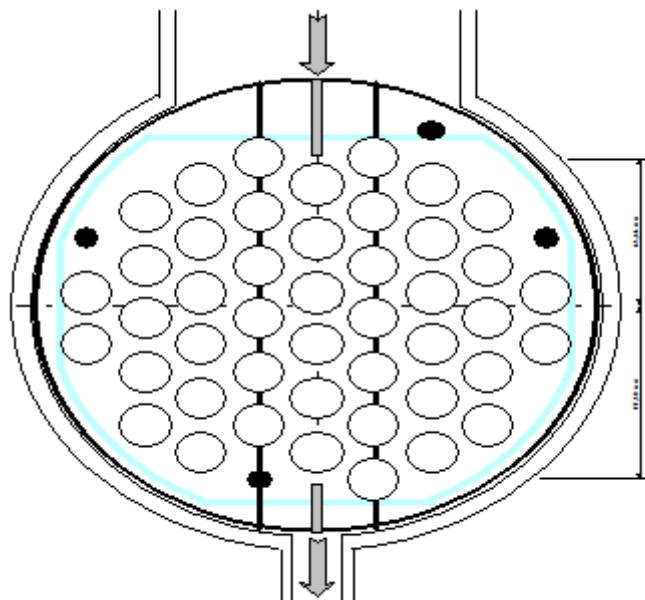
Item nº: EX-1001

Proyecto nº: 1

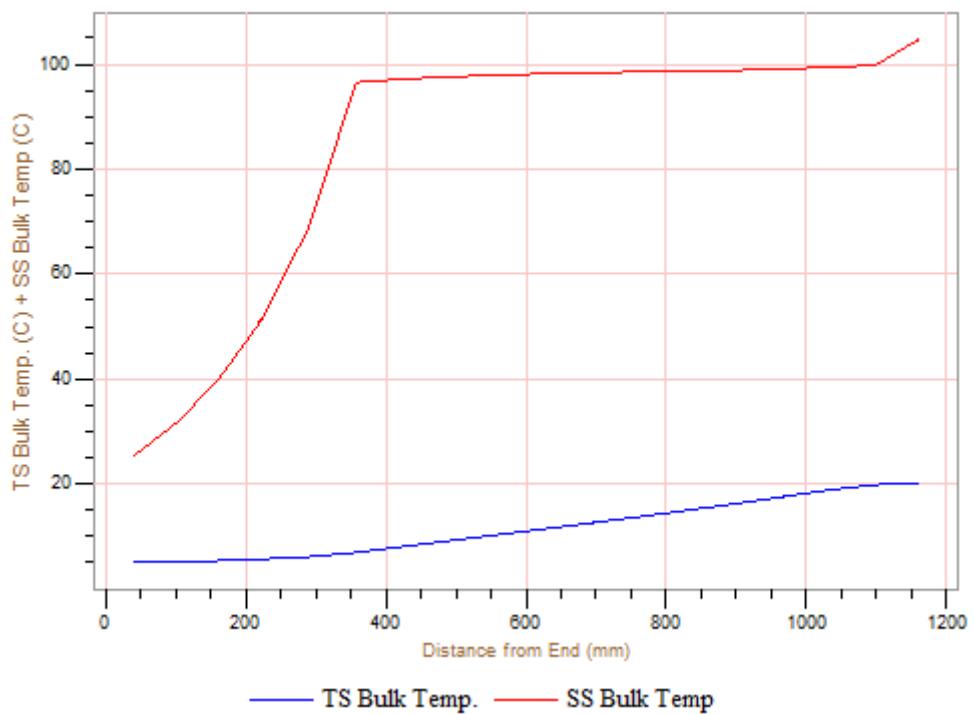
Preparado por: Inaphthol

Hoja: 2 De: 2

Área: 1000

Fecha:
06/06/2014

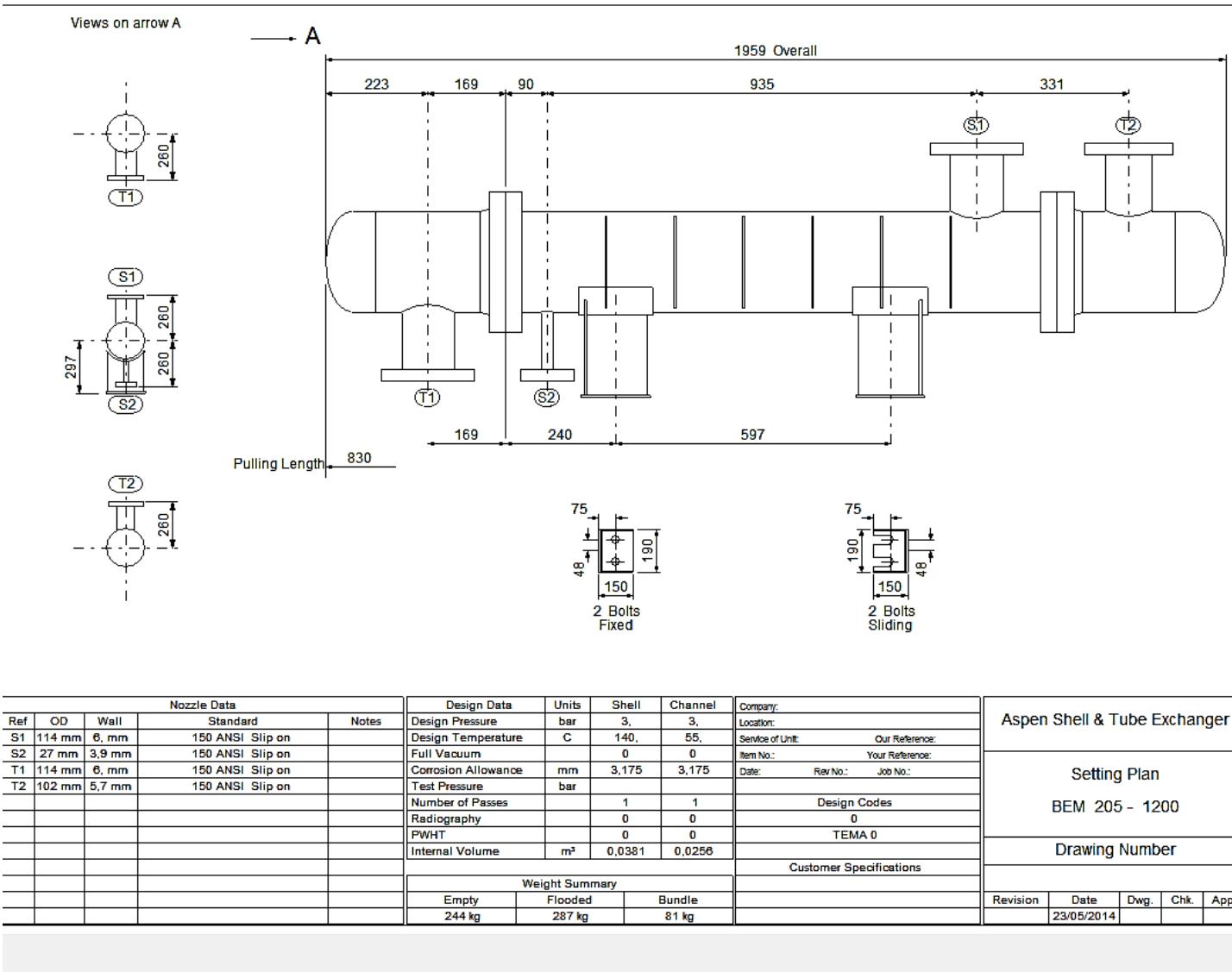
Stream Temperatures



Heat Exchanger Specification Sheet

1	Company:					
2	Location:					
3	Service of Unit:	Our Reference:				
4	Item No.:	Your Reference:				
5	Date:	Rev No.:	Job No.:			
6	Size	205 - 1200	mm	Type BEM	Hor	Connected in 1 parallel 1 series
7	Surf/unit(eff.)	3	m ²	Shells/unit 1		Surf/shell (eff.) 3 m ²
8	PERFORMANCE OF ONE UNIT					
9	Fluid allocation			Shell Side		
10	Fluid name			204 in->204 out	-1001 H2O in->EX-1001 H2O	
11	Fluid quantity, Total	kg/h		663	25300	
12	Vapor (In/Out)	kg/h	657	0	0	0
13	Liquid	kg/h	5	663	25300	25300
14	Noncondensable	kg/h	0	0	0	0
15						
16	Temperature (In/Out)	°C	105	25,38	5	20,21
17	Dew / Bubble point	°C	113,65	97,13		
18	Density Vapor/Liquid	kg/m ³	0,62 / 804,67	/ 1026,47	/ 1022,19	/ 1010,92
19	Viscosity	cP	0,0095 / 1,1424	/ 0,9261	/ 1,5012	/ 0,9965
20	Molecular wt, Vap		19,15			
21	Molecular wt, NC					
22	Specific heat	kJ/(kg K)	2,013 / 2,463	/ 4,046	/ 4,118	/ 4,205
23	Thermal conductivity	W/(m K)	0,0241 / 0,3069	/ 0,5962	/ 0,578	/ 0,6037
24	Latent heat	kJ/kg	627,5	1876,2		
25	Pressure (abs)	kPa	101,325	98,711	101,325	99,287
26	Velocity	m/s		38,85		0,89
27	Pressure drop, allow./calc.	kPa	5	2,614	5	2,038
28	Fouling resistance (min)	m ² K/W		0	0	0 Ao based
29	Heat exchanged	445,3	kW		MTD corrected	77,47 °C
30	Transfer rate, Service	1900,8		Dirty 1901,4	Clean 1901,4	W/(m ² K)

CONSTRUCTION OF ONE SHELL					Sketch	
		Shell Side		Tube Side		
33 Design/vac/test pressure: g		kPa		300/ /		
34 Design temperature		°C		140		55
35 Number passes per shell		1		1		
36 Corrosion allowance		mm		3,18		
37 Connections	In mm	1	102,26 / -	1	102,26 / -	
38 Size/rating	Out	1	18,85 / -	1	90,12 / -	
39 ID	Intermediate		/ -	/ -		
40 Tube No.	45 Us	OD 19,05	Tks Avg 2,11	mm	Length 1200	mm Pitch 23,81 mm
41 Tube type Plain		#/m	Material Carbon Steel		Tube pattern	30
42 Shell	Carbon Steel	ID 205	OD 219,08	mm	Shell cover	-
43 Channel or bonnet	Carbon Steel				Channel cover	-
44 Tubesheet-stationary	Carbon Steel		-		Tubesheet-floating	-
45 Floating head cover	-				Impingement protection	None
46 Baffle-cross	Carbon Steel	Type Single segmental	Cut(%d) 39,94	V	Spacing: c/c 150	mm
47 Baffle-long	-	Seal type			Inlet	191,5 mm
48 Supports-tube		U-bend 0		Type		
49 Bypass seal			Tube-tubesheet joint		Exp.	
50 Expansion joint	-	Type	None			
51 RhoV2-Inlet nozzle	807	Bundle entrance	204		Bundle exit 0	kg/(m s ²)
52 Gaskets - Shell side	-	Tube Side			Flat Metal Jacket Fibre	
53 Floating head	-					
54 Code requirements	ASME Code Sec VIII Div 1			TEMA class	R - refinery service	
55 Weight/Shell	243,5	Filled with water	286,9	Bundle	81,4	kg



Planta de producción de 1-naftol

2. Equipos

2.3.8.2. Pervaporación isopropanol

	ESPECIFICACIÓN PERVAPORACIÓN ISOPROPANOL	Item nº: PERVP-1002 Proyecto nº: 1	Área: 1000
	Planta: Producción de 1-naftol	Preparado por: Inaphthol	Fecha: 06/06/2014
	Localidad: Tarragona	Hoja: 1 De: 2	
PROPIEDADES DE LA CORRIENTE CIRCULANTE			
Flujo (Kg/h)	2162.27		
Flujo (m ³ /h)	2.57		
Densidad (Kg/m ³)	852.55		
DATOS DE DISEÑO			
Tamaño (m)	6 x 2 x 2.7		
Vida de las membranas	2 años		
Material de membranas	15% zeolita		
Rango pH	6-9		
Conductividad eléctrica (mS/cm)	5		
Capacidad tratamiento (kg/h)	200		
Sistema de energía (KW)	12		
Medio de calefacción	Vapor		
Modo de control	PID		
Temperatura (°C)	30-50		
Rendimiento	Superior 97%		
Material: AISI 304			

Planta de producción de 1-naftol

2. Equipos

	ESPECIFICACIÓN PERVAPORACIÓN ISOPROPANOL	Item nº: PERVP-1002	Área: 1000
		Proyecto nº: 1	
	Planta: Producción de 1-naftol	Preparado por: Inaphthol	Fecha: 06/06/2014
	Localidad: Tarragona	Hoja: 2 De: 2	
 hzstyy.en.alibaba.com			
 hzstyy.en.alibaba.com HaA Pipe			

	ESPECIFICACIÓN INTERCAMBIADOR	Ítem nº: EX-1002 Proyecto nº: 1	Área: 1000
	Planta: Producción de 1-naftol	Preparado por: Inaphthol	Fecha: 06/06/2014
	Localidad: Tarragona	Hoja: 1 De: 2	

DATOS GENERALES

Denominación: Intercambiador de carcasa y tubos

Servicio: Enfriamiento del corriente 308 de 80.79°C a 36°C

Productos manipulados: iso-propanol, agua y 1-naftilamina

DATOS DE DISEÑO

	CARCASA		TUBOS	
	Entrada	Salida	Entrada	Salida
Fluido	Agua de chiller		iso-propanol, agua y 1-naftilamina	
Caudal total (kg/h)	3500		2164	
Vapor (kg/h)	-	-	-	-
Líquido (kg/h)	3500	3500	2164	2164
Temperatura (°C)	5	29.51	80.79	36
Presión de trabajo (atm)	1	1	1	1
Peso molecular (kg/kmol)	18.02		35.02	
Densidad (kg/m³)	1022	1004	165.8	813.4
Viscosidad (cP)	1.501	0.806	-	1.172
Calor específico (kJ/kg·°C)	4.118	4.223	3.615	3.5
Conductividad térmica (W/m·°C)	0.58	0.62	-	0.37
Velocidad máxima (m/s)	0.127		0.442	
Número de pasos	1		1	
Pérdida de carga (kPa)	0.345		0.153	

DATOS DE CONSTRUCCIÓN

	CARCASA		TUBOS
Temperatura de diseño (°C)	65	120	
Presión de diseño (atm)	3	3	
Material	Acero al carbono		AISI 304
Diámetro interno / grosor (mm)	205 / 7,04		14,83 / 2.11
Longitud (m)	2.995		3
Calor intercambiado (kW)	71.972	Nº baffles	
Coeficiente global (W/m²·°C)	302,04	Distancia entre pantallas (mm)	
Área de intercambio (m²)	8.22	DTML (°C)	
Número de tubos en "U"	47	Peso equipo vacío (kg)	
Disposición pitch	30- Triangular	Peso equipo con agua (kg)	
Espaciado (pitch) (mm)	23.81	478.8	

CONEXIONES

MARCA	Denominación	Observaciones:
T1	Entrada corriente proceso	Coste: 8497 €
T2	Salida corriente proceso	
S1	Entrada corriente servicio	
S2	Salida corriente servicio	

ESPECIFICACIONES
INTERCAMBIADOR

Item nº: EX-1002

Proyecto nº: 1

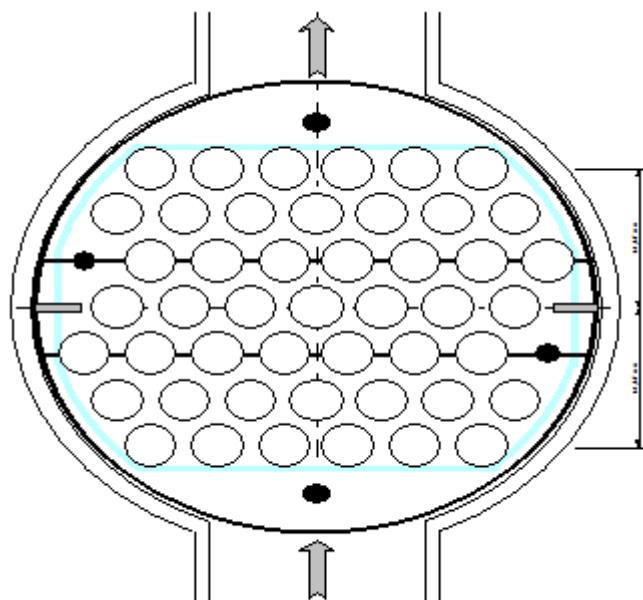
Área: 1000

Planta: Producción de
1-naftol

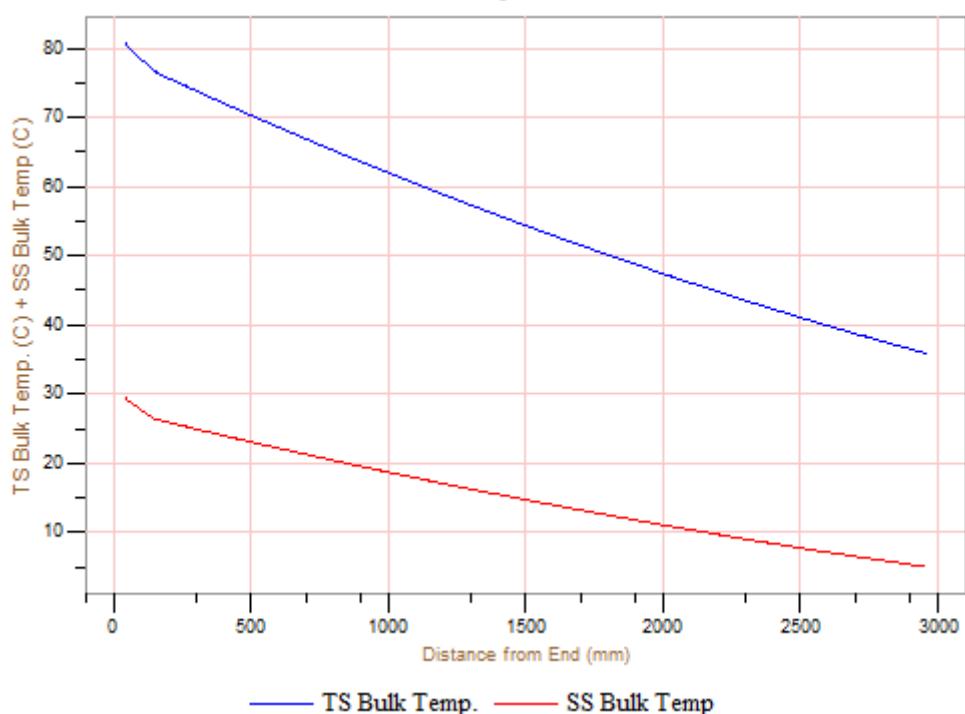
Preparado por: Inaphthol

Localidad: Tarragona

Hoja: 2 De: 2

Fecha:
06/06/2014

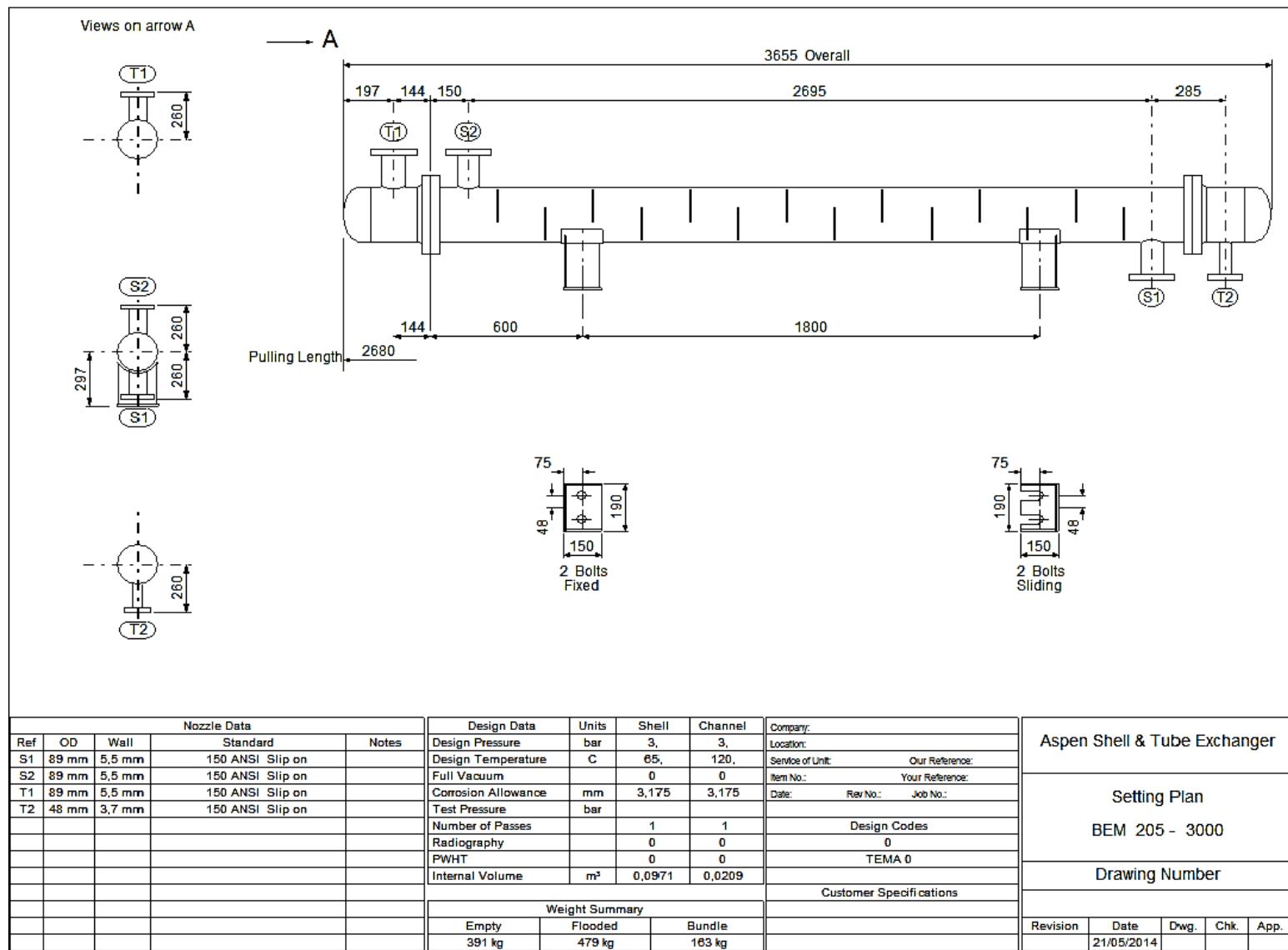
Stream Temperatures



Heat Exchanger Specification Sheet

1	Company:								
2	Location:								
3	Service of Unit:	Our Reference:							
4	Item No.:	Your Reference:							
5	Date:	Rev No.:	Job No.:						
6	Size	205 - 2999,99	mm	Type	BEM	Hor	Connected in	1 parallel	1 series
7	Surf/unit(eff.)	8,2	m ²	Shells/unit	1		Surf/shell (eff.)	8,2	m ²
8	PERFORMANCE OF ONE UNIT								
9	Fluid allocation			Shell Side		Tube Side			
10	Fluid name			002 H2O in->EX-1002 H2I		308 in->308 out			
11	Fluid quantity, Total			kg/h	3500		2164		
12	Vapor (In/Out)			kg/h	0	0	15	0	
13	Liquid			kg/h	3500	3500	2149	2164	
14	Noncondensable			kg/h	0	0	0	0	
15									
16	Temperature (In/Out)			°C	5	29,51	80,79	35,89	
17	Dew / Bubble point			°C			87,13	80,79	
18	Density	Vapor/Liquid	kg/m ³	/1022,19	/1003,94	1,46 / 766,26		/ 813,38	
19	Viscosity			cp	/ 1,5012	/ 0,8059	0,0081 / 0,4823		/ 1,1726
20									
21									
22	Specific heat			kJ/(kg K)	/ 4,118	/ 4,223	1,762 / 3,627		/ 3,487
23	Thermal conductivity			W/(m K)	/ 0,578	/ 0,6175	0,0187 / 0,375		/ 0,369
24	Latent heat			kJ/kg			990,6	988,9	
25	Pressure (abs)			kPa	101,325	100,98	101,325	101,172	
26	Velocity			m/s	0,13		0,44		
27	Pressure drop, allow./calc.			kPa	1	0,345	1	0,153	
28	Fouling resistance (min)			m ² K/W	0		0	0	Ao based
29	Heat exchanged	99,7	kW	MTD corrected			41,03	°C	
30	Transfer rate, Service	295,7	Dirty	295,6	Clean	295,6			W/(m ² K)

CONSTRUCTION OF ONE SHELL						Sketch		
		Shell Side		Tube Side				
33 Design/vac/test pressure:g		kPa						
34 Design temperature		°C						
35 Number passes per shell		1						
36 Corrosion allowance		mm						
37 Connections		In	1	77,93	/	-		
38 Size/rating		Out	1	77,93	/	-		
39 ID		Intermediate	/	-	/	-		
40 Tube No.	47 Us	OD	19,05	TksAvg	2,11	mm		
41 Tube type Plain		#/m		Material	Carbon Steel	Tube pattern 30		
42 Shell	Carbon Steel	ID	205	OD	219,08	mm		
43 Channel or bonnet		Carbon Steel				Channel cover -		
44 Tubesheet-stationary		Carbon Steel				Tubesheet-floating -		
45 Floating head cover		-				Impingement protection None		
46 Baffle-cross	Carbon Steel	Type	Single segmental	Cut(%d)	39,94	H Spacing: c/c 190 mm		
47 Baffle-long	-	Seal type		Inlet	226,47	mm		
48 Supports-tube		U-bend		0	Type			
49 Bypass seal		Tube-tubesheet joint		Exp.				
50 Expansion joint		Type		None				
51 RhoV2-Inlet nozzle	41	Bundle entrance		12	Bundle exit	12 kg/(m s²)		
52 Gaskets - Shell side		Tube Side		Flat Metal Jacket Fibre				
53 Floating head		-						
54 Code requirements		ASME Code Sec VIII Div 1		TEMA class	R - refinery service			
55 Weight/Shell	391,2	Filled with water	478,8	Bundle	162,8	kg		



Planta de producción de 1-naftol

2. Equipos

2.3.8.3. Pervaporación ácido nítrico

	ESPECIFICACIÓN PERVAPORACIÓN ÁCIDO NÍTRICO	Item nº: PERVP-1001 Proyecto nº: 1	Área: 1000
	Planta: Producción de 1-naftol	Preparado por: Inaphthol	Fecha: 06/06/2014
	Localidad: Tarragona	Hoja: 1 De: 2	
PROPIEDADES DE LA CORRIENTE CIRCULANTE			
Flujo (Kg/h)	645		
Flujo (m ³ /h)	0.63		
Densidad (Kg/m ³)	1030		
DATOS DE DISEÑO			
Tamaño (m)	6 x 2 x 2.7		
Vida de las membranas	2 años		
Material de membranas	Cerámica recubierta de aluminio		
Rango pH	0-14		
Conductividad eléctrica (mS/cm)	5		
Capacidad tratamiento (kg/h)	200		
Sistema de energía (KW)	12		
Medio de calefacción	Vapor		
Modo de control	PID		
Temperatura (°C)	30-50		
Rendimiento	Superior 97%		
Material: AISI 304			

Planta de producción de 1-naftol

2. Equipos

	ESPECIFICACIÓN PERVAPORACIÓN ÁCIDO NÍTRICO	Item nº: PERVP- 1001	Área: 1000
	Proyecto nº:		
	Planta: Producción de 1-naftol	Preparado por: Inaphthol	Fecha: 06/06/2014
	Localidad: Tarragona	Hoja: 2 De: 2	
 hzstyylentanibaba.com			
 www.lianfaxingshun.net.cn			

2.3.8.4. Tanque almacenamiento recuperación isopropanol

En este tanque se irá almacenando el isopropanol que sale de la pervaporación y que pasa por un intercambiador de calor que lo enfriá hasta 25°C. Este isopropanol sale a concentración prácticamente del 100%, por lo que una vez se hayan depositado 4.22 m³ se le añadirán 0.74 m³ de agua para obtener una concentración del 85% de isopropanol.

Una vez obtenida dicha concentración, el tanque será descargado para volver a utilizar el isopropanol como disolvente en el reactor de hidrogenación. Este proceso de recuperación de isopropanol permite recuperarlo cada hora y es enviado al tanque de almacenamiento del área 1000 una vez alcanzado el volumen deseado.

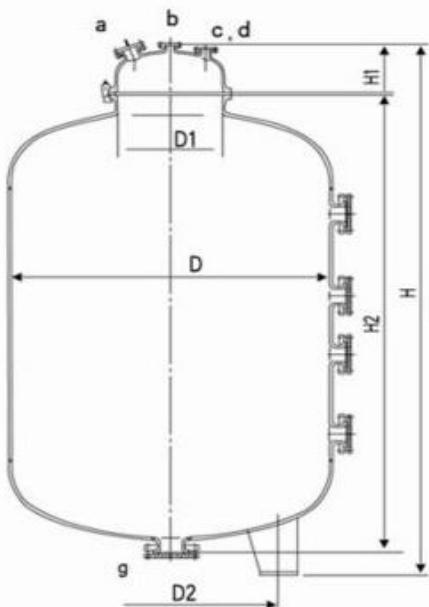
Planta de producción de 1-naftol

2. Equipos

	ESPECIFICACIÓN TANQUE RECUPERACIÓN ISOPROPANOL	Item nº: T-1002 Proyecto nº: 1	Área: 1000	
	Planta: Producción de 1-naftol	Preparado por: Inaphthol	Fecha: 06/06/2014	
	Localidad: Tarragona	Hoja: 1 De: 2		
DATOS GENERALES				
Denominación: Tanques de almacenamiento				
Servicio: Almacenamiento de la recuperación de isopropanol 85%				
Posición:	Vertical	Densidad líquido (kg/m³)	786	
Diámetro (m) (D)	1.6	Peso recipiente vacío (kg)	800	
Longitud (m) (H2)	3.26	Peso recipiente en operación (kg)	4730	
Longitud soporte (m)	0.5			
Volumen (m³)	5.98	Fracción llenado típica	0.83	
DATOS DE DISEÑO				
Producto		Isopropanol 85%		
Materia de construcción		Acero inoxidable 304 (AISI 304)		
Temperatura de trabajo (°C)		25		
Temperatura de diseño (°C)		30		
Presión de trabajo (bar)		1		
Presión de diseño (bar)		1		
Cuerpo		Cilíndrico		
Espesor (mm)		5		
Fondo superior		Semiesférico		
Espesor (mm)		5		
Fondo inferior		Semiesférico		
Espesor (mm)		5		
Sobreespesor de corrosión (mm)		1		
Aislante				
RELACIÓN DE CONEXIONES		DETALLES DE DISEÑO		
Marca	DN (mm)	Denominación	Norma de diseño	API
A	25	Entrada tanque	Tratamiento térmico	No
B	25	Salida tanque	Radiografiado	0.85
C	25	Entrada agua dilución	Eficacia de Soldadura	Parcial

Planta de producción de 1-naftol

2. Equipos

	ESPECIFICACIÓN TANQUE RECUPERACIÓN ISOPROPANOL	Item nº: T-1002 Proyecto nº: 1	Área: 1000
	Planta: Producción de 1-naftol	Preparado por: Inaphthol	
	Localidad: Tarragona	Hoja: 2 De: 2	Fecha: 06/06/2014
			

2.3.8.5. Tanque almacenamiento recuperación ácido nítrico

De la misma forma que con el isopropanol, el ácido nítrico que sale del proceso de la pervaporación, está a una concentración cercana al 100%, por lo que este se irá almacenando en el tanque hasta llegar a los 3.13 m^3 . Una vez alcanzada esta cantidad, se le añadirán 1.83 m^3 de agua, obteniendo así, la concentración deseada de ácido nítrico del 63% y poder ser recirculado para volver a utilizarse como reactivo en el reactor de nitración. Esto supone que cada 4 días se llenará el tanque y el contenido será enviado a los tanques de almacenamiento del área 100.

Planta de producción de 1-naftol

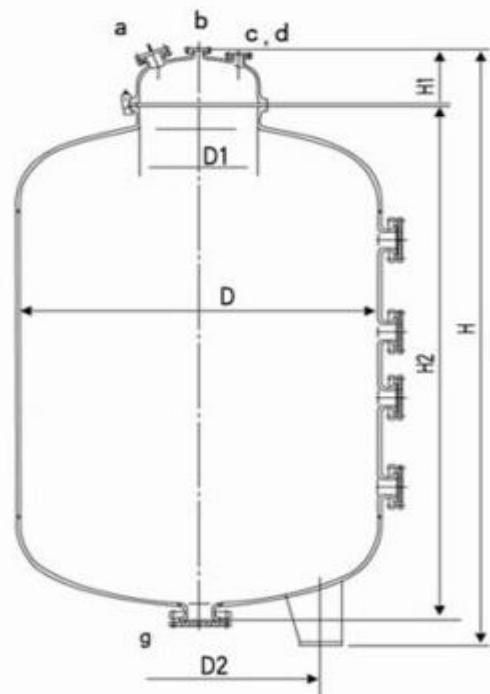
2. Equipos

	ESPECIFICACIÓN TANQUE RECUPERACIÓN ÁCIDO NÍTRICO	Item nº: T-1001 Proyecto nº: 1	Área: 1000	
	Planta: Producción de 1-naftol	Preparado por: Inaphthol		
	Localidad: Tarragona	Hoja: 1 De: 2	Fecha: 06/06/2014	
DATOS GENERALES				
Denominación: Tanques de almacenamiento				
Servicio: Almacenamiento de la recuperación de ácido nítrico 63%				
Posición:	Vertical	Densidad líquido (kg/m³)	1510	
Diámetro (m) (D)	1.6	Peso recipiente vacío (kg)	800	
Longitud (m) (H2)	3.26	Peso recipiente en operación (kg)	7550	
Longitud soporte (m)	0.5			
Volumen (m³)	6	Fracción llenado típica	0.83	
DATOS DE DISEÑO				
Producto		Ácido nítrico 63%		
Materia de construcción		Acero inoxidable 304 (AISI 304)		
Temperatura de trabajo (°C)		25		
Temperatura de diseño (°C)		30		
Presión de trabajo (bar)		1		
Presión de diseño (bar)		1		
Cuerpo		Cilíndrico		
Espesor (mm)		5		
Fondo superior		Semiesférico		
Espesor (mm)		5		
Fondo inferior		Semiesférico		
Espesor (mm)		5		
Sobreespesor de corrosión (mm)		1		
Aislante				
RELACIÓN DE CONEXIONES		DETALLES DE DISEÑO		
Marca	DN (mm)	Denominación	Norma de diseño	API
A	10	Entrada tanque	Tratamiento térmico	No
B	40	Salida tanque	Radiografiado	0.85
C	25	Entrada agua dilución	Eficacia de Soldadura	Parcial

Planta de producción de 1-naftol

2. Equipos

	ESPECIFICACIÓN TANQUE RECUPERACIÓN ÁCIDO NÍTRICO	Item nº: T-1001 Proyecto nº: 1	Área: 1000
	Planta: Producción de 1-naftol	Preparado por: Inaphthol	
	Localidad: Tarragona	Hoja: 2 De: 2	Fecha: 06/06/2014



2.3.8.6. Tanque almacenamiento residuos sólidos

En este tanque se irán almacenando los sólidos que salen de la columna de destilación una vez enfriados a 25°C. Se irán acumulando durante una semana hasta que el gestor contratado se los lleve para ser tratados. Al tratarse de compuestos sólidos, el tanque de almacenamiento tiene que ser de forma cónica en la parte inferior para facilitar la descarga de éstos una vez lleno. Cada semana el gestor de residuos contratado se encargará del transporte de estos sólidos hasta su lugar de tratamiento.

Planta de producción de 1-naftol

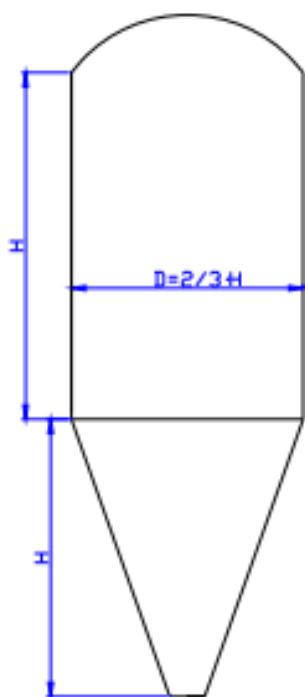
2. Equipos

	ESPECIFICACIÓN TANQUE ALMACENAMIENTO SÓLIDOS	Item nº: T-1004 Proyecto nº: 1	Área: 1000	
	Planta: Producción de 1-naftol	Preparado por: Inaphthol	Fecha: 06/06/2014	
	Localidad: Tarragona	Hoja: 1 De: 2		
DATOS GENERALES				
Denominación: Tanques de almacenamiento				
Servicio: Almacenamiento de 1-nitronaftaleno, 2-nitronaftaleno y 1,5-dinitronaftaleno				
Posición:	Vertical	Densidad sólido (kg/m³)	1250	
Diámetro (m)	1.95	Peso recipiente vacío (kg)	941.27	
Longitud (m)	5	Peso recipiente en operación (kg)	25469.27	
Longitud soporte (m)	1			
Volumen (m³)	25	Fracción llenado típica	0.78	
DATOS DE DISEÑO				
Producto		1-nitronaftaleno, 2-nitronaftaleno y dinitronaftaleno		
Materia de construcción		Acero inoxidable 304 (AISI 304)		
Temperatura de trabajo (°C)		25		
Temperatura de diseño (°C)		30		
Presión de trabajo (bar)		1		
Presión de diseño (bar)		1		
Cuerpo		Cilíndrico		
Espesor (mm)		5		
Fondo superior		Semiesférico		
Espesor (mm)		5		
Fondo inferior		Cónico		
Espesor (mm)		5		
Sobreespesor de corrosión (mm)		1		
Aislante				
RELACIÓN DE CONEXIONES				
DETALLES DE DISEÑO				
Marca	DN (mm)	Denominación	Norma de diseño	API
A	10	Entrada tanque	Tratamiento térmico	No
B	100	Descarga sólidos	Radiografiado	0.85
Eficacia de Soldadura		Parcial		

Planta de producción de 1-naftol

2. Equipos

	ESPECIFICACIÓN TANQUE ALMACENAMIENTO SÓLIDOS	Item nº: T-1004 Proyecto nº: 1	Área: 1000
	Planta: Producción de 1-naftol	Preparado por: Inaphthol	
	Localidad: Tarragona	Hoja: 2 De: 2	Fecha: 06/06/2014



	ESPECIFICACIÓN INTERCAMBIADOR	Ítem nº: EX-1005 Proyecto nº: 1	Área: 1000
	Planta: Producción de 1-naftol	Preparado por: Inaphthol	Fecha:
	Localidad: Tarragona	Hoja: 1 De: 2	06/06/2014

DATOS GENERALES

Denominación: Intercambiador de carcasa y tubos

Servicio: Enfriamiento del corriente 208 de 323°C a 64.15°C

Productos manipulados: 1-nitronaftaleno, 2-nitronaftaleno, 1,5-dinitronaftalenos, trazas de HNO3.

DATOS DE DISEÑO

	TUBOS	CARCASA		
	Entrada	Salida	Entrada	Salida
Fluido	Agua de refrigeración		1-nitronaftaleno, 2-nitronaftaleno, 1,5-dinitronaftalenos, trazas de HNO3	
Caudal total (kg/h)	1400		146.5	
Vapor (kg/h)	-		-	
Líquido (kg/h)	1400	1400	146.5	146.5
Temperatura (°C)	30	45.86	323	64.15
Presión de trabajo (atm)	1	1	1	1
Peso molecular (kg/kmol)	18.02		181.2	
Densidad (kg/m³)	1004	991.5	835.1	815.3
Viscosidad (cP)	0.8	0.585	-	2.974
Calor específico (kJ/kg·°C)	4.224	4.224	3.134	2.184
Conductividad térmica (W/m·°C)	0.62	0.64	-	0.12
Velocidad máxima (m/s)	0.26		0.033	
Número de pasos	4		1	
Pérdida de carga (kPa)	0.312		0.96	

DATOS DE CONSTRUCCIÓN

	TUBOS	CARCASA	
Temperatura de diseño (°C)	80	360	
Presión de diseño (atm)	3	3	
Material	Acero al carbono		AISI 304
Diámetro interno / grosor (mm)	14,83 / 2.11		205 / 7.04
Longitud (m)	1.2		1.19
Calor intercambiado (kW)	28.056	Nº baffles	
Coeficiente global (W/m²·°C)	101,45	Distancia entre pantallas (mm)	
Área de intercambio (m²)	2.352	DTML (°C)	
Número de tubos en "U"	35	Peso equipo vacío (kg)	
Disposición pitch	30-Triangular	Peso equipo con agua (kg)	
Espaciado (pitch) (mm)	23.81	246.8	

CONEXIONES

MARCA	Denominación	Observaciones:
T1	Entrada corriente servicio	Coste: 7322 €
T2	Salida corriente servicio	
S1	Entrada corriente proceso	
S2	Salida corriente proceso	



ESPECIFICACIONES
INTERCAMBIADOR

Item nº: EX-1005

Proyecto nº: 1

Área: 1000

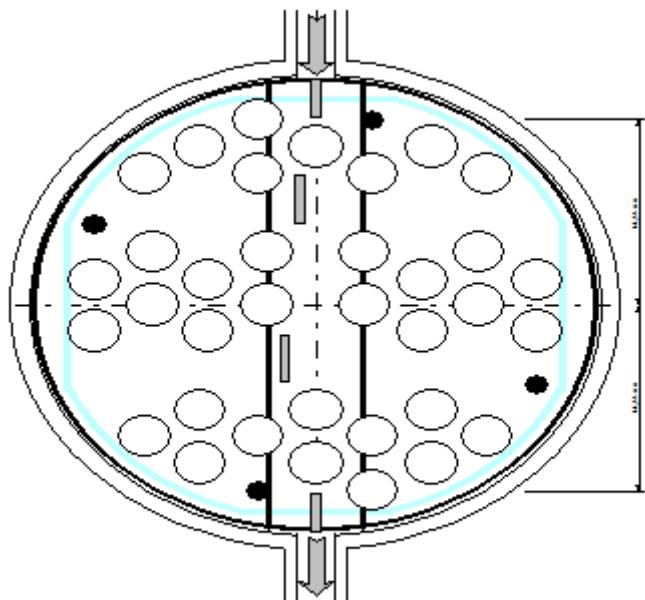
Planta: Producción de
1-naftol

Preparado por: Inaphthol

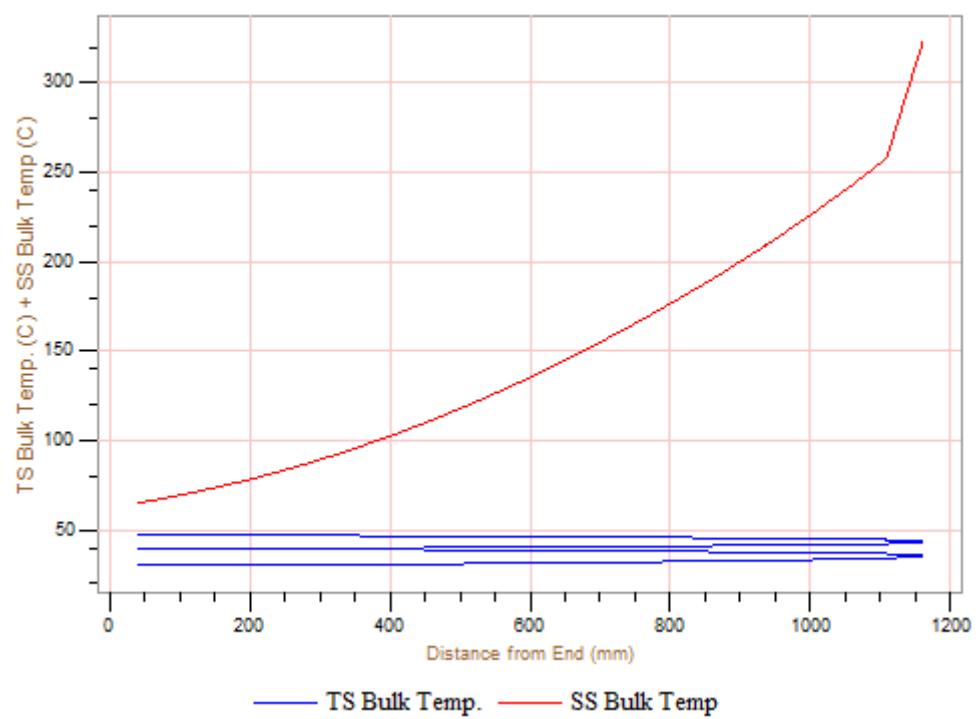
Fecha:
06/06/2014

Localidad: Tarragona

Hoja: 2 De: 2



Stream Temperatures

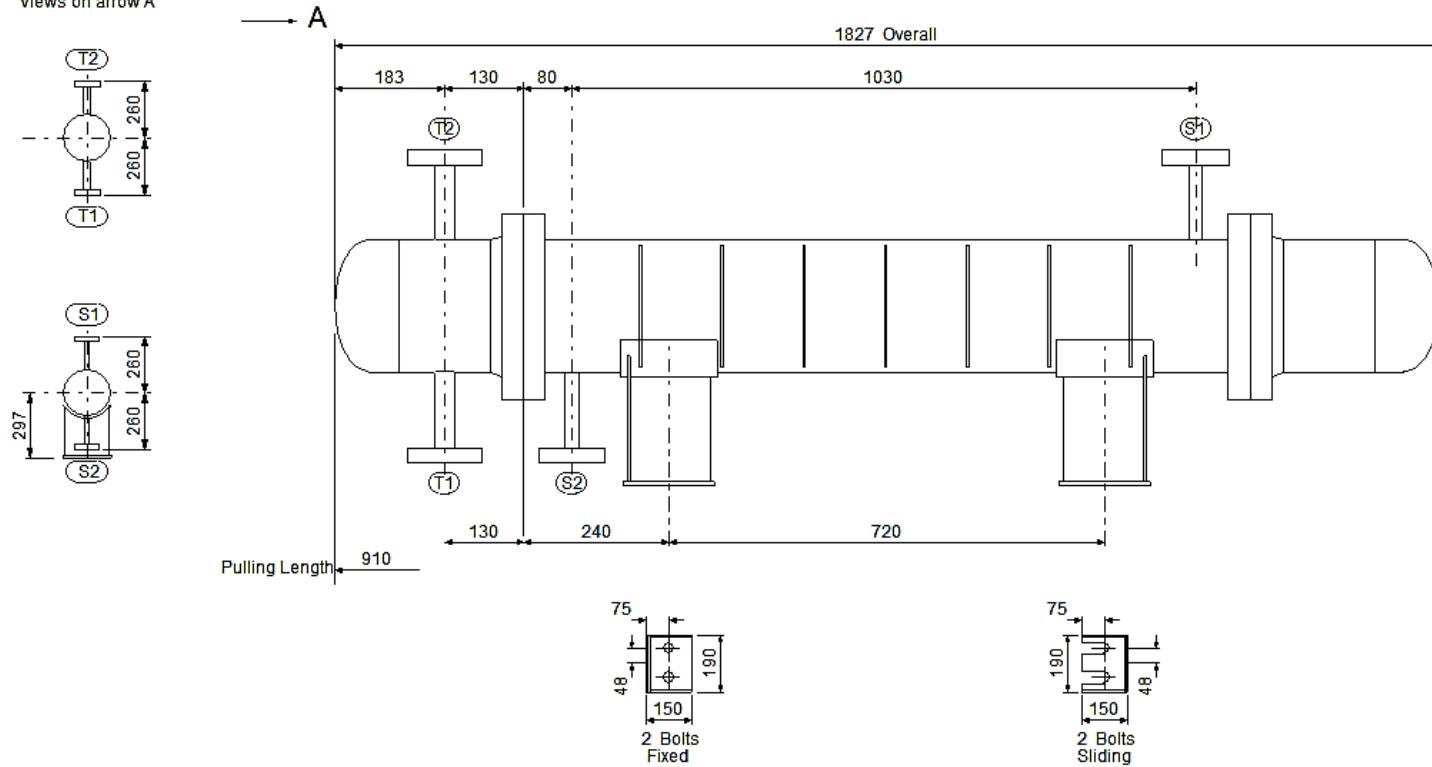


Heat Exchanger Specification Sheet

1	Company:					
2	Location:					
3	Service of Unit: Our Reference:					
4	Item No.: Your Reference:					
5	Date: Rev No.: Job No.:					
6	Size 205 - 1200	mm	Type BEM	Hor	Connected in 1 parallel	1 series
7	Surf/unit(eff.)	2,4 m ²	Shells/unit	1	Surf/shell (eff.)	2,4 m ²
8	PERFORMANCE OF ONE UNIT					
9	Fluid allocation		Shell Side		Tube Side	
10	Fluid name		208 in->208 out		-1005 H ₂ O in->EX-1005 H ₂ O	
11	Fluid quantity, Total		kg/h 146		1400	
12	Vapor (In/Out)		kg/h 3	0	0	0
13	Liquid		kg/h 144	146	1400	1400
14	Noncondensable		kg/h 0	0	0	0
15						
16	Temperature (In/Out)		°C 323	64,15	30	47,07
17	Dew / Bubble point		°C 340,72	322,86		
18	Density Vapor/Liquid	kg/m ³	3,58 / 625,94	/ 823,56	/ 1003,57	/ 990,52
19	Viscosity		cp 0,0061 / 0,1873	/ 3,8416	/ 0,7972	/ 0,5719
20	Molecular wt, Vap		175,12			
21	Molecular wt, NC					
22	Specific heat		kJ/(kg K) 2,701 / 3,142	/ 2,135	/ 4,224	/ 4,224
23	Thermal conductivity		W/(m K) 0,0222 / 0,0878	/ 0,1207	/ 0,6182	/ 0,64
24	Latent heat		kJ/kg 261,2	261,3		
25	Pressure (abs)		kPa 101,325	101,013	101,325	100,369
26	Velocity		m/s 0,03		0,26	
27	Pressure drop, allow./calc.		kPa 5	0,312	5	0,956
28	Fouling resistance (min)		m ² K/W 0		0	0 Ao based
29	Heat exchanged	28,1 kW	MTD corrected			118,35 °C
30	Transfer rate, Service	100,8	Dirty	100,1	Clean 100,1	W/(m ² K)

CONSTRUCTION OF ONE SHELL						Sketch
Shell Side			Tube Side			
Design/vac/test pressure:g kPa			300/ /			
Design temperature °C			360			80
Number passes per shell			1			4
Corrosion allowance mm			3,18			3,18
Connections	In	mm	1	13,87	/ -	1
				26,64	/ -	
Size/rating	Out	mm	1	13,87	/ -	1
				26,64	/ -	
ID	Intermediate		/ -	/ -		
40	Tube No.	35 Us	OD 19,05	TksAvg 2,11	mm	Length 1200
						mm
41	Tube type	Plain	#/m	Material Carbon Steel		Tube pattern 30
42	Shell	Carbon Steel	ID 205	OD 219,08	mm	Shell cover -
43	Channel or bonnet	Carbon Steel				Channel cover -
44	Tubesheet-stationary	Carbon Steel	-			Tubesheet-floating -
45	Floating head cover	-				Impingement protection None
46	Baffle-cross	Carbon Steel	Type Single segmental	Cut(%d) 41,48	V	Spacing: c/c 135
47	Baffle-long	-	Seal type		Inlet	156,47
48	Supports-tube		U-bend 0		Type	
49	Bypass seal			Tube-tubesheet joint	Exp.	
50	Expansion joint	-	Type	None		
51	RhoV2-Inlet nozzle	501	Bundle entrance 1		Bundle exit 0	kg/(m s²)
52	Gaskets - Shell side	-	Tube Side			Flat Metal Jacket Fibre
53	Floating head	-				
54	Code requirements	ASME Code Sec VIII Div 1			TEMA class R - refinery service	
55	Weight/Shell	209,7	Filled with water	246,8	Bundle	73
						kg

Views on arrow A



Nozzle Data				
Ref	OD	Wall	Standard	Notes
S1	21 mm	3,7 mm	150 ANSI Slip on	
S2	21 mm	3,7 mm	150 ANSI Slip on	
T1	33 mm	3,4 mm	150 ANSI Slip on	
T2	33 mm	3,4 mm	150 ANSI Slip on	

Design Data		Units	Shell	Channel
Design Pressure	bar	3,	3,	
Design Temperature	C	360,	80,	
Full Vacuum		0	0	
Corrosion Allowance	mm	3,175	3,175	
Test Pressure	bar			
Number of Passes		1	4	Design Codes
Radiography		0	0	0
PWHT		0	0	TEMA 0
Internal Volume	m³	0,0368	0,0192	

Customer Specifications				
Weight Summary				
Empty Flooded Bundle				
210 kg 247 kg 73 kg				

Aspen Shell & Tube Exchanger

Setting Plan

BEM 205 - 1200

Drawing Number

Revision	Date	Dwg.	Chk.	App.
	23/05/2014			

2.3.8.7. Tanque almacenamiento recuperación 1-nitronaftaleno

El 1-nitronaftaleno que es arrastrado con la corriente vapor en el flash (FS-204), se recupera mediante el decantador rotatorio ya explicado. De esta forma, se permite recuperar 240 kg/día lo que supondrá unos 4800 kg acumulados a lo largo de 20 días de producción de la planta. Esta cantidad es la que se produce en un *batch* del reactor de nitración, por lo que este 1-nitronaftaleno podrá ser reutilizado y así no perder materia prima.

Planta de producción de 1-naftol

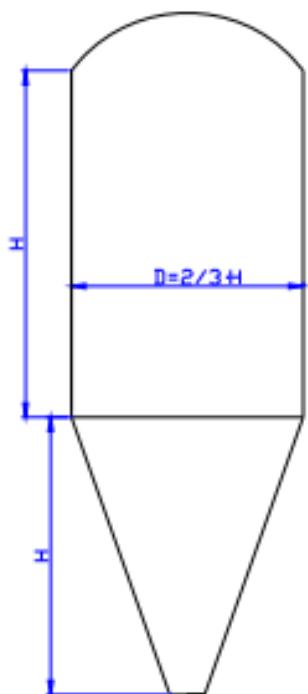
2. Equipos

 <p>Inaphthol</p>	ESPECIFICACIÓN RECIPIENTES		Item nº: T-1003	Área: 1000		
	Planta: Producción de 1-naftol		Proyecto nº: 1			
			Preparado por: Inaphthol			
	Localidad: Tarragona		Hoja: 1 De: 2	Fecha: 06/06/2014		
DATOS GENERALES						
Denominación: Tanques de almacenamiento						
Servicio: Almacenamiento de 1-nitronaftaleno recuperado por decantador centrífugo						
Posición:	Vertical	Densidad sólido (kg/m³)	1331			
Diámetro (m)	1.6	Peso recipiente vacío (kg)	621.65			
Longitud (m)	3.5	Peso recipiente en operación (kg)	5413.25			
Longitud soporte (m)	1					
Volumen (m³)	5	Fracción llenado típica	0.72			
DATOS DE DISEÑO						
Producto		1-nitronaftaleno,				
Materia de construcción		Acero inoxidable 304 (AISI 304)				
Temperatura de trabajo (°C)		25				
Temperatura de diseño (°C)		30				
Presión de trabajo (bar)		1				
Presión de diseño (bar)		1				
Cuerpo		Cilíndrico				
Espesor (mm)		5				
Fondo superior		Semiesférico				
Espesor (mm)		5				
Fondo inferior		Cónico				
Espesor (mm)		5				
Sobreespesor de corrosión (mm)		1				
Aislante (mm)		-				
RELACIÓN DE CONEXIONES						
DETALLES DE DISEÑO						
Marca	DN (mm)	Denominación	Norma de diseño	API		
A	-	Entrada tanque	Tratamiento térmico	No		
B	100	Salida tanque	Radiografiado	0.85		
Eficacia de Soldadura		Parcial				

Planta de producción de 1-naftol

2. Equipos

	ESPECIFICACIONES REACTORES	Item nº: T-1003	Área: 1000
		Proyecto nº: 1	
	Planta: Producción de 1-naftol	Preparado por: Inaphthol	Fecha: 06/06/2014
	Localidad: Tarragona	Hoja: 2 De: 2	



2.3.7.9 Tanque almacenamiento ácido sulfúrico, sulfato de amonio y agua

En este tanque horizontal y elevado se almacenará la corriente acuosa que sale del primer decantador. Dicha corriente está formada por ácido sulfúrico, sulfato de amonio y agua. Cada 4 días vendrá un camión para transportarla y ser vendida en la bolsa de subproductos de Cataluña.

Finalmente, resaltar que este tanque también dispondrá de un cubeto de retención ante la posibilidad de que pueda haber algún derrame de ácido sulfúrico. Las medidas de este cubeto son de 10.4 x 5.4 x 1.3 m (largo x alto x ancho).

Planta de producción de 1-naftol

2. Equipos

 <p>Inaphthol</p>	ESPECIFICACIÓN RECIPIENTES		Item nº: T-1005	Área: 1000		
	Planta: Producción de 1-naftol		Proyecto nº: 1			
	Preparado por: Inaphthol					
	Localidad: Tarragona		Hoja: 1 De: 2	Fecha: 06/06/2014		
DATOS GENERALES						
Denominación: Tanques de almacenamiento Servicio: Almacenamiento de ácido sulfúrico, sulfato de amonio y agua						
Posición:	Horizontal	Densidad líquido (kg/m³)	1510			
Diámetro (m) (D)	3.4	Peso recipiente vacío (kg)	1926.57			
Longitud (m) (H2)	8.4	Peso recipiente en operación (kg)	93668.13			
Longitud soporte (m)	0.5					
Volumen (m³)	75	Fracción llenado típica	0.83			
DATOS DE DISEÑO						
Producto		ácido sulfúrico, sulfato de amonio y agua				
Materia de construcción		Acero inoxidable 304 (AISI 304)				
Temperatura de trabajo (°C)		25				
Temperatura de diseño (°C)		30				
Presión de trabajo (bar)		1				
Presión de diseño (bar)		1				
Cuerpo		Cilíndrico				
Espesor (mm)		5				
Sobreespesor de corrosión (mm)		1				
Aislante						
RELACIÓN DE CONEXIONES						
Marca	DN (mm)	Denominación	Norma de diseño	API		
A	65	Entrada tanque	Tratamiento térmico	No		
B	80	Salida tanque	Radiografiado	0.85		
Eficacia de Soldadura		Parcial				
DETALLES DE DISEÑO						

Planta de producción de 1-naftol

2. Equipos

	ESPECIFICACIONES REACTORES	Item nº: T-1005	Área: 1000
		Proyecto nº: 1	
	Planta: Producción de 1-naftol	Preparado por: Inaphthol	Fecha: 06/06/2014
	Localidad: Tarragona	Hoja: 2 De: 2	



2.3.8.9 Tanque almacenamiento 1-naftilamina

En la centrifugadora se consiguen recuperar 150 kg de naftilamina por *batch* de hidrólisis. Esta naftilamina se irá almacenando en un tanque y cada 7 días habrá la cantidad suficiente como para la producción de un batch de hidrólisis.

Planta de producción de 1-naftol

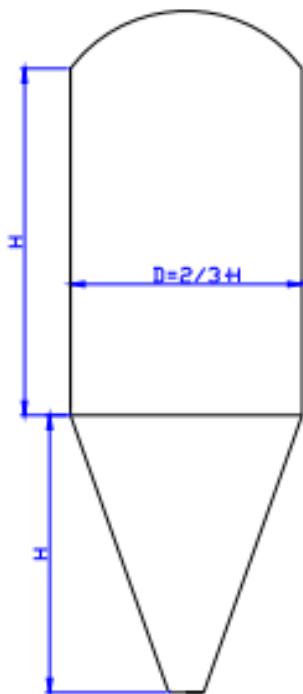
2. Equipos

	ESPECIFICACIÓN RECIPIENTES		Item nº: T-1006	Área: 1000		
	Planta: Producción de 1-naftol		Proyecto nº: 1			
	Preparado por: Inaphthol					
	Localidad: Tarragona		Hoja: 1 De: 2	Fecha: 06/06/2014		
DATOS GENERALES						
Denominación: Tanques de almacenamiento						
Servicio: Almacenamiento de 1-naftilamina recuperado de la centrífuga						
Posición:	Vertical	Densidad sólido (kg/m³)	1114			
Diámetro (m)	1.6	Peso recipiente vacío (kg)	654.27			
Longitud (m)	5.5	Peso recipiente en operación (kg)	6986.25			
Longitud soporte (m)	1					
Volumen (m³)	7	Fracción llenado típica	0.812			
DATOS DE DISEÑO						
Producto		1-naftilamina				
Materia de construcción		Acero inoxidable 304 (AISI 304)				
Temperatura de trabajo (°C)		25				
Temperatura de diseño (°C)		30				
Presión de trabajo (bar)		1				
Presión de diseño (bar)		1				
Cuerpo		Cilíndrico				
Espesor (mm)		5				
Fondo superior		Semiesférico				
Espesor (mm)		5				
Fondo inferior		Cónico				
Espesor (mm)		5				
Sobrespesor de corrosión (mm)		1				
Aislante (mm)		-				
RELACIÓN DE CONEXIONES			DETALLES DE DISEÑO			
Marca	DN (mm)	Denominación	Norma de diseño	API		
A	50	Entrada tanque	Tratamiento térmico	No		
B	100	Salida tanque	Radiografiado	0.85		
Eficacia de Soldadura		Parcial				

Planta de producción de 1-naftol

2. Equipos

	ESPECIFICACIONES REACTORES	Item nº: T-1006	Área: 1000
		Proyecto nº: 1	
	Planta: Producción de 1-naftol	Preparado por: Inaphthol	Fecha: 06/06/2014
	Localidad: Tarragona	Hoja: 2 De: 2	



2.4. Aislamientos

En tema de aislamientos, es de vital importancia que todos los equipos que se encuentren a unas temperaturas superiores a unos 40°C y/o por debajo de 0°C estén aislados para que no se produzca una pérdida de calor por convección y que a su vez, no se puedan producir por ejemplo, riesgos del tipo quemaduras en los operarios.

Por ello, los usos básicos de estos aislamientos son los establecidos en los siguientes puntos:

- Uso de aislamientos para evitar flujos de calor en las conducciones y/o equipos entre un medio que se desea mantener a una temperatura y los alrededores, tanto por medio más frío como más caliente.
- Uso de aislamientos para la seguridad de los trabajadores, evitando posibles quemaduras por contacto directo con estas conducciones y/o equipos.

Estos serían los puntos clave de los aislamientos, pero a su vez, algunos de ellos tienen otras funciones como pueden llegar a ser aislantes acústicos a su vez que térmicos, y esto en máquinas que puedan producir mucho ruido y la legislación acústica sea bastante restrictiva, serían totalmente necesarios, además de facilitar y ayudar a un mejor trabajo por parte de los operarios.

Centrándonos en el tema térmico, a partir de haber podido hablar con diferentes empresas y personas que han trabajado en esta temática, se conoce que los materiales más empleados para el aislamiento térmico son mantas de lana de roca junto con una pequeña chapa de aluminio, la cual variará su grosor en función de la temperatura a la que se encuentre el equipo.

En temas más relacionados con los grosores, aproximadamente se acostumbran a usar unos grosores entre 80 y 120 mm para la manta de lana de roca y unos 0.6 mm para la chapa de aluminio.

Ésta última es de fácil empleo e instalación, pero interesa que el grosor de la manta de lana de roca que se utilice esté dentro del rango de temperaturas de todos los equipos presentes en la planta.

Dado que se trabaja siempre con equipos desde temperatura ambiente (25°C aproximadamente) hasta temperaturas de más de 300°C, se establecerá un rango de temperaturas en las cuales usando el mismo tipo de lana de roca, se usará un diferente grosor para cada una de ellas.

Por lo que respecta a la lana de roca, es vital explicar un poco qué es y porqué se utiliza este material y no otro.

Cabe destacar que la lana de roca es un material incombustible e imputrescible, que a diferencia de otros aislantes su punto de fusión es mayor de 1200 grados centígrados y, por lo tanto, el riesgo de fuego es ínfimo.

Normalmente éste tipo de aislamiento viene dado como paneles rígidos, mantas o coquillas y a su vez, también es un buen aislante acústico. Por lo tanto, en caso de tener equipos que pudiesen ocasionar mucho sonido, también supliría el posible problema acústico.

Se usará exactamente la manta de lana de roca dado que es muy adecuado para aislar equipos horizontales, colocándolo en la parte superior, pero a su vez para equipos en vertical se puede usar poniéndole una sujeción o incluso grapas para poder evitar que acabe apelmazándose por la parte inferior.

A su vez este tipo de aislamientos suelen venir acompañados de una chapa metálica ligera que los protege. En el caso de esta planta se usará la chapa de aluminio mencionada.

Por último, destacar algunas de las ventajas de este tipo de aislamiento que ya se han mencionado:

- Facilidad y rapidez de instalación.
- Seguridad en caso de incendio (ignífugo).
- Químicamente inerte.
- No hidrófilo ni higroscópico.
- Respetuoso con el medio ambiente.

Planta de producción de 1-naftol

2. Equipos

Una vez sabemos los materiales que se utilizarán, se establecerá un patrón para poder determinar el grosor de esta manta en función de las temperaturas a las que se pueda llegar a encontrar un equipo determinado:

Tabla 2.4.1. Grosor manta de lana de roca en función de la temperatura del equipo.

Rango de temperaturas (°C)	Grosor manta de lana de roca (mm)
40-100	80
100-160	90
160-220	100
220-280	110
280-350	120

A partir de aquí, para cada equipo que se pueda llegar a encontrar a una temperatura superior a los 40°C establecidos, decir que será totalmente necesario que se le establezca un aislamiento térmico.

De esta forma, para evitar posibles daños y conseguir, a su vez, un correcto funcionamiento de la planta que permita la mayor precisión en cuanto a lo que se refiere a la producción, se instalan dichos aislantes térmicos.

A su vez, destacar que todas las tuberías también de altas temperaturas llevarán una protección térmica. Sin embargo, esto se detalla en el apartado cuatro del presente proyecto.

Finalmente, destacar que los grosores de aislante de cada equipo se detallan en la hoja de especificaciones pertinente.

2.4. Bibliografía

- Bibliografía general

- W.L. Mc Cabe, J.C. Smith, P.Harriot, "Unit Operations of Chemical Engineering", Mc Graw Hill.
- R.H. Perry, D. Green, "Perry's Chemical Engineering Handbook", Mc. Graw Hill.
- O. Levenspiel "Flujo de fluidos. Intercambio de calor" Ed.Reverté (1993)
- Phillip C.Wankat "Ingeniería de procesos de separación", Pearson 2^aed.(2008)
- Pierre Trambouze, Jean-Paul Euzen, "Chemical reactors: from design to operation" Editions Technip (2004)
- H. Scott Fogler, "Elements of chemical reaction engineering", Prentice Hall (2006)

- Tanques de almacenamiento

- Regla API. Diseño y cálculo tanques de almacenamiento a presión atmosférica
- Regla ASME. Cálculo y diseño de aparatos a presión.
- Gasómetros (14/05/2014) - http://www.mspesp.com/pdf/spt_gasometro.pdf

- Reactores

- Agitator power requirement (04/05/14) - <http://checalc.com/solved/agitator.html>
- JONGIA –Mezcladores o agitadores para tanques o depósitos de almacenamiento de líquidos (10/04/2014)
<http://www.sintemar.com/sintemar/de/jongia.asp?cod=2655&nombre=2655&prt=1>
- Agitación y instrumentación (10/04/2014) - <http://www.pimecsa.com/agitacion-industrial.html?gclid=CJC33-Kd4L0CFabLtAodUSIA5A>

- Regla API. Diseño y cálculo tanques de almacenamiento a presión atmosférica.
- Regla ASME. Cálculo y diseño de aparatos a presión
- Horfasa. Cálculo fondos toriesféricos. (25/04/2014)
<http://www.horfasa.com/utilidades.php?ide=41&card=3>

- **Columnas de destilación**

- Sulzer Chemtech (24/06/2014) http://www.sulzer.com/en/-/media/Documents/ProductsAndServices/Separation_Technology/Distillation_Absorption/Brochures/Internals_for_packed_columns.pdf
- Sulzer Chemtech (24/06/2014) http://www.sulzer.com/en/-/media/Documents/ProductsAndServices/Separation_Technology/Structured_Packings/Brochures/Structured_Packings.pdf

- **Separador Flash**

- Simulador ASPEN HYSYS

- **Decantadores**

- Ultrapure tech división. Decantadores estáticos (20/05/2014) -
http://www.ultrapure.info/productos_decantadores/decantadores_estaticos.asp
- Grupo PID (20/05/2014) –
<http://www.grupopid.com/index.php/poliester-insular-diseno/almacenamiento-y/tratamiento-de-fangos-espesadores>

- **Centrifugadora**

- COMTEIFA (22/05/2014) –
<http://www.comteifa.com/es/114320/Centrifugas-usadas.htm?gclid=CJXA36ORmr4CFWbItAod5y0A5w>

- Codols solids processing (22/05/2014) –
<http://www.codols.com/tecnologias/ciclones-y-sistemas-de-separacion-aire-producto>

- **Secador**

- Gea Niro (23/05/2014) –
<http://www.niro.com/niro/cmsdoc.nsf/webdoc/ndkk5hmd2y>

- **Tanque de condensados**

- Spirax Sarco España (24/05/2014)
<http://www.spiraxsarco.com/es/applications/overview/steam-generation/steam-generation-applications.asp?loop=1&id=12&level=1#ex>

- **Caldera de vapor**

- BABCOCK WANSON (23/05/2014) –
http://www.eesystems.ru/images/files/Babcock%20Wanson/Stambloc_BWB_description.pdf

- **Calderas de aceite**

- BABCOCK WANSON (23/05/2014) –
http://www.babcock-wanson.es/calderas_fluido_termico_epch.aspx

- **Torre de refrigeración**
 - Torres de refrigeración ewk (25/05/2014) –
<http://www.ewk.eu/index.php/producto/es/ewb>
- **Chiller**
 - McQuay (25/05/2014) - <http://www.mcquay.ru/downloads/WSC%20tm.pdf>
- **Empaquetadora**
 - Engelsmann (02/05/2014) - <http://www.engelsmann.de/>
- **Aislamiento**
 - Grupo Unamacor (27/05/2014) - <http://www.grupounamacor.com/blog/?p=1147>
 - Isover (27/05/2014) - <http://www.isover.es/>