

Universidad de Almería
Facultad de Ciencias Experimentales



Proyecto Fin de Carrera
Ingeniería Química
Planta de Producción de Ácido Acético

Almería, 13 de Septiembre de 2012

Jesús Álvarez Jiménez



Universidad de Almería
Departamento de Ingeniería Química

Planta de Producción de Ácido Acético

Autor: Jesús Álvarez Jiménez

Director: Asterio Sánchez Mirón

Almería, 13 de Septiembre de 2012

PLANTA DE PRODUCCIÓN DE ÁCIDO ACÉTICO

Memoria presentada por D. /D^a. JESÚS ÁLVAREZ JIMÉNEZ para la defensa del Proyecto Fin de Carrera de Ingeniería Química en la Facultad de Ciencias Experimentales de la Universidad de Almería.

Almería, 13 de Septiembre de 2012

Fdo.: Jesús Álvarez Jiménez

Con el V^oB^o del Director/a del Proyecto:

Fdo.: Asterio Sánchez Mirón
Departamento de Ingeniería Química
Universidad de Almería

RESUMEN DEL PROYECTO

El ácido acético o más conocido como acetato es un ácido que se encuentra en el vinagre, siendo este el principal responsable de su sabor y de su olor agrio.

Debido a que España es un país importador de esta sustancia, donde en el año 2011 se importaron $1,7 \cdot 10^5$ Toneladas, por lo que debido al amplio mercado existente al ser éste un producto de base química y además con el objetivo de reducir la cantidad anual de importación en España, se ha decidido el diseño de una planta, situada en la Zona Franca de Barcelona, para producir 75000 Tn/año de este producto.

El ácido acético puede producirse de varias maneras: fermentación bacteriana, carbonilación de metanol, oxidación de acetaldehído. El 10% de la producción mundial se produce por fermentación debido a que el vinagre usado para uso alimentario debe ser orgánico. Pero para nuestra planta hemos escogido producirlo mediante carbonilación de metanol, 75% de la producción mundial, y más exactamente mediante el proceso CATIVA, patentado por la empresa británica BP. Donde el metanol se carbonila en presencia de un exceso de monóxido de carbono en un reactor de tanque agitado a 194°C y 29 bares. El líquido procedente de dicho reactor se purifica mediante rectificación para posteriormente producir dos calidades diferentes de producto; Una es Ácido acético glacial, con un 1% de agua y 260 ppm de Ácido propiónico y la otra es Ácido acético diluido al 70%.

Para llevar a cabo el proceso partimos de metanol, el cual adquirimos por 290 €/Tn y monóxido de carbono adquirido a 200 €/Tn y el producto final; ácido acético glacial, se venderá a un precio de 800 €/Tn, por lo que se ha estimado unos beneficios de producto de 70114176 €/año: Lo cual nos hace pensar que el proceso será rentable.

INDICE

MEMORIA

ANEJO I: DISEÑO DE PROCESO Y EQUIPOS

ANEJO II: RESUMEN DE EQUIPOS

ANEJO III: PLANOS

ANEJO IV: INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL

ANEJO V: SEGURIDAD, HIGIENE Y MEDIO AMBIENTE

ANEJO VI: EVALUACIÓN ECONÓMICA

BIBLIOGRAFÍA

MEMORIA

MEMORIA

1.- Definición

1.1- Bases de proyecto

1.2- Alcance del proyecto

1.3- Breve estudio económico

1.4- Localización de la planta

1.4.1- Parámetros de edificación del polígono industrial

1.4.2- Ubicación de la planta

1.4.3- Climatología

1.4.4- Comunicaciones

2.- Descripción del proceso

2.1- Métodos de obtención

3.- Descripción del proceso de fabricación

3.1- Descripción del proceso

3.2- Entrada de reactivos

3.3- Reacción química

3.4- Separación y purificación

3.5- Influencia de las condiciones de operación en la velocidad de reacción

3.6- Cinéticas de reacción

4.- Constitución de la planta

4.1- Clasificación de zonas

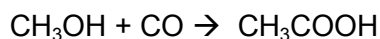
5.- Especificaciones y necesidades de servicios al límite de la planta

5.1-Servicios disponibles

MEMORIA

1- DEFINICIÓN

El objetivo de este proyecto es el estudio de la viabilidad de la construcción y operación de una planta de fabricación de ácido acético a partir de la carbonilación del metanol.



Se pretende evaluar la viabilidad económica teniendo en cuenta diferentes aspectos como son: la normativa urbanística y sectorial; entre las que están la normativa contra incendios, de seguridad y de medio ambiente; el diseño, el montaje, la puesta en marcha y la operación en planta.

1.1- Bases del proyecto

El presente proyecto trata sobre el diseño de una planta química para la producción de 75000 toneladas al año de ácido acético. Para ello carbonilamos en continuo metanol con monóxido de carbono. No obstante, no comercializaremos un solo producto, si no que se ofertará de dos formas. Por un lado, ácido acético glacial (60% de la producción total), que es una solución de acético que, como mínimo, ha de contener un 98% de ácido y una concentración de agua inferior al 1% por otro lado, el resto de producción será una solución al 70% en ácido acético. Por tanto la totalidad de acético producido se ha de fraccionar en estas dos calidades. Tendremos:

- 45000 toneladas por año de acético glacial.
- 30000 toneladas por año de acético, en el acético al 70%.

Se ha de tener en cuenta que la posibilidad de pérdida de acético durante el proceso de purificación, por lo que se diseñará el proceso para una cantidad un poco mayor de acético (un 2,5% más).

El ácido acético, al ser un producto químico de base, tiene multitud de utilidades, la gran mayoría de ellas de corte industrial. De todas estas utilidades podemos destacar:

- Fabricación de sus respectivos ésteres, principalmente los acetatos disolventes como el de vinilo y el de celulosa (principal aplicación).
- Elemento clave en la síntesis de PTA (ácido tereftálico).
- Fabricación de anhídrido acético y cloroacético, así como de acetatos metálicos.
- En industria textil es utilizado en tinturas y estampados.
- Utilizado también en la industria de fertilizantes.
- Fabricación de vinagre sintético.
- En la coagulación de látex sintéticos.

- Fabricación de pigmentos y colorantes.
- En síntesis orgánica se utiliza como disolvente (obtención de cloruro de acetilo).
- En fotografía es utilizado en el proceso de revelado.
- En general para la preparación de numerosos productos industriales y farmacéuticos.

Esta amplia gama de utilidades otorga a nuestro producto, a priori, una gran variedad de posibles compradores, tal y como corresponde a un producto orgánico de base.

1.2- Alcance de proyecto

El proyecto debe tener en cuenta y contemplar las siguientes áreas:

- Unidades de proceso y reacción para la producción y purificación del Ácido acético.
- Unidades de almacenamiento de materias primas y estaciones de carga y descarga.
- Almacenamiento y expedición de producto acabado.
- Áreas de servicios.
- Oficinas, laboratorios y vestuarios.
- Áreas auxiliares: aparcamientos, control de accesos, contra incendios, depuración de aguas y gases.

A continuación mostramos las diferentes zonas, que tendrá nuestra planta:

Zona 100: Almacenamiento de metanol, monóxido de carbono y nitrógeno.
Zona 200: Reacción.
Zona 300: Purificación.
Zona 400: Almacenamiento del producto acabado: ácido acético.
Zona 500: Tratamiento gas/líquido.
Zona 600: Servicios.
Zona 700: Zona de carga y descarga.
Zona 800: Oficinas (incluye también aparcamiento).

El proyecto también tiene que incluir los siguientes aspectos:

- Diseño y especificación de todos los equipos involucrados en el proceso.
- Diseño y especificaciones de todo el sistema de control necesario para que la planta funcione correctamente.
- Diseño del sistema de seguridad e higiene necesario.
- Estudio medioambiental y cumplimiento de la legislación vigente.
- Análisis económico para analizar la viabilidad de la planta diseñada.
- Estudio de puesta en marcha, parada y operación de la planta.

- Cumplimiento de todas las normativas pertinentes y disposiciones legales vigentes.

1.3- Breve estudio económico

Los principales productores mundiales de acético son: Estados Unidos, Europa occidental (Alemania, Gran Bretaña y Francia), Japón, Canadá y México. Aun así la producción mundial la generan principalmente: Estados Unidos, Japón y Europa Occidental. En la siguiente tabla se facilita la producción de ácido acético a escala mundial:

TABLA 1: Producción de ácido acético (por 10³ Megatoneladas)

	1995	1997	1999
USA	2.12	2.20	2.24
Europa Occ.	1.47	1.31	1.38
Japón	0.57	0.62	0.64

A la vista de los datos de la tabla queda patente la supremacía estadounidense y europea en lo que a producción de acético se refiere. No es de extrañar entonces que las compañías líderes mundiales en el sector sean norteamericanas como Celanese (US) o europeas como BP (Británica). La primera de ellas posee una filial en España (Celanese Ibérica S.L.) con una planta dedicada a la producción de acetato de vinilo (100000 Tn/año) y ácido acético en menor medida (10000 Tn/año). Todas esas cifras no nos han de hacer pensar que el proyecto no va a encontrar su parcela en este mercado pues un estudio recogido en el diario oficial de la unión europea y datado el 13 de julio de 2005, indican que más del 20% de la demanda europea de acético es importada, por tanto, se requiere más acético del que se produce y el mercado no parece saturado.

Centrándonos en el mercado europeo, dicho estudio refiere los siguientes datos del mercado del acético en Europa recogidos en la siguiente tabla y su respectiva gráfica:

TABLA 2: Cuotas de mercado para el ácido acético en Europa

	Origen	Capacidad (%)	Ventas (%)
Celanese	USA	[20-30]	[15-25]
Acetex	México	[5-10]	[0-5]
BP	Gran Bretaña	[25-35]	[20-30]
Millennium	USA	[1-10]	[1-10]
Daicel	Japón	[1-10]	[1-10]
Otros	Diverso	[15-58]	[15-53]

En el supuesto de que tanto en capacidad de producción como en volumen de ventas todas las compañías alcanzaran la máxima cota obtendríamos el resultado de las siguientes figuras:

Distribución de la capacidad de producción de ácido acético en Europa

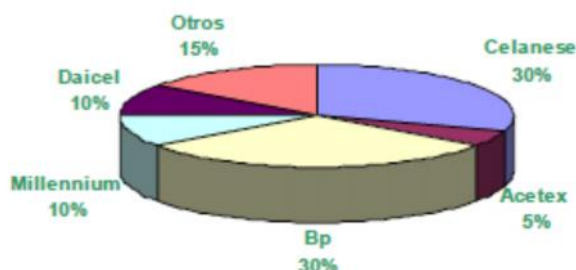


FIGURA 1: Distribución de la capacidad de producción de ácido en Europa.

Distribución del volumen de ventas de ácido acético en Europa

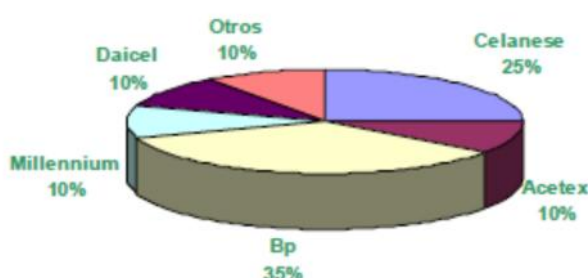


FIGURA 2: Distribución del volumen de ventas de ácido acético en Europa.

Las empresas dominantes del mercado europeo del acético son más o menos las mismas que dominan el mercado mundial pero, no obstante, vemos como aun en el peor de los casos el resto de empresas dedicadas a esta actividad tienen un margen considerable de mercado (tanto en volumen como en ventas), esto nos debería animar a emprender el proyecto.

Todo esto unido al hecho de que España es un país importador de esta sustancia, como demuestra la siguiente tabla, nos lleva a la premisa de que el proyecto será viable económico:

TABLA 3: Cantidades importadas de acético por España en los últimos años.

Año	Cantidad (10 ³ Tn)
2009	150
2010	157
2011	170

1.4- Localización de la planta

La instalación de la planta estará situada en el Polígono Industrial "Sistema Solar", en el término municipal de Barcelona (Zona Franca). Esta situación permitirá compartir una serie de servicios con otras plantas situadas en el polígono y a la vez,

estar cerca de posibles compradores del producto. Por otro lado, existen ventajas a nivel social y de permisos, ya que la planta no producirá un impacto ambiental, ni paisajístico destacable.

La parcela disponible para construir la planta tiene una superficie de 53235 m².

1.4.1- Parámetros de edificación del polígono industrial

EDIFICABILIDAD	1,5m ² techo/m ² suelo
OCUPACIÓN MÁXIMA DE PARCELA	75%
OCUPACIÓN MÍNIMA DE PARCELA	20% de la superficie de ocupación máxima
RETRANQUEOS	5m a viales y vecinos
ALTURA MÁXIMA	19m y 3 plantas excepto en producción justificando la necesidad del proceso
ALTURA MÍNIMA	4m y 1 planta
APARCAMIENTOS	1 plaza/150m ² construidos
DISTANCIA ENTRE EDIFICIOS	1/3 del edificio más alto con un mínimo de 5m

1.4.2- Ubicación de la planta

Barcelona es la capital de la comunidad de autónoma de Cataluña, de la provincia de Barcelona y de la comarca del Barcelonés. Por consiguiente se encuentra emplazada en el noroeste peninsular, concretamente limita al este con el mar Mediterráneo, al oeste con la cordillera litoral (Sierra de Collserola), meridionalmente limita con el río Llobregat y septentrionalmente con el río Besós. En las siguientes imágenes vemos la localización de la planta.



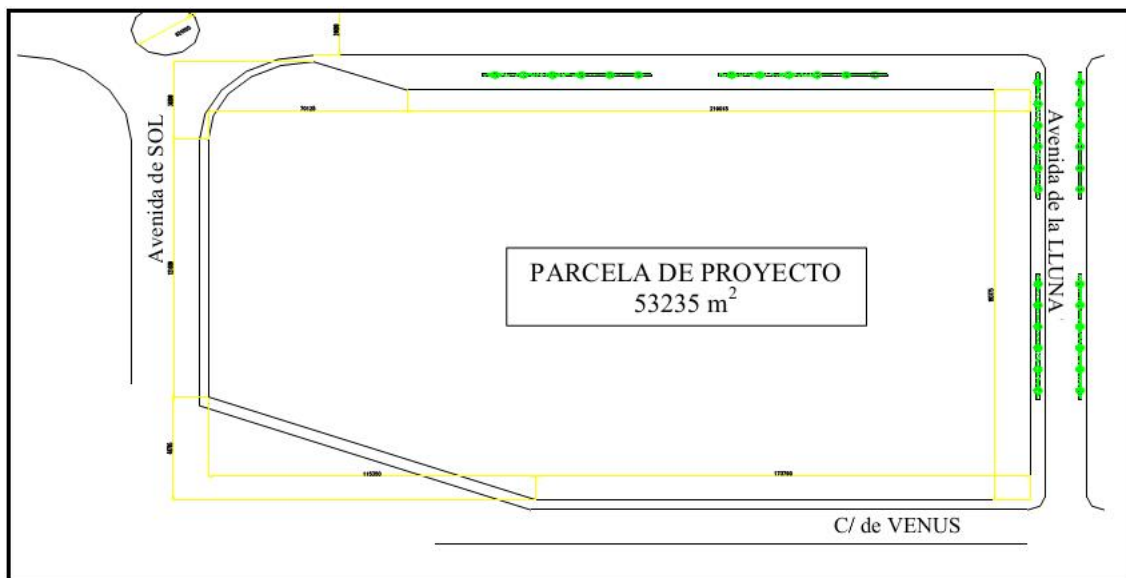
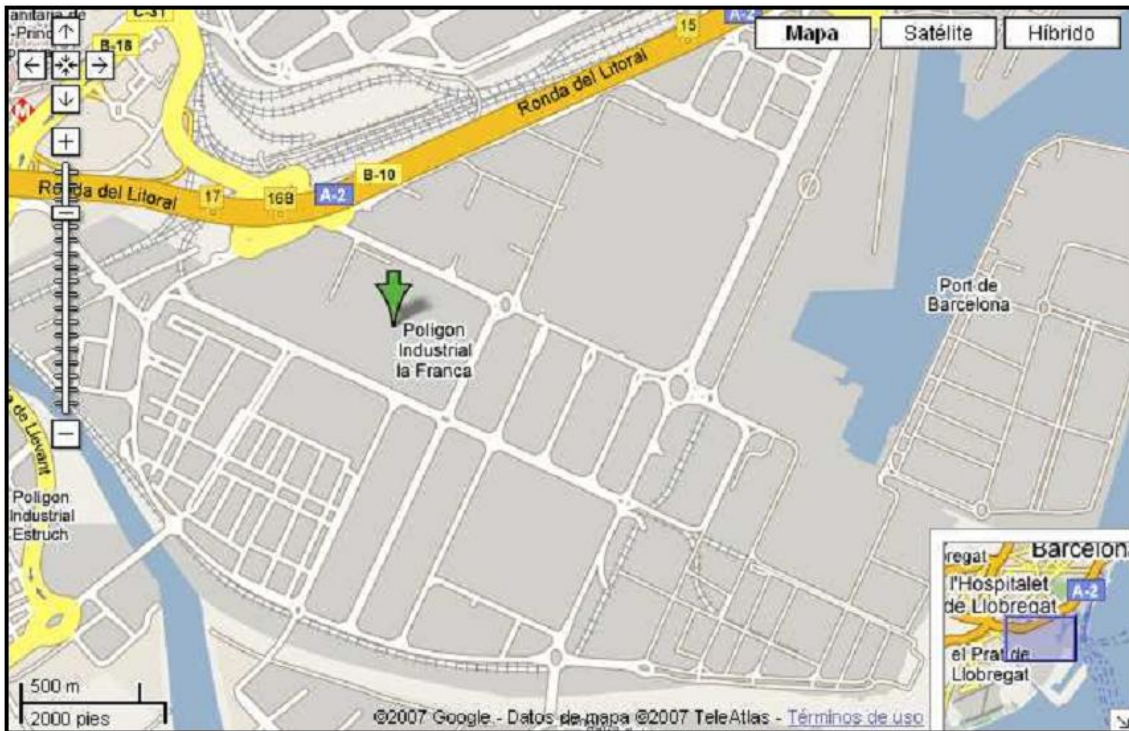


FIGURA 2: Parcela de nuestro proyecto

En cuanto a los accidentes geográficos resalta la escasa altitud de la ciudad respecto al nivel del mar (sólo 12m sobre el nivel del mar), este dato nos conduce a considerar la climatología.

1.4.3- Climatología

El clima de Barcelona es claramente Mediterráneo, es decir, temperaturas suaves en invierno y calurosas en verano. Los períodos estivales son especialmente secos, con temperaturas rondando los 30°C mientras que la estación invernal presenta unas temperaturas que no suelen bajar de los 4°C. En cuanto a las precipitaciones observamos que estas se concentran sobre todo en

el periodo otoñal (septiembre-octubre). Todas estas consideraciones las recogemos en la siguiente figura:

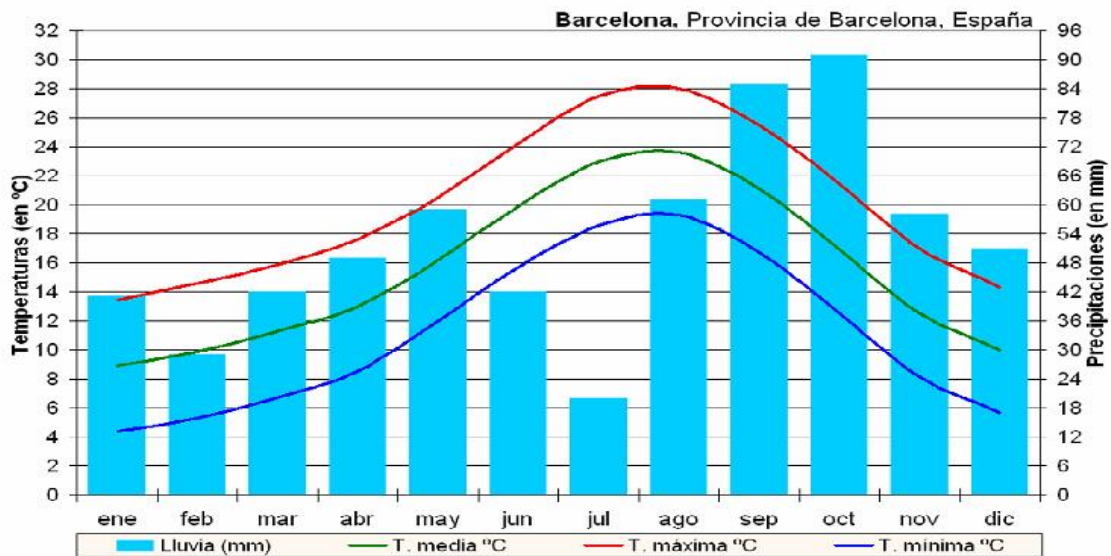


FIGURA 3: Pluviosidad y temperaturas anuales para Barcelona en 2011.

Desde el punto de vista industrial esta información nos orienta sobre las posibles incidencias ambientales que podemos sufrir a lo largo del año y, por tanto, se tendrán en cuenta a la hora de diseñar equipos y accesorios, sobre todo aquellos que permanezcan a la intemperie.

1.4.4- Comunicaciones

La ciudad posee una posición logística privilegiada y especialmente el polígono de la Zona Franca, el cual es uno de los mejores comunicados del mundo debido a su proximidad a importantes infraestructuras de transporte y nudos de comunicaciones, teniendo a escasamente dos kilómetros tanto el puerto (de los más notables del Mediterráneo) como el aeropuerto. Aún así la vía terrestre se debe estudiar a parte.

- **Comunicación terrestre**

Mención especial requiere la comunicación terrestre ya que será la que se utilizará en mayor medida. Analizando la siguiente figura:



FIGURA 4: Mapa de España.

Vemos la excelente posición de Barcelona tanto para abastecer a clientes que operan en la península ibérica como para suministrar a posibles clientes europeos. En cuanto al primer caso vemos una conexión rápida por autopista con las principales ciudades estatales (Madrid y ciudades del interior, Bilbao y cornisa cantábrica, Valencia y levante español). La ruta a seguir hacia el interior transcurre hasta Zaragoza (Autopista privada, AP-2, o Autovía pública, A2) y posteriormente se completa el recorrido según convenga al destino: hacia el interior por la autovía pública, hacia el norte peninsular por la autopista privada Vitoria-Bilbao, hacia Castilla-León y Galicia por la A-6. El levante español se comunica principalmente con Barcelona gracias a la autopista privada, A-7, dicha vía también abre el acceso a toda Andalucía, aunque también se puede llegar a esta comunidad por el interior de la península. Por esta misma vía y a menos de 200km de Barcelona en sentido norte encontramos la frontera con Francia y, por tanto, el acceso a Europa. Todas estas rutas confluyen, como se aprecia en el mapa, en la ciudad de Barcelona y el acceso a la Zona Franca resuelta rápido y sencillo.

2- DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

2.1- Métodos de obtención

Históricamente para la obtención de este producto se han utilizado dos procedimientos: los naturales y los sintéticos.

Procedimientos naturales:

- Mediante oxidación del etanol diluido (8-10%) con *Acetobacter aceti*, éste método aún era comercial en el S.XX.
- Mediante la destilación seca de la madera (Ácido Piroalginoso) de donde se extraía el acético a partir de una extracción líquido-líquido con éter isopropílico o acetato de etilo. También se hacía una destilación azeotrópica directa (extracción con aceite de madera que proviene del alquitrán de la madera) y posteriormente una destilación al vacío.

Procedimientos sintéticos:

- Oxidación de acetaldehído con aire u oxígeno en fase líquida a (50-70°C) con catalizador de acetato de manganeso.
- Oxidación de butano (o hexano) en fase líquida a 160-170°C y 60 atm. Con acetato de cromo como catalizador y acético como disolvente.
- Combinación catalítica de metanol y monóxido de carbono.

El principal inconveniente de los dos primeros métodos de obtención radica en que generan cantidades importantes de subproductos, por consiguiente la conversión global disminuye y la separación se hace más compleja.

La combinación catalítica de metanol y monóxido de carbono es hoy día el procedimiento más utilizado en la producción de ácido acético pero presenta a su vez varios procedimientos industriales:

- **Proceso BASF**
- **Proceso Monsanto**
- **Proceso Cativa**

De entre estas tres posibilidades industriales de carbonilación de metanol, el proceso Cativa™ es el que mejores condiciones proporciona. La comparación entre los tres métodos queda resumida en la siguiente tabla:

TABLA 4: Características principales de los procesos de producción de acético.

Proceso	Origen	Cronología	Temperatura (°C)	Presión (bar)	Catalizador	Selectividad (%)
BASF	Alemania	1960	250	680	Cobalto	90
Monsanto	USA	1966	150-200	30-60	Rodio	99
Cativa	UK	1996	190-198	28	Iridio	99

Basándonos en estos simples datos de operación ya podemos advertir que el proceso BASF (el más antiguo de ellos) es el menos viable económicamente debido a las elevadas presiones y temperaturas de trabajo. Estas condiciones generan un gasto adicional de equipos (inversión inicial) así como un mayor coste de operación

(más gasto energético). Además la selectividad del catalizador ayuda a descartar esta opción. Los procesos restantes presentan unas condiciones de operación similares entre sí y una selectividad idéntica. Para discernir cual de los dos métodos sería el adecuado nos hemos centrado en los siguientes aspectos:

- Estabilidad, precio y peligrosidad del catalizador:

El proceso Cativa referencia un ciclo de vida del catalizador mayor, con el consiguiente ahorro económico. En la siguiente tabla se muestran los precios (según Merk) y la peligrosidad de los distintos catalizadores.

TABLA 5: Características de los catalizadores.

Catalizadores	Precio (€/unidad)	Peligrosidad
Cobalto	112,6	Inflamable
Rodio	152	Irritante y produce humos tóxicos a temperatura elevada
Iridio	152	Irritante

En cuanto al precio ambos tienen el mismo aunque gracias al proceso Cativa el iridio alarga su vida útil respecto al rodio, siendo más viable económicamente.

En cuanto a la peligrosidad apreciamos como el iridio resulta menos peligroso al no ser tóxico.

En síntesis, estos datos nos inducen a elegir la opción del iridio (y por tanto el proceso Cativa) como catalizador.

- Concentración de agua presente durante el proceso:

El proceso Cativa, gracias a la utilización de Iridio, reduce la concentración de agua existente, reduciendo su presencia a sólo el 2% en masa. Esto nos ayuda a reducir costes asociados a la purificación, así como, que permite obtener una mayor velocidad de reacción.

- Pureza del producto final:

El ácido acético producido mediante Cativa es excepcionalmente puro. La formación de ácido propiónico es inferior a 400 ppm, mientras que en el más clásico proceso de Monsanto tenemos una concentración de esta sustancia alrededor de 1600 ppm. En este aspecto Cativa también se destaca.

- Presión y temperatura de operación:

Como ya se ha argumentado anteriormente, las condiciones de operación son parecidas. Aun así, centrándonos en la presión, la reducción de presión en el

proceso Cativa es considerable (puede llegar a ser de hasta 30 bar). No obstante las temperaturas de trabajo son similares.

En síntesis, todos estos puntos desarrollados nos llevan a la conclusión de que el proceso Cativa es el más idóneo, desde el punto de vista técnico, para el presente proyecto.

3- DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE FABRICACIÓN

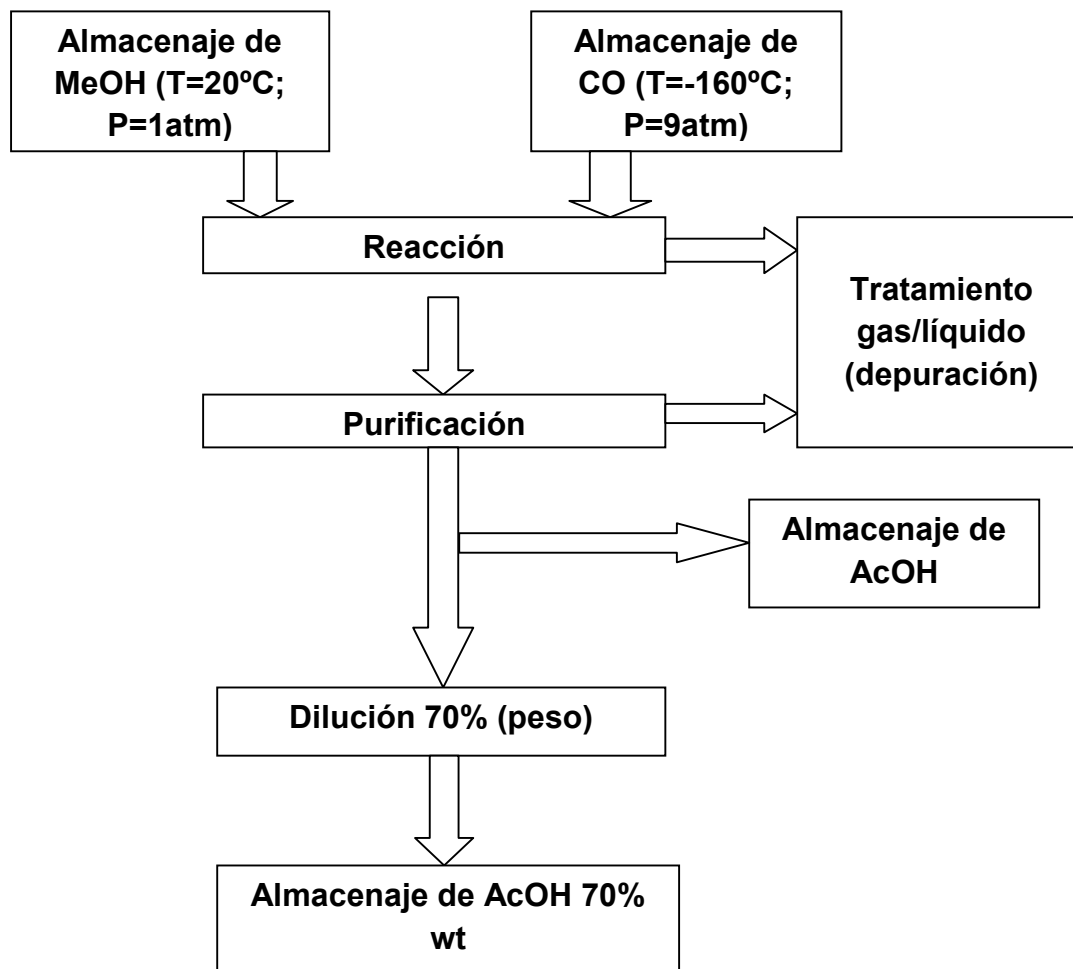


FIGURA 5: Diagrama de bloques del proceso

3.1- Descripción del proceso

En la actualidad el proceso más utilizado para la producción industrial de ácido acético es la carbonilación de metanol, responsable de más del 60% del total de la producción a nivel mundial. La reacción es la siguiente:



Las instalaciones proyectadas, tienen una capacidad de producción de 75000 Tn/año de ácido acético, de los cuales 30000 se diluyen hasta el 70% en masa, mediante el proceso Cativa patentado por BP.

El proceso productivo consta de las siguientes etapas:

- Preparación de reactivos, donde los reactivos se acondicionan para obtener la presión y temperatura de diseño de entrada al reactor.
- Reacción química.
- Separación y purificación.
- Preparación del producto final.
- Recuperación de reactivos y tratamiento de emisiones.

3.2- Entrada de reactivos

Los reactivos del proceso son el metanol y el monóxido de carbono.

El metanol empleado en el proceso se encuentra almacenado en tanques atmosféricos a 25 °C. En las condiciones normales de operación se consumen 5075 kg/h del mismo.

El monóxido de carbono empleado se almacena licuado en tanques criogénicos a unos condiciones de -160 °C y 15 bar. En condiciones normales de operación se consumen 4846 kg/h de CO.

Tanto el monóxido de carbono como el metanol empleados están esencialmente libres de cualquier impureza y se entregan en camiones cisterna.

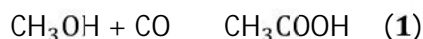
El metanol de entrada al proceso, sale de los tanques T-101 a T-106 y se enfría hasta 5 °C en el intercambiador IC-100, tras lo cual se bombea hacia la columna de absorción COL-501. En esta es utilizado para absorber los gases de salida del proceso, separando las sustancias orgánicas volátiles solubles, como el acetato de metilo de la fracción incondensable, formada por monóxido de carbono no reaccionado y subproductos gaseosos.

Tras la recuperación de estos componentes, la corriente de entrada de metanol se almacena temporalmente en el tanque pulmón T-201, en donde se mezcla con otra corriente de condensables recuperados procedentes del separador S-301. Desde este tanque se bombea hasta alcanzar los 29 bares de presión y se mezcla con la corriente de recirculación del reactor, procedente del separador S-202. El resultado de la mezcla entra en la zona de reacción a 96 °C y 29 bar de presión.

El monóxido de carbono se encuentra licuado en los tanques de almacenamiento T-121 a T-128. Desde allí se bombea alcanzando los 35 bares, mediante una bomba criogénica y se vaporiza en el gasificador EV-101. El CO vaporizado entra en la zona de reacción a 29 bar y a una temperatura dependiente de la ambiente, entre 0 y 20 °C.

3.3- Reacción química

La reacción principal del proceso de carbonilación del metanol es:



Esta reacción se lleva a cabo en exceso del 10% molar de CO, y es catalizada por la presencia de metales del grupo del platino en presencia de iones yoduro. El catalizador escogido, como ya se ha explicado, es una sal de Iridio con una proporción másica 2:1 de Rutenio como promotor y el medio de reacción óptimo, tiene la composición que se muestra a continuación:

TABLA 6: Composición óptima del medio de reacción.

Componente	% Másico
Acetato de metilo	20
Yoduro de metilo	8
Ácido acético	66
Agua	5
Iridio (catalizador)	0,2
Rutenio (promotor)	0,4

La corriente de metanol de entrada más las fracciones volátiles recuperadas de las corrientes de gases de salida se unen a la entrada de los reactores con una corriente de líquido a 124 °C procedente del separador S-202 resaturada a 29 bar que es la recirculación del medio de reacción; la corriente producto de la mezcla entra al reactor a 96 °C. La corriente de monóxido de carbono entra al reactor entre 0 y 20 °C y 29 bar.

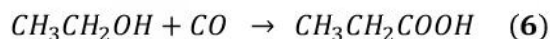
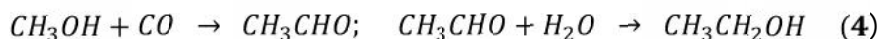
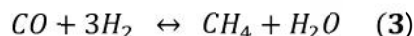
El medio de reacción empleado, contiene el producto (ácido acético) y una serie de componentes, de los cuales algunos se pueden sintetizar en la planta y otros se deben adquirir. Para que el rendimiento del proceso sea máximo, es imprescindible que la composición del medio se mantenga en condiciones óptimas en todo el momento, por lo que se debe evitar, la reacción entre sus componentes (minimizada por el equilibrio químico) y su pérdida en el producto final o en las emisiones gaseosas, que se minimiza en el diseño propuesto.

La reacción se lleva a cabo en los reactores de tanque agitado refrigerados R-201 y R-202, que están dimensionados para trabajar al 50% de su capacidad en condiciones normales, de modo que cada uno de ellos, podría completar la producción requerida en caso de fallo del otro. La reacción de carbonilación es una reacción muy rápida: $r = 19 \text{ mol/m}^3 \cdot \text{s}$ en las condiciones de proceso, por lo que la conversión es completa.

La reacción es fuertemente exotérmica ($\Delta H = -1,23 \cdot 10^5 \text{ J/mol}$).

Una vez en estado estacionario, la temperatura óptima recomendada (190°C), se automantiene fundamentalmente gracias a la baja temperatura de entrada de las corrientes de alimentación, existiendo además una media caña donde circula agua a 40-50 °C que elimina el calor de reacción sobrante y controla la temperatura.

A pesar de que el catalizador de iridio-rutenio tiene la selectividad cercana al 100%, por tanto en la reacción se forma también una pequeña cantidad de subproductos líquidos y gaseosos según las reacciones 2 a 7, que se enumeran a continuación:



El destino final de las impurezas se indica a continuación:

- **CO₂, H₂:** proceden de la reacción de shift **(2)**, que tiene lugar entre el monóxido de carbono y el agua a altas temperaturas; la conversión es de un 1% del CO de entrada. Tras abandonar el reactor por la salida de gases atraviesan las secciones de purificación y tratamiento de gases y pasan por la caldera emitiéndose como CO₂ y H₂O.
- **CH₄:** procede de la reacción **(3)**, cuya conversión es del 1% del CO de entrada. Tras abandonar el reactor por la salida de gases atraviesa las secciones de purificación y tratamiento de gases y se emite a la atmósfera como CO₂.
- **Etanol, Yoduro de etilo:** proceden respectivamente de las reacciones **(4)** y **(5)**. Se recirculan completamente tanto en el separador S-301 como en la columna C-501, transformándose finalmente en ácido propiónico según la reacción **(6)**.
- **Ácido propiónico:** procede de las reacciones **(4)**, **(5)** y **(6)**, siendo su conversión global de un 0,3% del metanol de entrada. Se concentra en el líquido que se recircula entre los reactores y el separador S-201 pero sin sobrepasar nunca los 500 ppm. Sale del proceso como impureza en el ácido acético.

De cada reactor se obtiene una corriente líquida que contiene el ácido acético producido y el medio de reacción, con la misma composición de la **tabla 6**, que se dirige hacia el separador S-202. El CO añadido en exceso sale del reactor en forma de gas, arrastrando vapores de las sustancias volátiles presentes, fundamentalmente agua y acetato de metilo, y se dirige hacia el condensador Co-201.

3.4- Separación y purificación

Los procesos de separación se pueden separar en dos líneas: la línea principal del proceso, correspondiente a la separación y purificación del ácido acético obtenido, y la purificación de gases, que tiene como objetivo separar y recuperar los vapores de los componentes del medio para evitar la pérdida de intermedios y catalizadores del proceso y evitar su emisión a la atmósfera.

Línea de purificación de producto

Las corrientes de salida de líquido de los reactores R-201 y R-202, se unen en una sola corriente de producto. Esta corriente se expande, mediante un conjunto de válvulas reduciendo su presión de 29 a 2,2 bar; en estas condiciones un 26% del caudal másico forma una fase vapor rica en los componentes más volátiles de la mezcla (acetato de metilo, ácido acético, yoduro de metilo y agua).

A esta mezcla bifásica, se le añade la mezcla gas-líquido procedente del separador S-201, que corresponde al condensado recogido al enfriar la salida de gases de los reactores. Las dos fases de la corriente resultante, se separan en el separador S-202, diseñado específicamente para que no exista arrastre de líquido por el vapor, evitando pérdidas irrecuperables de catalizador. La fase líquida se bombea de nuevo al reactor a 125 °C y 29 bar.

La fase gas que sale del separador S-202, es la línea de la que se extrae el producto final, y se introduce a 124 °C y 1 bar en la columna de destilación COL-301. La corriente de colas de esta columna, es el producto final ácido acético glacial, con una composición del 99,8% másico y cuyas mayores impurezas son agua (0,2% másico) y ácido propiónico (260 ppm); a partir de ella se prepara por dilución el otro producto, ácido acético al 70%. La corriente de cabezas se extrae de la columna en fase gaseosa y se trata en la línea de purificación de gases.

TABLA 7: Composición de la corriente de producto tras las principales etapas del proceso de purificación (% molar)

Componente	Salida reactores	Salida separador S-202	Salida columna COL-301 (producto final)
Acetato de metilo	19,1	38,1	0,0
Yoduro de metilo	7,6	8,7	0,0
Ácido acético	66,9	43,8	99,8
Agua	5,4	7,7	0,2
Ac. propiónico	0,03	0,01	0,03

Proceso de purificación de gases

Los procesos de purificación de gases se dividen en tres partes:

- Recuperación de vapores de las salidas de gases de los reactores R-201 y R-202.
- Recuperación de vapores de la corriente de cabezas de la columna COL-301.
- Recuperación de trazas en la corriente de gas de salida del proceso.

Las corrientes de salida de gases de los reactores contienen un 42% en volumen de vapores de ácido acético, acetato de metilo, agua y en una menor medida, yoduro de metilo. Las dos corrientes, se unen en una que se enfría hasta 25°C en el

intercambiador Co-201, condensando los vapores arrastrados. Gas y condensado, se separan en el separador S-201; el condensado se expande integrándose en la corriente principal de producto mientras el gas se encamina hacia el ventilador C-501.

La corriente de cabezas de la columna de destilación COL-301, se obtiene como gas a 84 °C y 1 bar. Esta corriente procede de la línea principal de la sección de purificación y está compuesta por los componentes ligeros del medio separados de ácido acético purificado: acetato de metilo, agua, yoduro de metilo y una parte de ácido acético, junto con un 4% de incondensables. Tras la columna de destilación su temperatura se reduce hasta 25 °C en el condensador Co-302; el condensado producido se separa en el separador S-301 y se recircula al tanque T-201, donde se une a la corriente de metanol de alimento a los reactores. Los incondensables junto con una pequeña fracción de vapores no condensados se dirigen hacia el ventilador C-501.

La corriente de gases provenientes de los separadores S-201 y S-301, contiene aún un 20% volumétrico de vapor de acetato de metilo, así como cantidades menores de yoduro de metilo. Para evitar la emisión de estos compuestos tóxicos y el coste económico de reposición, se absorben de forma prácticamente completa en el metanol de entrada en la columna COL-501. Para favorecer el proceso el gas se comprime a 1,5 bares en el compresor C-501 y se enfría a 15 °C en el intercambiador IC-501. Los gases de salida, formados por un 80% de CO junto con CO₂, metano y una fracción de metanol arrastrado en la columna, se queman en la caldera y se emiten a la atmósfera en forma de CO₂.

3.5- Influencia de las condiciones de operación en la velocidad de reacción.

El mecanismo de la catálisis por iridio y rutenio de la reacción de carbonilación se indica en la siguiente figura:

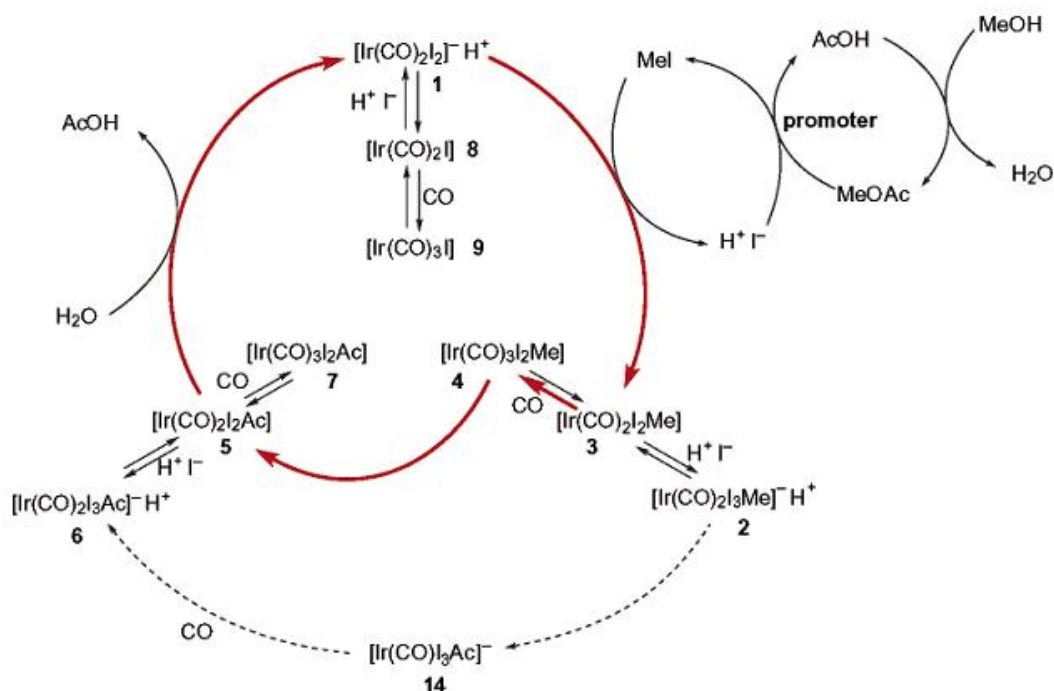


FIGURA 5: Mecanismo de la carbonilación de metanol catalizada mediante Iridio. El rutenio actúa transportando los iones yoduro.

En el ciclo catalítico participan el CO, el yoduro de metilo, el acetato de metilo, el iridio y el rutenio. El rutenio no aparece representada, actúa disminuyendo la concentración de iones yoduro en el medio y la formación de yoduro de metilo, favoreciendo la reacción 4-5 frente a la 2-14-6, más lenta, y disminuyendo la formación de los complejos inactivos 8 y 9, aumentando así la velocidad de reacción. El paso limitante es la inserción del grupo metilo en el complejo iridio 1 para dar lugar al intermedio 3.

En la bibliografía se podemos encontrar estudios realizados respecto a la influencia de las concentraciones presentes de cada uno de estos componentes: A continuación se indican los resultados para las condiciones típicas de proceso (194 °C, 29 bares):

- **Efecto de la concentración de yoduro de metilo**

El efecto de la concentración de yoduro de metilo se muestra en la siguiente figura:

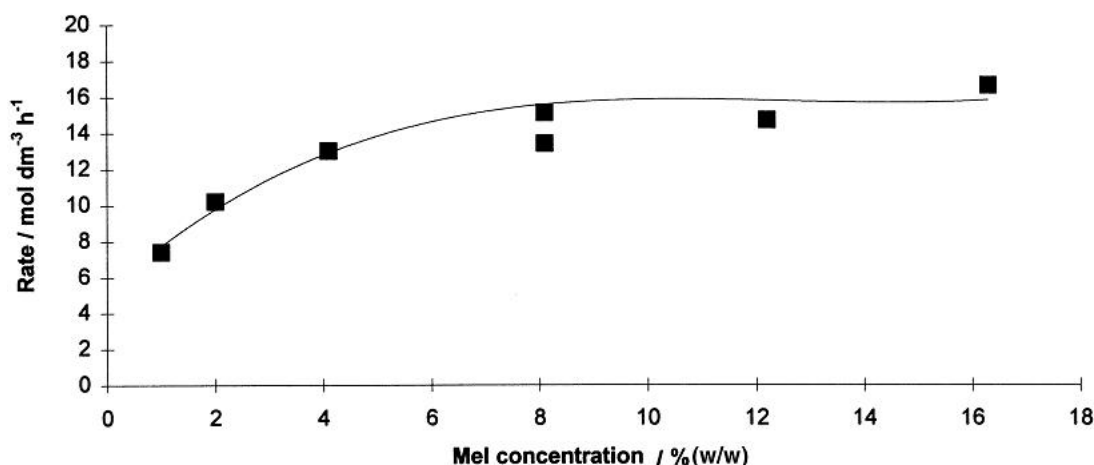


FIGURA 6: Efecto de la concentración de MeI sobre la velocidad de reacción

La velocidad de reacción aumenta con la concentración de yoduro de metilo hasta el 8% másico, valor a partir del cual no se aprecian cambios. Por tanto, la concentración óptima de este componente en el medio es del 8%.

- **Efecto de la concentración de acetato de metilo**

El acetato de metilo se forma in situ en el medio de reacción en las condiciones de producción a partir del metanol de entrada y del ácido acético producido. El efecto de su concentración se muestra en esta figura:

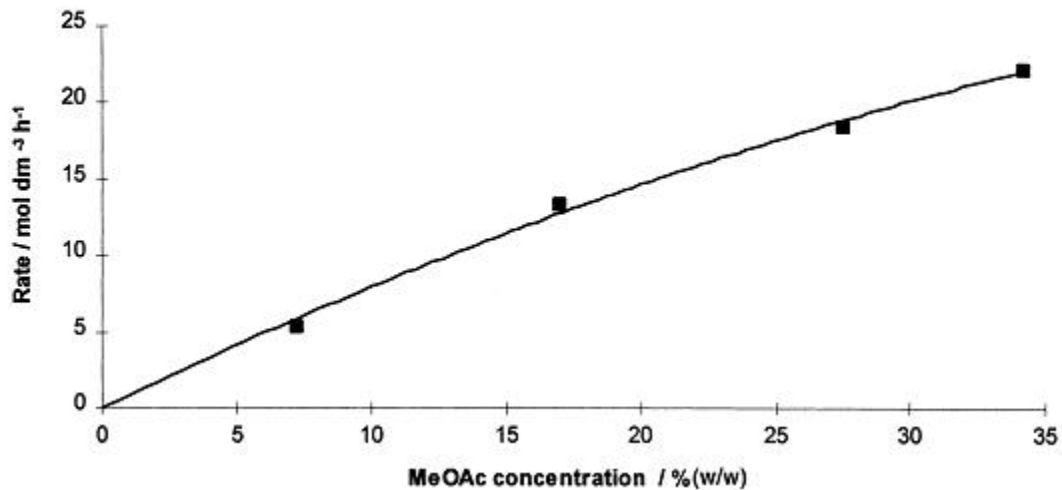


FIGURA 7: Efecto de la concentración de acetato de metilo sobre la velocidad de reacción

La velocidad de reacción aumenta linealmente con la concentración de acetato de metilo, manteniéndose la linealidad hasta un valor cercano al 20% en masa. La concentración de acetato de metilo, entonces, debe ser lo más alta posible para maximizar la velocidad de reacción:

$$r \propto [MeAc] \quad \text{donde } r: \text{velocidad de reacción}$$

- **Efecto de la concentración del catalizador (iridio)**

El iridio es el catalizador del proceso, y la velocidad de reacción obtenida es aproximadamente proporcional a su concentración hasta un valor del 0,2 % en masa, a partir del cual la mejora obtenida por aumento de concentración va disminuyendo. Este efecto se puede apreciar en la figura mostrada a continuación:

$$r \propto [Ir]$$

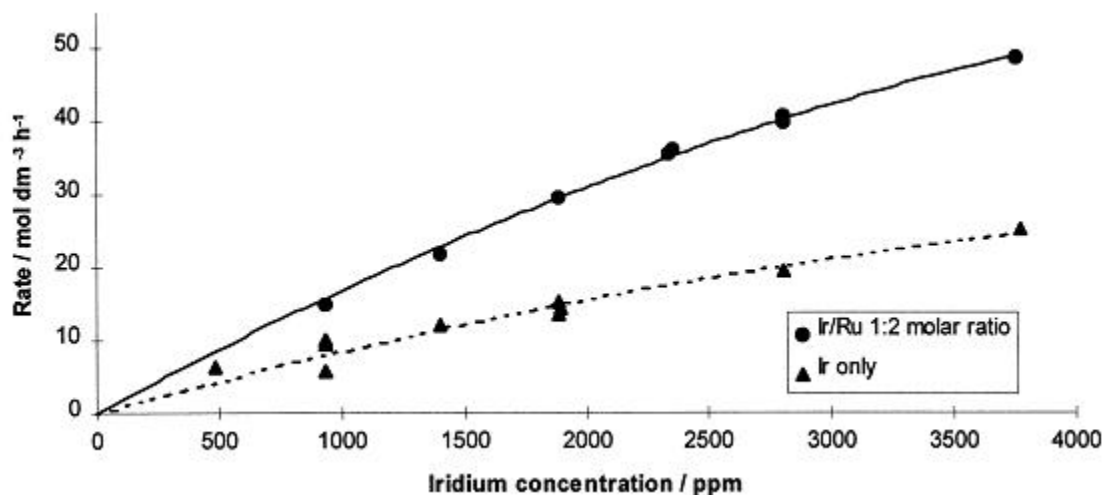


FIGURA 8: Efecto de la concentración de iridio sobre la velocidad de reacción

- **Efecto de la concentración del promotor (rutenio)**

Como ya se ha indicado, el rutenio funciona como promotor activando el catalizador (iridio) eliminando parte de los iones yoduro del medio que tienden a formar complejos inactivos con él. Cuanto mayor sea la concentración de rutenio menos concentración de ion yoduro habrá presente y mayor será la velocidad de reacción, como se ha visto en la **figura 8**, hasta un límite; este efecto se puede ver en los resultados experimentales de la siguiente figura:

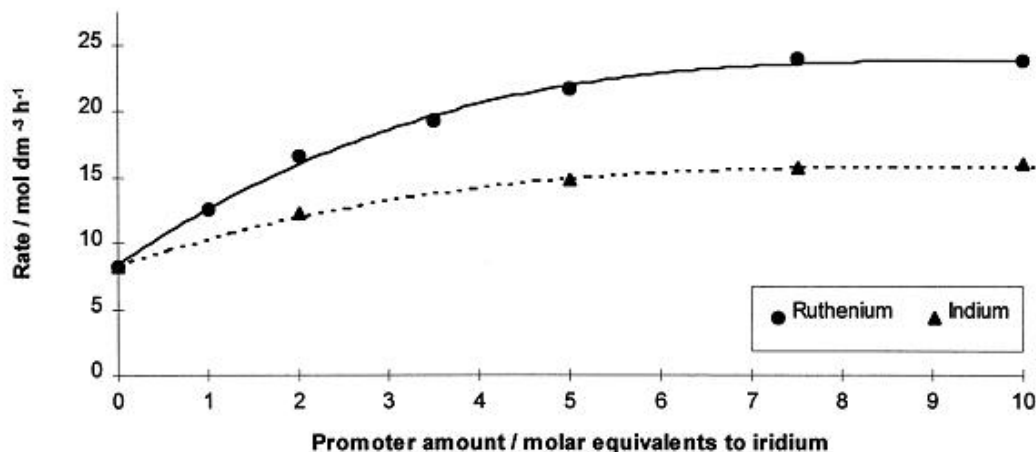


FIGURA 9: Efecto de la relación promotor/catalizador (rutenio e iridio)

Se observa que la mejora obtenida sólo es importante hasta una relación molar aproximadamente 2-3:1 (moles de rutenio por mol de iridio) y que a partir de una relación molar 5:1 la mejora obtenida es nula. Es posible utilizar otros promotores, como en este caso el iridio, pero el material que ofrece mayor rendimiento es, con mucho, el rutenio.

- **Efecto de la concentración del agua**

El mecanismo de reacción de la **figura 5** requiere la presencia de una cantidad mínima de agua para funcionar correctamente. El efecto de la concentración de agua sobre la velocidad de reacción se indica en la próxima figura:

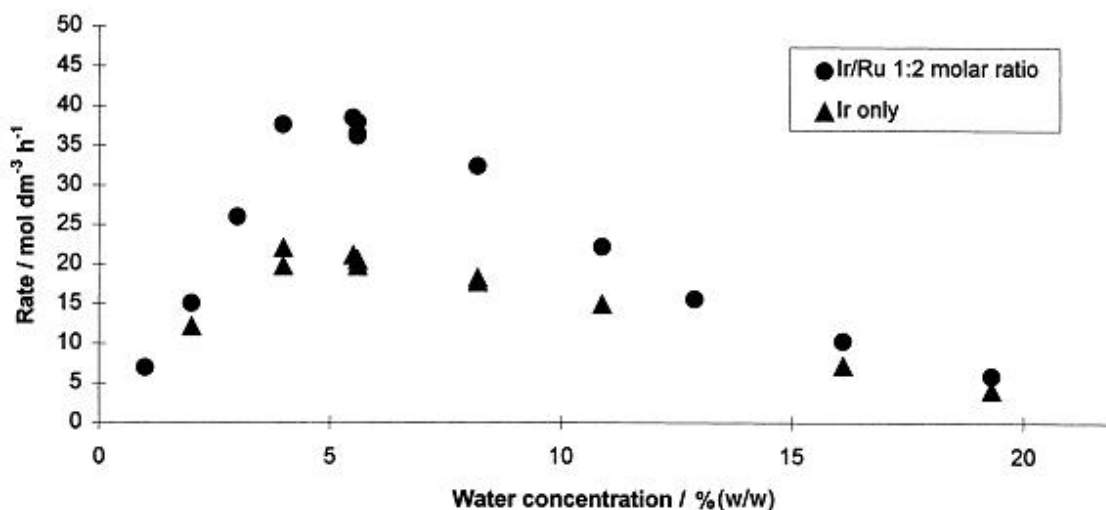


FIGURA 10: Efecto de la concentración del agua del medio

Se observa que existe una concentración de agua óptima para la reacción de alrededor del 5% en masa, independientemente del esquema catalizador/promotor utilizado.

- **Efecto de la concentración de metanol**

El metanol y el acetato de metilo se encuentran en equilibrio químico, por lo que el efecto de la concentración del primero viene recogido por el efecto de la concentración de acetato de metilo en equilibrio.

- **Efecto de la presión de monóxido de carbono**

La velocidad de carbonilación no depende apenas de la presión de monóxido de carbono por encima de un rango de 10-20 bar dependiendo de las condiciones de operación; sin embargo, la selectividad es mayor al aumentar la presión, siendo el rendimiento de la conversión metanol-acético de un 99% y el de la conversión CO-acético de un 90% como mínimo (dependiendo del exceso, se puede llegar hasta un 98%) a 29 bar.

- **Selección de las condiciones de operación**

Las condiciones de operación del proceso se han seleccionado a partir de los datos de apartado anterior según se explica a continuación.

Los valores de concentración se expresan en fracción másica:

- Yoduro de metilo: 8%, porque concentraciones mayores no causan un incremento de la velocidad de reacción.
- Agua: 5%, la concentración a la que la velocidad de reacción es máxima según la **figura 10**.

- Iridio: 2000 ppm (0,2% másico), a mayores concentraciones de catalizador disminuye la selectividad del proceso y tendremos más subproductos.
- Rutenio: 4000 ppm (0,2% másico, relación Ru/Ir aproximadamente 1:1), se ha seleccionado como compromiso entre velocidad de reacción y coste adicional de catalizador; tanto el rutenio como el iridio son compuestos extraordinariamente costosos.
- Acetato de metilo: 20%, dado que a mayores concentraciones se pierde la linealidad de la relación velocidad/concentración, lo que puede indicar un aumento en la formación de subproductos.

Las concentraciones seleccionadas suman una concentración del 34% másica. El componente restante será ácido acético, que contribuye además a que la mezcla final tenga la polaridad óptima (cte. dieléctrica relativa = 23). Los valores de la composición óptima del medio se resumen en la **tabla 7**.

La reacción se llevará a cabo a 29 bares para maximizar la selectividad del catalizador y a 190 °C como compromiso entre una velocidad de reacción elevada y una temperatura máxima no demasiado alta. En estas condiciones se obtienen como subproductos CO₂ procedente de la reacción shift, metano procedente de la reacción del hidrógeno liberado en la reacción shift con el monóxido de carbono presente y ácido propiónico formado a partir de la reacción de metanol y CO dando acetaldehído.

3.6- Cinéticas de reacción

De lo expuesto en el apartado anterior, se puede concluir que en las condiciones de operación escogidas la velocidad de reacción se puede expresar como:

$$r = k[Ir][MeAc]$$

La cte. cinética depende de la temperatura según los parámetros publicados por Haynes et.al, que para las condiciones de trabajo escogidas son;

$$H = 96 \frac{kJ}{mol} \qquad S = -40 \frac{J}{mol \cdot K}$$

Estos parámetros se sustituyen en la siguiente ecuación (ecuación de Eyring):

$$k = \frac{k_B \cdot T}{h} \cdot e^{\frac{\Delta S}{R}} \cdot e^{\frac{\Delta H}{R \cdot T}}$$

Donde:

k_B : cte. de Boltzmann.

h : cte. de Planck.

T : temperatura, K.

R : cte. de los gases ideales.

Obteniendo, como resultado final la ecuación cinética:

$$r = 1,7 \cdot 10^8 \cdot e^{\frac{-11500}{T}} \cdot [Ir] \cdot [MeAc]$$

En las condiciones de composición, presión y temperatura de trabajo la formación de subproductos se puede estimar a partir de relaciones de velocidad o a partir de relaciones estequiométricas mediante las siguientes ecuaciones:

- Formación de metano

$$r_{CO_2} = 0,0089 \cdot r_{carbonilación}$$

- Formación de CO_2

$$r_{CO_2} = 0,0068 \cdot r_{carbonilación}$$

- Formación de ácido propiónico: 0,3 moles de ácido propiónico por cada 100 moles de ácido acético producido.

4- CONSTITUCIÓN DE LA PLANTA

4.1- Clasificación de zonas

La planta de producción de ácido acético está dividida en las siguientes zonas:

- *Zona 100*: Tanques de almacenamiento de materias primas. En esta zona hay 8 tanques de almacenamiento de metanol, 8 de monóxido de carbono y 1 de nitrógeno.
- *Zona 200*: Zona de reacción, En esta zona dispondremos principalmente de un reactor, evaporador, condensador y un separador gas-líquido.
- *Zona 300*: Zona de purificación. En esta dispondremos principalmente de una columna de destilación, un kettle-reboiler, condensador, un separador gas-líquido, un tanque pulmón de reflujo a la columna y un mezclador de agua para producir acético al 70%.
- *Zona 400*: Tanques de almacenamiento de producto acabado. Disponemos de 8 tanques de almacenamiento de ácido acético glacial y 12 para el diluido.

- *Zona 500*: Tratamiento gas-líquido.
- *Zona 600*: Zona de servicios. Disponemos principalmente de tres Chillers, una torre de refrigeración, un descalcificador, una caldera y un compresor de aire de instrumentación.
- *Zona 700*: *Zona de carga y descarga*.
- *Zona 800*: Zona administrativa (oficinas y aparcamientos), zona social (comedor, vestuarios...) y laboratorios. Por otro lado, también hay taller de mantenimiento y sala de control.

1.5- ESPECIFICACIONES Y NECESIDADES DE SERVICIOS AL LÍMITE DE LA PLANTA

5.1- Servicios disponibles

- ENERGÍA ELÉCTRICA: Conexión desde la línea de 20 kV a pie de parcela, se prevé una estación transformadora (espacio delimitado en el plano).
- GAS NATURAL: Conexión a pie de parcela a media presión (1,5 kg/cm²).
- ALCANTARILLADO: Red unitaria en el centro de la calle a una profundidad de 3,5 m (diámetro del colector de 800 mm).
- AGUA DE INCENDIOS: La máxima presión es de 4 kg/cm², diseñar una estación de bombeo y reserva de agua.
- AGUA DE RED: Acometida a pie de parcela a 4 kg/cm² con un diámetro de 200 mm.
- TERRENO: Resistencia del terreno de 2 kg/cm² a 1,5 m de profundidad sobre gravas.

- **Agua**

A continuación se especifica el uso del agua en la planta como servicio, estos usos son los siguientes:

- Agua potable para uso personal.
- Lucha contra incendios
- Agua descalcificada

Para evitar problemas por incrustaciones en serpentines, camisas, intercambiadores y condensadores, haremos uso de un descalcificador (adquirido en una empresa especializada, como por ejemplo Aquatecnia).

- *Agua potable para uso del personal*

El agua potable se suministrará en las zonas de la planta donde el personal haga uso directo de esta agua. Se debe garantizar la presencia de agua potable en:

- Oficinas
- Laboratorios
- Vestuarios
- Lavabos

En este el agua de red cumple con las siguientes condiciones. Es suministrada a pie de parcela a 4 kg/cm^2 con un diámetro de 200 mm. Se considera que el agua es suministrada a una temperatura de $15 \text{ }^\circ\text{C}$.

- **Agua contra incendios**

En cualquier instalación química, tiene que haber un sistema de lucha contra incendios. Este sistema está equipado con una balsa de almacenaje de agua para incendios, una red de distribución, una estación de bombeo y un tanque de recogida de agua residual para la lucha contra incendios. La máxima presión es de 4 kg/cm^2 .

La balsa tiene una capacidad de 500 m^3 , capacidad suficiente para asegurar la distribución de agua a la planta durante varias horas según las condiciones normales de operación.

Al tratarse de un establecimiento industrial con un nivel de riesgo intrínseco alto, el sistema de bombeo constará de dos bombas: una bomba eléctrica y una bomba diesel. De este modo, evitamos que un corte de electricidad debido al propio incendio deje inutilizables los equipos contra incendios.

- **Agua de refrigeración**

Para poner en funcionamiento los fluidos de servicio se necesitan: 3 Chillers, 1 torre de refrigeración, 1 caldera y 1 columna de intercambio iónico para descalcificar el agua de red.

Para enfriar o calentar los fluidos de proceso disponemos de múltiples circuitos cerrados a diferentes temperaturas y con diferentes fluidos térmicos. Los circuitos de refrigeración cerrados constan de dos líneas formando un anillo, por donde circula el mismo fluido de servicio pero a diferentes temperaturas. Ambas están conectadas a través de un equipo chiller, que enfría el fluido de servicio. El fluido térmico entra en el chiller, donde se enfría hasta la temperatura de trabajo, a continuación se introduce en la línea, desde donde entran los intercambiadores. A la salida de los intercambiadores entra la línea de recogida y va a parar a un tanque pulmón. Finalmente entra en el chiller de nuevo.

Los diferentes fluidos térmicos refrigerantes son: agua descalcificada y agua descalcificada con un 10% en peso de etilenglicol. El fluido térmico calefactor es el vapor de agua. Los fluidos térmicos forman parte de los servicios. Los circuitos de refrigeración y calefacción son cerrados y por lo tanto no hay una entrada, ni salida continuas.

- **Aire comprimido**

La planta de aire comprimido tiene la función de proporcionar aire a distintos puntos de la planta:

- Se utiliza con la finalidad de controlar el proceso accionando válvulas neumáticas.
- Se suministrará aire a una presión de 6 bares.
- Para el funcionamiento de sistema de control de la planta y para las válvulas de proceso, neumáticas, es necesario aire comprimido, por lo que se instalará un compresor en el área de servicios.

- **Gas natural**

El gas natural es una mezcla de gases que se encuentra frecuentemente en yacimientos fósiles, sólo o acompañando al petróleo o a los depósitos de carbón. Se compone principalmente por metano en cantidades de 90-95% y suele tener otros gases como nitrógeno, etano, CO₂, H₂S, butano, propano, mercaptanos y trazas de hidrocarburos más pesados.

El gas natural requerido en la planta se usa para las calderas de vapor, para conocer el consumo de este:

$$C = \frac{Q}{PCI \cdot \eta} \left[\frac{m^3 \text{ de gas}}{h} \right]$$

Donde:

Q: potencia nominal, 2600 kW = 2239235 kcal/h.

PCI: poder calorífico inferior, 10500 kcal/m³ gas natural.

η: rendimiento térmico en función de la temperatura de salida de los humos y el combustible. Es de un 90%.

Si suponemos que el gas natural es 100% metano entonces la reacción de combustión es:



Caudal de aire necesario:

$$237 \frac{m^3 \text{ de gas natural}}{h} \cdot \frac{2m^3 \text{ oxígeno}}{1m^3 \text{ gas natural}} \cdot \frac{1m^3 \text{ aire}}{0,21m^3 \text{ oxígeno}} = 2257m^3 \text{ aire}$$

Considerando un 10% de exceso de aire para una correcta combustión necesitamos 2483 m³ de aire.

ANEJO I: DISEÑO
DE PROCESO Y
EQUIPOS

ANEJO I: DISEÑO DE PROCESO Y EQUIPOS

1.- Balances de materia

2.- Diseño de tanques de almacenamiento

2.1- Tanques de almacenamiento de metanol

2.2- Tanques de almacenamiento de ácido acético glacial

2.3- Tanques de almacenamiento de ácido acético al 70%

2.4- Tanques de almacenamiento de CO

2.5- Tanques de almacenamiento de Nitrógeno

3.- Diseño del reactor

4.- Diseño de las columnas

4.1- Columna de destilación

4.2- Columna de absorción

5.- Diseño de Intercambiadores de calor

5.1-Intercambiadores sin cambio de fase

5.2-Condensadores

5.3-Kettle-reboiler

5.4-Cálculo del evaporador atmosférico

6.- Equipos de servicio

7.- Diseño de separadores gas-líquido

8.- Diseño de bombas y soplantes

8.1- Diseño de las bombas

8.2- Diseño de soplantes

9.- Diseño de la cámara de combustión

10.- Tuberías, válvulas y bombas

10.1- Tuberías

10.1.1- Introducción

10.1.2- Aislamiento de tuberías

10.1.3- Hojas de especificaciones

10.2- Válvulas

10.2.1- Selección de válvulas

10.2.2- Nomenclatura

10.2.3- Listado de válvulas

10.3- Bombas

10.3.1- Introducción

10.3.2- Aspectos generales de la bomba

10.3.3- Listado de bombas

ANEJO I

1.- MANUAL DE CÁLCULOS

1.1- BALANCES DE MATERIA

	1		2		3		4		5		6		7		8	
	Kg/h	X	Kg/h	x	Kg/h	X	Kg/h	x	Kg/h	x	Kg/h	x	Kg/h	x	Kg/h	X
Metanol (kg/h)	5075	1	5075	1	5057	0,937	5057	0,229	5057	0,050	0	0	0	0	2528	0,050
Monóxido de carbono (kg/h)	0	0	0	0	2	0,000	3	0,000	0	0,000	4846	1	4846	1	0	0,000
Acetato de metilo (kg/h)	0	0	0	0	289	0,054	10262	0,465	20202	0,200	0	0	0	0	10101	0,200
Ioduro de metilo (kg/h)	0	0	0	0	36	0,007	2349	0,106	8081	0,080	0	0	0	0	4040	0,080
Ácido acético (kg/h)	0	0	0	0	1	0,000	2327	0,105	61312	0,607	0	0	0	0	30656	0,607
Agua (kg/h)	0	0	0	0	10	0,002	2071	0,094	5734	0,057	0	0	0	0	2867	0,057
Catalizador y otros (kg/h)	0	0	0	0	1	0,000	7	0,000	641	0,006	0	0	0	0	321	0,006
Caudal Total (Kg/h)	5075		5075		5396		22076		101027		4846		4846		50513	
Densidad (kg/m³)	781		807		797		940		971		629		36		971	
Caudal volumétrico (m³/h)	6,498		6,289		6,770		23,485		104,04		7,704		134,611		52,022	
Temperatura (°C)	30		5		8,1		18,7		96		-160		20		96	
Presión (bar)	1		1		1,5		1,05		29		15		3,096		29	
Cp (J/kg·°C)	3619		3553		3444		2273		1908		2541		1037		1908	
Estado	Líquido		Líquido		Líquido		Líquido		Líquido		Líquido		Gas		Líquido	

	8'		9		9'		10		10'		11		11'		12	
	Kg/h	X	Kg/h	x	Kg/h	X	Kg/h	x	Kg/h	x	Kg/h	x	Kg/h	x	Kg/h	X
Metanol (kg/h)	2528	0,050	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000
Monóxido de carbono	0	0,000	2423	1,000	2423	1,000	177	0,003	177	0,003	3	0,429	3	0,429	354	0,003
Acetato de metilo (kg/h)	10101	0,200	0	0,000	0	0,000	10099	0,191	10099	0,191	2	0,286	2	0,286	20198	0,191
Ioduro de metilo (kg/h)	4040	0,080	0	0,000	0	0,000	4040	0,076	4040	0,076	0	0,000	0	0,000	8080	0,076
Ácido acético (kg/h)	30656	0,607	0	0,000	0	0,000	35393	0,669	35393	0,669	2	0,286	2	0,286	70785	0,669
Agua (kg/h)	2867	0,057	0	0,000	0	0,000	2856	0,054	2856	0,054	0	0,000	0	0,000	5713	0,054
Catalizador y otros (kg/h)	321	0,006	0	0,000	0	0,000	363	0,007	363	0,007	0	0,000	0	0,000	726	0,007
Caudal Total (Kg/h)	50513		2423		2423		52928		52928		7		7		105856	
Densidad (kg/m³)	971		35		35		842		842		30		30		842	
Caudal volumétrico (m³/h)	52,022		69,229		69,229		62,860		62,860		0,233		0,233		125,720	
Temperatura (°C)	96		20		20		190		190		190		190		190	
Presión (bar)	29		30,76		30,76		29		29		29		29		29	
Cp (J/kg·°C)	1908		1037		1037		2017		2017		1321		1321		2017	
Estado	Líquido		Gas		Gas		Líquido		Líquido		Gas		Gas		Líquido	

	13		14		15		16		17		18		19		20	
	Kg/h	X	Kg/h	x	Kg/h	X	Kg/h	x	Kg/h	x	Kg/h	x	Kg/h	x	Kg/h	X
Metanol (kg/h)	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000
Monóxido de carbono	354	0,003	354	0,003	354	0,013	354	0,013	354	0,020	0	0,000	0	0,000	0	0,000
Acetato de metilo	20198	0,191	20202	0,191	10262	0,381	10262	0,381	10262	0,588	0	0,000	0	0,000	0	0,000
Ioduro de metilo	8080	0,076	8081	0,076	2349	0,087	2349	0,087	2349	0,135	0	0,000	0	0,000	0	0,000
Ácido acético (kg/h)	70785	0,669	70789	0,669	11803	0,438	11803	0,438	2327	0,133	9476	0,998	9476	0,998	3790	0,998
Agua (kg/h)	5713	0,054	5714	0,054	2086	0,077	2086	0,077	2071	0,119	15	0,002	15	0,002	6	0,002
Catalizador y otros	726	0,007	726	0,007	86	0,003	86	0,003	84	0,005	2	0,0002	2	0,0002	1	0,0003
Caudal Total (Kg/h)	105856		105856		26940		26940		17447		9493		9493		3797	
Densidad (kg/m³)	15		15		4		2		2		945		1048		1048	
Caudal volumétrico	7057,067		7057,733		6735		13470		8723,5		10,046		9,058		3,623	
Temperatura (°C)	124,6		124,5		124,4		124,3		83,8		117		35		35	
Presión (bar)	2,25		2,24		2,24		1,1		1		1		1,5		1,37	
Cp (J/kg·°C)	1651		1651		1314		1310		1206		1722		1540		1540	
Estado	Líquido/Gas		Líquido/Gas		Gas		Gas		Gas		Líquido		Líquido		Líquido	

	21		22		23		24		25		26		27		28	
	Kg/h	X	Kg/h	x	Kg/h	X	Kg/h	x	Kg/h	x	Kg/h	x	Kg/h	x	Kg/h	X
Metanol (kg/h)	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000
Monóxido de carbono (kg/h)	0	0,000	0	0,000	0	0,000	6	0,375	6	0,375	6	1,000	0	0,000	0	0,000
Acetato de metilo (kg/h)	0	0,000	0	0,000	0	0,000	4	0,250	4	0,250	0	0,000	4	0,400	4	0,400
Ioduro de metilo (kg/h)	0	0,000	0	0,000	0	0,000	1	0,063	1	0,063	0	0,000	1	0,100	1	0,100
Ácido acético (kg/h)	5686	0,998	0	0,000	3739	0,696	4	0,250	4	0,250	0	0,000	4	0,400	4	0,400
Agua (kg/h)	9	0,002	1624	1,000	1630	0,304	1	0,063	1	0,063	0	0,000	1	0,100	1	0,100
Catalizador y otros (kg/h)	1	0,0002	0	0,000	1	0,0002	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000
Caudal Total (Kg/h)	5696		1624		5370		16		16		6		10		10	
Densidad (kg/m³)	1048		1007		1025		30		16		6		10		10	
Caudal volumétrico (m³/h)	5,435		1,613		5,239		0,533		76		33		1034		432	
Temperatura (°C)	35		25		27,5		190		0,211		0,182		0,010		0,023	
Presión (bar)	1,37		1		0,99		29		25		25		25		24,8	
Cp (J/kg·°C)	1540		4202		2332		1321		29		29		29		2,25	
Estado	Líquido		Líquido		Líquido		Gas		Gas/ Líquido		Gas		Líquido		Líquido	

	29		30		31		32		33		34		35		36	
	Kg/h	X	Kg/h	x	Kg/h	X	Kg/h	x	Kg/h	x	Kg/h	x	Kg/h	x	Kg/h	X
Metanol (kg/h)	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	0	0,000	18	0,040	0	0,000
Monóxido de carbono (kg/h)	6	1,000	354	0,020	352	0,460	352	0,460	352	0,460	352	0,460	357	0,790	1	0,000
Acetato de metilo (kg/h)	0	0,000	10262	0,588	289	0,377	289	0,377	289	0,377	289	0,377	0	0,000	9974	0,598
Ioduro de metilo (kg/h)	0	0,000	2349	0,135	36	0,047	36	0,047	36	0,047	36	0,047	0	0,000	2314	0,139
Ácido acético (kg/h)	0	0,000	2327	0,133	1	0,001	1	0,001	1	0,001	1	0,001	0	0,000	2326	0,139
Agua (kg/h)	0	0,000	2071	0,119	10	0,013	10	0,013	10	0,013	10	0,013	0	0,000	2061	0,124
Catalizador y otros (kg/h)	0	0,000	84	0,005	78	0,102	78	0,102	78	0,102	78	0,102	77	0,170	6	0,000
Caudal Total (Kg/h)	6		17447		766		766		766		766		452		16682	
Densidad (kg/m³)	1		35		2		2		2		3		2		16682	
Caudal volumétrico (m³/h)	6,000		498,486		383		383		383		255,333		226		1047	
Temperatura (°C)	25		25		25		25		61,7		15		5,1		15,933	
Presión (bar)	1		1		1		1		1,55		1,55		1,5		25	
Cp (J/kg·°C)	1044		1861		1032		1032		1076		1200		1044		1	
Estado	Líquido		Líquido/Gas		Líquido		Líquido		Líquido		Gas/ Líquido		Gas		Líquido	

	37	
	Kg/h	X
Metanol (kg/h)	0	0,000
Monóxido de	1	0,000
Acetato de	9940	0,126
Ioduro de	5731	0,073
Ácido acético	58986	0,747
Agua (kg/h)	3628	0,046
Catalizador y	640	0,008
Caudal Total	78926	
Densidad	955	
Caudal	82,645	
Temperatura	124,4	
Presión (bar)	2,24	
Cp (J/kg·°C)	1766	
Estado	Líquido	

2 – DISEÑO DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO

A continuación se detallan las ecuaciones que utilizaremos en el diseño de los tanques de almacenaje. Los reactivos y productos serán almacenados en tanques verticales de cuerpo cilíndrico con fondo superior cónico, que son los que comúnmente se utilizan para el almacenamiento de líquidos a presión atmosférica.

Diseño mecánico de recipientes a presión:

Para el cálculo del diseño mecánico de todos los equipos proyectados se ha seguido de manera general el código **ASME secVIII/1**. Además para simplificar este paso hemos considerado un volumen estándar para todos los tanques de 200 m³, de tal forma que para el cálculo del espesor de un cilindro utilizaremos las siguientes expresiones:

1.- Calculamos el diámetro necesario de los tanques mediante el cálculo del Factor F y la **figura 1** que relaciona este con el volumen y el diámetro de tanque.

$$F = \frac{P_d}{\sigma_t \cdot E_s \cdot t_{corrosion}} \quad (1)$$

Donde:

P_d : presión de diseño, psi.

σ_t : esfuerzo máximo admisible para el material, psi.

E_s : eficacia de junta.

$t_{\text{corrosión}}$: corresponde al valor de sobreespesor por corrosión, pulg

Para el cálculo de la presión de diseño tendremos en cuenta las siguientes consideraciones:

$$P_d = P_{op} + 1 \frac{kg}{cm^2} = P_d + 1,022 \text{ bar} \quad \text{ó} \quad P_d = P_{op} + 10\%P_{op} \quad (2)$$

Escogeremos la mayor P_d de las dos calculadas.

A su vez también calcularemos la temperatura de diseño:

$$T_d = T_{op} + 20 \quad (3)$$

En nuestro caso la soldadura se examinará por doble radiografiado, puesto que requiere menos pruebas no destructivas, pero impone algunas limitaciones a los materiales que se pueden utilizar y el espesor de placa máximo.

Para el término $t_{\text{corrosión}}$ consideramos una pérdida por corrosión por año de 0,1 mm/año, el indicado para el material utilizado en el diseño de los tanques, **AISI-316**, y una vida útil de la planta que será de 15 años.

$$t_{\text{corrosión}} = 0,1 \frac{mm}{año} \cdot 15 \text{ años} = 1,5 mm$$

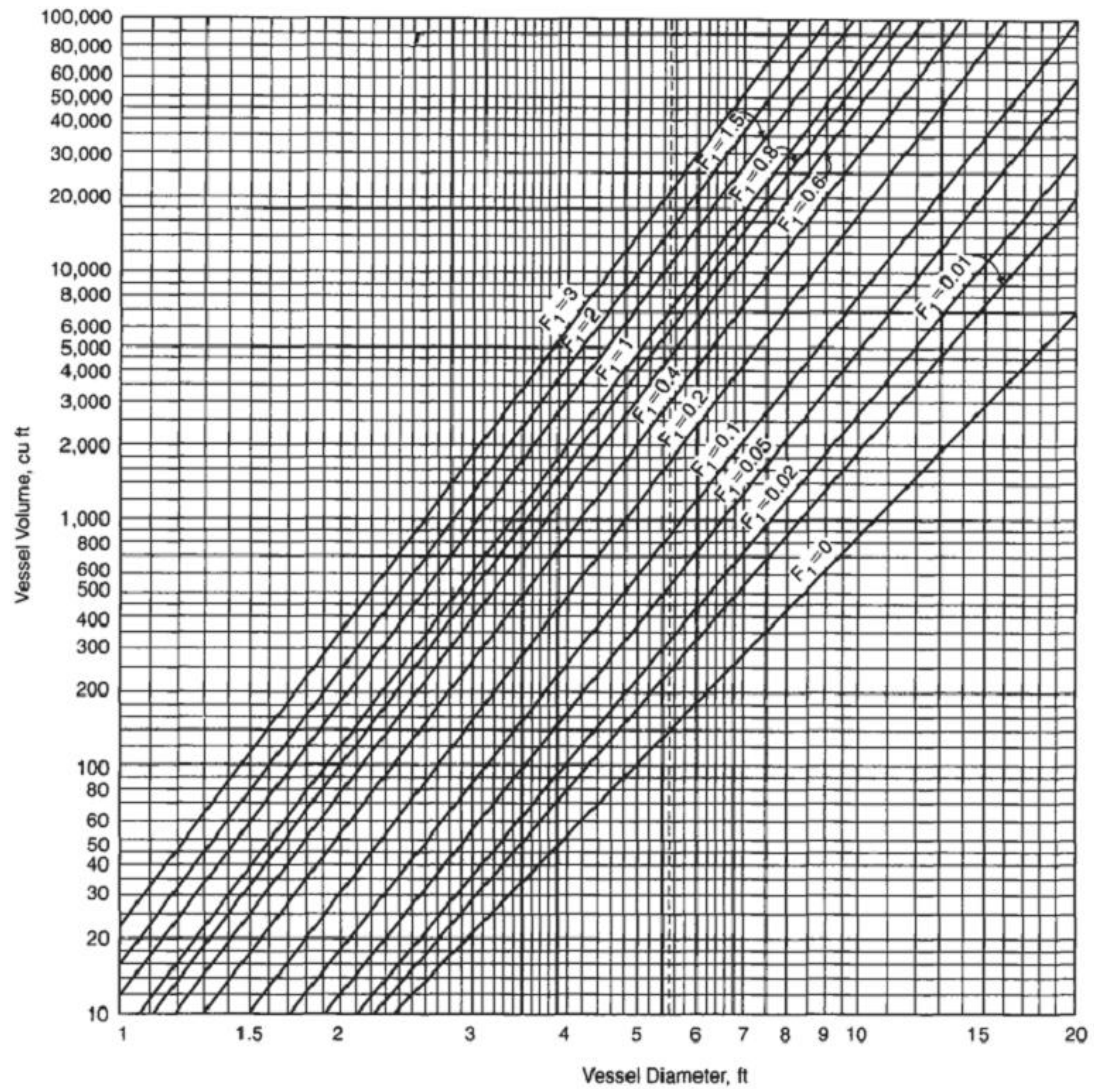


FIGURA 1: Gráfico para la determinación del tamaño óptimo de recipientes a presión

Aunque este gráfico se usa solo para determinar el diámetro de la parte cilíndrica, debido a que el volumen del cono es pequeño el resultado obtenido aquí los utilizaremos para todo el tanque. Una vez conocido el diámetro, consultando en las tablas de la norma podemos obtener el espesor mínimo necesario para el tanque.

**MINIMUM ALLOWABLE THICKNESS OF
FERROUS SHELL PLATES**

Diameter or Width of Shell, Tubesheet, or Head, in.	Minimum Ferrous Material Thickness Allowable Under Rules, in.	
	Tubesheet or Head With Rolled Tubes	Shell Plate
42 or under	$\frac{5}{16}$	$\frac{1}{4}$ ¹
Over 42 to 60	$\frac{3}{8}$	$\frac{5}{16}$
Over 60 to 78	$\frac{7}{16}$	$\frac{3}{8}$
Over 78	$\frac{1}{2}$	$\frac{7}{16}$

NOTE:

(1) Shell plate $\frac{3}{16}$ in. thickness is permissible for cylindrical shells 24 in. in diameter or less, and for a maximum allowable working pressure not over 30 psi.

TABLA 1: Espesor mínimo de las virolas en función del diámetro del recipiente

2.- Calculamos los volúmenes de las diferentes secciones del tanque: $V_{cilindro}$ y V_{cono} .

$$L = r \cdot \text{sen } \alpha^\circ \quad (4)$$

$$V_{cono} = \frac{\pi \cdot D^2 \cdot L}{12} \quad (5)$$

$$V_{cilindro} = V_{total} - V_{cono} - V_{fondo} \quad (6)$$

$$h = \frac{V_{cilindro} \cdot 4}{\pi \cdot D^2} \quad (7)$$

Donde:

α :- semiángulo del cono superior del tanque, °.

L: altura del cono, m.

h: altura del cilindro, m.

r: radio del cilindro, m.

En la ecuación **(6)** consideramos $V_{fondo} = 0$, debido a que el fondo es plano.

3.- Calculamos los espesores de las diferentes secciones del tanque, que serían el cilindro, el cono superior y el fondo plano; para este último como estará apoyado en el suelo consideraremos como espesor el espesor mínimo necesario para el recipiente.

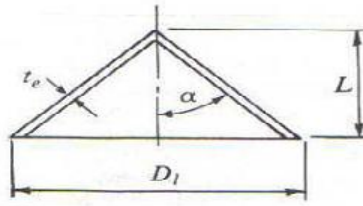


FIGURA 2: Esquema del fondo cónico

- **Para la carcasa cilíndrica:**

$$t_{cilindro} = \frac{P_d \cdot R}{\sigma_t \cdot E_s - 0,6 \cdot P_d} \quad (8)$$

Donde:

P_d : presión de diseño, bar.

R : radio interno del cilindro, mm.

σ_t : esfuerzo máximo admisible para el material, bar.

E_s : eficacia de junta.

$t_{cilindro}$: espesor del cilindro, mm.

- **Para el cono:**

$$t_{cono} = \frac{P_d \cdot D}{2 \cdot \cos \alpha (\sigma_t \cdot E_s - 0,6 \cdot P_d)} \quad (9)$$

Donde:

P_d : presión de diseño, bar.

D : diámetro interno del cono, mm.

α : semiángulo del cono.

σ_t : esfuerzo máximo admisible para el material, bar.

E_s : eficacia de junta.

$t_{cilindro}$: espesor del cilindro, mm.

Debido a que los tanques se encuentran al aire libre es conveniente mantener la temperatura interior de los tanques, tanto de reactivos como de productos. Por lo que debemos escoger un aislante térmico.

Para ello utilizaremos el software **Techcalc**, proporcionado por la empresa **Isover** (www.isover.com). Para calcular el espesor le proporcionamos al programa los siguientes datos: Temperatura del fluido por el interior del tanque, Temperatura del

ambiente exterior, Temperatura que deseamos en la superficie del tanque y el tipo de material de construcción del tanque.

4.- Calcularemos las dimensiones de los cubetos de retención, siguiendo la norma **ITC MIE-APQ-6** de almacenamiento de líquidos inflamables, combustibles y corrosivos en la que dice que se debe de disponer de un cubeto de retención. De esta manera se evita la dispersión de líquido peligroso en caso de pérdida o fuga del mismo.

El fondo del cubeto tendrá una pendiente adecuada de forma que todo el producto derramado se dirija rápidamente hacia una zona del cubeto lo más alejada posible del resto del recipiente, de tuberías y órganos de la red de incendio.

a) Un cubeto para un solo tanque:

$$V_{cubeto} = \text{Volumen líquido tanque}$$

Si consideramos una altura para el cubeto de 1m (puede estar entre 0,5 y 1m, según la **MIE-APQ**)

$$V_{cubeto} = L \cdot L \cdot 1 = L^2$$

b) Un cubeto para dos tanques, para líquidos inflamables:

Se podrá utilizar el mismo cubeto para dos tanques, cuando se trate de líquidos del mismo tipo.

La capacidad del cubeto será igual al volumen calculado de un de estas formas:

1.- 100% · (volumen del tanque más grande – volumen del tanque más grande sumergido en el cubeto)

2.- 10% · (volumen del tanque 1 – volumen del tanque 2)

El volumen escogido será el mayor de los dos calculados.

Para ello, primero calculamos el volumen de sumergido en un tanque:

$$V_{\text{liquido sumergido}} = \frac{\pi \cdot D^2 \cdot 1}{4} \quad (10)$$

Con este ya podemos calcular el volumen total del cubeto:

$$V_{cubeto} = V_{tanque} + D \cdot V_{\text{liquido sumergido}} \quad (11)$$

Teniendo en cuenta el volumen total almacenado de cada compuesto, para el diseño del cubeto consideramos el 10% de este.

La distancia entre tanques a la pared del cubeto de retención es de 1,5m y la distancia entre los tanques:

$$\text{Distancia entre tanques} \geq 0,5 \cdot D \quad (12)$$

De acuerdo a la distancia de seguridad, para un producto clasificado como **B1**.

El siguiente paso es el cálculo de las dimensiones del cubeto:

$$\text{Espacio} = \text{Distancia a la pared} + D + \text{Distancia de seguridad}$$

$$\text{Largo del cubeto} = 2 \cdot 1,5 + 4 \cdot D + 3 \cdot \text{Distancia entre tanques} \quad (13)$$

$$\text{Ancho del cubeto} = 2 \cdot 1,5 + 2 \cdot D + \text{Distancia entre tanques} \quad (14)$$

2.1- Tanques de almacenamiento de Metanol

Teniendo en cuenta la normativa para líquidos inflamables y combustibles que se incluye en la inspección técnica **MIE-APQ-1**, entre los cuales se encuentra el metanol, tomaremos decisiones relativas a su almacenamiento. Los tanques estarán ocupados a un 75% de su capacidad aproximadamente, ya que para productos de la clase **B1** consideramos recomendable este porcentaje de ocupación. Por todo esto el tanque se diseñará en base a la normativa **ASME** y la norma **MIE-APQ-1** (almacenamiento de líquidos inflamables y combustibles).

El material escogido para el diseño de los tanques es **AISI-316**, escogido por su alta resistencia a la corrosión.

Partiendo de los datos obtenidos en los balances de materia, calcularemos el volumen total de los tanques:

$$5075 \frac{\text{kg}}{\text{h}} \cdot \frac{1\text{m}^3}{781\text{kg}} = 6,414 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \cdot \frac{24\text{h}}{1\text{día}} = 153,94 \frac{\text{m}^3}{\text{día}}$$

Para evitar futuras complicaciones con el suministro, almacenaremos un stock para 7 días.

$$153,94 \frac{\text{m}^3}{\text{día}} \cdot 7\text{días} = 1077,60\text{m}^3$$

Si distribuimos la cantidad de reactivo en tanques de 200 m³:

$$V = 5,4 \text{ tanques} \approx 6\text{tanques}$$

- **Diseño mecánico del recipiente**

Siguiendo el proceso de cálculo anteriormente expuesto obtenemos los siguientes resultados:

P_{op} (bar)	1,013
T_{op} (°C)	20
P_d (bar)	2,035
T_d (°C)	40

P_{op} (psi)	29,51
σ_t (psi)	15914,55
E_s	0,85
$t_{corrosión}$ (pulg)	0,059
F	0,04
V (ft ³)	7063,97
D (ft)	12
D (m)	3,7
$t_{mínimo}$ (mm)	11,1

α (°)	20
R (m)	1,85
L (m)	0,63
V_{cono} (m ³)	2,19
$V_{cilindro}$ (m ³)	197,81
h (m)	18,83

P_d (bar)	2,035
D (mm)	3657
R (mm)	1828,7
σ_t (bar)	1097,55
E_s	0,85
C_1 (mm)	1,5
α (°)	20
$t_{cilindro}$ (mm)	5,5
t_{cono} (mm)	5,8
t_{fondo} (mm)	11,1
$t_{aislante}$ (mm)	60

En el caso del cilindro y del cono el espesor calculado es menor que el mínimo normalizado, por tanto el tanque el espesor para el cilindro y el cono será **11,1 mm**.

Para el aislante hemos escogido el panel semirrígido de lana de vidrio (**PI-256**). Ésta es una lana mineral de sílice que es fundida a altas temperaturas y mediante centrifugado se obtienen fibras largas y flexibles a las que se les impregna

aglomerantes que le dan la rigidez necesaria. Rango de temperatura: -18 °C a 454 °C.

<i>D (m)</i>	3,7
<i>h (m)</i>	18,83
<i>Nº tanques</i>	6
<i>V_{tanque} (m³)</i>	200
<i>Distancia entre tanques y pared (m)</i>	1,5
<i>Distancia entre tanques (m)</i>	1,8
<i>Largo cubeto (m)</i>	23
<i>Ancho cubeto (m)</i>	12
<i>Área del cubeto (m²)</i>	280,71
<i>Volumen sumergido (m³)</i>	10,51
<i>Volumen total del cubeto (m³)</i>	238,43
<i>Capacidad total de los tanques</i>	1077,60
<i>10% norma APQ</i>	107,76
<i>Volumen total cubeto retención (m³)</i>	862,08

2.2- Tanques de almacenamiento de ácido acético glacial

El ácido acético glacial es corrosivo e inflamable y son necesarias ciertas precauciones por lo que respecta a su almacenamiento y transporte. El diseño de tanques de almacenamiento de productos corrosivos y/o inflamables, está sujeto a la normativa **MIE-APQ-001** sobre el almacenaje de productos químicos que es la que se seguirá en el proyecto. Siguiendo esta normativa, los tanques de acético glacial no se llenarán por encima del 75% de su capacidad.

Las condiciones recomendadas de almacenamiento del ácido acético son, entre 20 y 35 °C, no deben ser inferiores dado que a 16 °C el ácido acético glacial se solidifica. Por ese motivo se proveerá el tanque de un serpentín.

Por lo que respecta al material se recomienda el uso de Aluminio o Acero inoxidable 316 o 321, en el caso del Aluminio deberíamos llevar un control muy exhaustivo, ya que, a partir de 30 °C la corrosión se incrementa de forma importante. Para evitar estos problemas hemos decidido la utilización de acero **AISI-316**.

Partiendo de los datos obtenidos en los balances de materia, calcularemos el volumen total de los tanques:

$$5696 \frac{kg}{h} \cdot \frac{1m^3}{1048kg} = 5,430 \frac{m^3}{h} \cdot \frac{24h}{1día} = 130,32 \frac{m^3}{día}$$

Para evitar futuras complicaciones con el suministro, almacenaremos un stock para 7 días.

$$130,32 \frac{m^3}{día} \cdot 7días = 913,23m^3$$

Si distribuimos la cantidad de producto final en tanques de 200 m³:

$$V = 4,6 \text{ tanques} \approx 5 \text{ tanques}$$

- **Diseño mecánico del recipiente**

Siguiendo el proceso de cálculo anteriormente expuesto obtenemos los siguientes resultados:

P_{op} (bar)	1,013
T_{op} (°C)	30
P_d (bar)	2,035
T_d (°C)	50

P_{op} (psi)	29,51
σ_t (psi)	15718,18
E_s	0,85
$t_{corrosión}$ (pulg)	0,059
F	0,04
V (ft³)	7063,97
D (ft)	12
D (m)	3,7
$t_{mínimo}$ (mm)	11,1

α (°)	20
R (m)	1,85
L (m)	0,63
V_{cono} (m³)	2,19
$V_{cilindro}$ (m³)	197,81
h (m)	18,83

P_d (bar)	2,035
D (mm)	3657
R (mm)	1828,7
σ_t (bar)	1097,55
E_s	0,85
C_1 (mm)	1,5
α (°)	20
$t_{cilindro}$ (mm)	5,5
t_{cono} (mm)	5,8
t_{fondo} (mm)	11,1
$t_{aislante}$ (mm)	60

En este caso ocurre lo mismo que en el de los tanques de metanol, y por tanto, como el espesor obtenido tanto para el cilindro como para el cono son menores que el mínimo normalizado el espesor de ambas partes será **11,1 m**.

De nuevo el material elegido para el aislante es el Panel PI-256 (panel semirrígido de lana de vidrio).

<i>D (m)</i>	3,7
<i>h (m)</i>	18,83
<i>Nº tanques</i>	5
<i>V_{tanque} (m³)</i>	200
<i>Distancia entre tanques y pared (m)</i>	1,5
<i>Distancia entre tanques (m)</i>	1,8
<i>Largo cubeto (m)</i>	23
<i>Ancho cubeto (m)</i>	12
<i>Área del cubeto (m²)</i>	280,71
<i>Volumen sumergido (m³)</i>	10,51
<i>Volumen total del cubeto (m³)</i>	238,43
<i>Capacidad total de los tanques</i>	912,23
<i>10% norma APQ</i>	91,2
<i>Volumen total cubeto retención (m³)</i>	912,78

- **Cálculo del serpentín**

Como se ha expuesto anteriormente el ácido acético se solidifica a los 16°C, temperatura la cual es fácilmente alcanzable en invierno, es por esto que es necesaria la presencia de un intercambiador de calor que impida que se alcancen estas temperaturas.

Debido a que los tanques son de acero inoxidable, el cual puede corroerse por encima de los 30 °C, se diseñará un intercambiador que mantenga la temperatura del interior a 25 °C. Con el fin de ahorrar espacio y facilitar el aislamiento externo de los tanques, colocaremos un serpentín interior en cada tanque en lugar de una camisa.

Por el interior del serpentín, cuando sea necesario calentar el tanque circulará vapor de agua a 140 °C.

El método de cálculo será el siguiente:

Primero calculamos el calor ganado por el ácido acético, Q.

$$Q_{acético} = m_{acético} \cdot C_{p_{acético}} \cdot \Delta T \quad (15)$$

Realizando un balance de energía, calculamos:

- Masa de vapor requerida por el serpentín:

$$Q_{acético} = Q_{fluido}$$

$$Q_{acético} = m_{fluido} \cdot \Delta H_{fluido} \quad (16)$$

- Velocidad de fluido por el serpentín:

$$v_{fluido} = \frac{m_{fluido}}{\rho_{fluido} \cdot A_{tubo}} \quad (17)$$

- Número de Reynolds y el de Prandtl interior:

$$Re_{fluido} = \frac{v_{fluido} \cdot \rho_{fluido} \cdot d_i}{\mu_{fluido}} \quad (18)$$

$$Pr_{fluido} = \frac{Cp_{fluido} \cdot \mu_{fluido}}{k_{fluido}} \quad (19)$$

- Número de Nusselt interior:

Aplicamos la ecuación de Dittus-Boelter para calentamiento:

$$Nu_{fluido} = 0,023 \cdot Re_{fluido}^{0,8} \cdot Pr_{fluido}^{0,33} \quad (20)$$

- Coeficiente convectivo interior:

$$d_{helice} \approx d_{tanque} - (2 \cdot \text{Separación del serpentín y la pared}) \quad (21)$$

Por norma, la distancia recomendada de separación entre la pared del tanque y el serpentín es de 6 pulgadas = 0,152 m.

$$h_i = \frac{k_{fluido} \cdot Nu_{fluido}}{d_{tubo}} \cdot \left(1 + \frac{3,54 \cdot d_{tubo}}{d_{helice}}\right) \quad (22)$$

- Número de Nusselt exterior:

$$Nu_{acético} = 0,0266 \cdot Re_{acético}^{0,8} \cdot Pr_{acético}^{0,33} \quad (23)$$

- Coeficiente convectivo exterior:

$$h_o = \frac{k_{acético} \cdot Nu_{acético}}{d_{tubo}} \quad (24)$$

- Coeficiente global de transferencia de calor:

$$U = \frac{1}{\frac{1}{h_i} + \frac{1}{h_o}} \quad (25)$$

Al trabajar sin agitación debemos obtener un valor bajo de U.

- Área de transferencia de calor

$$Q = U \cdot A_{transf} \cdot \Delta T_{ml} \quad (26)$$

$$T_{ml} = \frac{(T_{fluido} - T_e) - (T_{fluido} - T_s)}{\ln\left(\frac{T_{fluido} - T_e}{T_{fluido} - T_s}\right)} \quad (27)$$

Donde:

T_e : temperatura de entrada del acético al tanque, °C.

T_s : temperatura a la que queremos mantener el acético, °C.

T_{fluido} : temperatura del vapor por dentro del serpentín, °C.

- Longitud total del serpentín:

$$A_{transf} = \pi \cdot d_{tubo} \cdot L_s \quad \Rightarrow \quad L_s = \frac{A_{transf}}{\pi \cdot d_i} \quad (28)$$

- Número de espiras del serpentín:

$$L_s = n \cdot \pi \cdot d_{helice} \quad n = \frac{L_s}{\pi \cdot d_{helice}} \quad (29)$$

Siguiendo la metodología de cálculo, obtendríamos:

Datos del ácido acético	
m (kg/s)	1,597
ρ (kg/m ³)	1048
C_p (J/kg·°C)	1540
μ (N·s/m ²)	0,00112
k (W/m·°C)	0,269
T_e (°C)	35
T_s (°C)	25

Datos del fluido (vapor)	
ρ (kg/m ³)	1,14
C_p (J/kg·°C)	4200
μ (N·s/m ²)	0,000013
k (W/m·°C)	0,0267
T_1 (°C)	140
ΔH_f (J/kg)	2707845,69

Datos del tanque y serpentín	
d_{tanque} (m)	3,2
$d_{\text{nominal tubo}}$ (pulg)	2
d_i (m)	0,0475
d_e (m)	0,0508
Espesor (mm)	1.651
A_{tubo} (m ²)	0,0018
Distancia de la pared al serpentín (m)	0,152

Datos obtenidos	
Q (J/s)	24595,30
m_{fluido} (kg/s)	0,0091
v_{fluido} (m/s)	2,652
Re_{fluido}	14767,34
Pr_{fluido}	2,045
Nu_{fluido}	63,05
d_{helice} (m)	2,90
h_i (W/m ² ·°C)	29,28
$Re_{\text{acético}}$	22,045
$Pr_{\text{acético}}$	6,41
$Nu_{\text{acético}}$	0,504
h_o (W/m ² ·°C)	10,098
U (W/m ² ·°C)	1,99
ΔT_{ml} (°C)	109,92
A_{transf} (m ²)	112,54
L_s (m)	579,17
n (vueltas)	55

El diámetro del tubo ha sido consultado en el manual del ingeniero mecánico (apéndice E).

2.3- Tanques de almacenamiento de ácido acético al 70%

Para el almacenamiento de esta sustancia tendremos en cuenta las mismas consideraciones que para el ácido acético glacial, a excepción del serpentín.

Partiendo de los datos obtenidos en los balances de materia, calcularemos el volumen total de los tanques:

$$5421 \frac{kg}{h} \cdot \frac{1m^3}{1025kg} = 5,268 \frac{m^3}{h} \cdot \frac{24h}{1día} = 126,44 \frac{m^3}{día}$$

Para evitar futuras complicaciones con el suministro, almacenaremos un stock para 7 días.

$$126,44 \frac{m^3}{día} \cdot 7días = 885,06m^3$$

Si distribuimos la cantidad de reactivos en tanques de 200 m³:

$$V = 4,4 \text{ tanques} \approx 5 \text{ tanques}$$

- **Diseño mecánico del recipiente**

Siguiendo el proceso de cálculo anteriormente expuesto obtenemos los siguientes resultados:

P_{op} (bar)	1,013
T_{op} (°C)	30
P_d (bar)	2,035
T_d (°C)	50

P_{op} (psi)	29,51
σ_t (psi)	15718,18
E_s	0,85
$t_{corrosión}$ (pulg)	0,059
F	0,04
V (ft³)	7063,97
D (ft)	12
D (m)	3,7
$t_{mínimo}$ (mm)	11,1

α (°)	20
R (m)	1,85
L (m)	0,63
V_{cono} (m³)	2,19
$V_{cilindro}$ (m³)	197,81
h (m)	18,83

P_d (bar)	2,035
D (mm)	3657
R (mm)	1828,7

σ_t (bar)	1097,55
E_s	0,85
C_1 (mm)	1,5
α (°)	20
$t_{cilindro}$ (mm)	5,5
t_{cono} (mm)	5,8
t_{fondo} (mm)	11,1
$t_{aislante}$ (mm)	60

De nuevo el espesor obtenido tanto para el cilindro como para el cono son menores que el mínimo normalizado el espesor de ambas partes será **11,1 m**.

De nuevo el material elegido para el aislante es el Panel PI-256 (de sumergido de lana de vidrio).

D (m)	3,7
h (m)	18,83
Nº tanques	5
V_{tanque} (m ³)	200
Distancia entre tanques y pared (m)	1,5
Distancia entre tanques (m)	1,8
Largo cubeto (m)	23
Ancho cubeto (m)	12
Área del cubeto (m²)	280,71
Volumen sumergido (m³)	10,51
Volumen total del cubeto (m³)	238,43
Capacidad total de los tanques	885,06
10% norma APQ	88,51
Volumen total cubeto retención (m³)	708,05

2.4- Tanques de almacenamiento de CO

El monóxido de carbono, debido a sus características físicas y químicas, puede almacenarse como un gas licuado en tanques criogénicos; aunque se distribuye, en la mayoría de casos, como un gas comprimido. Nosotros lo tendremos almacenado como un líquido siguiendo la normativa **MIE-APQ-001** y **MIE-AP-10**.

Los tanques criogénicos son tanques los cuales trabajan a presión elevada, en este caso unos 9 bar (pueden trabajar a presiones mayores), y temperaturas extremas, -170 °C Esto implica que las características de diseño de este tipo de tanques sean especiales. En la siguiente figura podemos ver representado un esquema de un tanque criogénico:



FIGURA 4: Esquema del tanque criogénico

Dicho tanque consta de dos recipientes, uno externo de acero al carbono y otro interno de acero al níquel al 9%, entre ambos recipientes encuentra un material aislante, generalmente perlita expandida, y se hace el vacío para evitar la transmisión de calor entre el exterior y el interior.

El uso de perlita para el aislamiento criogénico o de baja temperatura es apto debido a que presenta una baja conductividad térmica a través de un amplio rango de densidades; sin embargo, la densidad recomendada es de 48 a 72 Kg/m³.

Además de sus excelentes propiedades térmicas, el aislamiento con perlita es relativamente bajo en coste y su instalación y manejo son sumamente fáciles.

Ya que es un material incombustible, cumple con las regulaciones de incendio.

El tanque se adquiere a la empresa americana *Universal Industrial Gases, Inc.* Para la producción de acético (60% glacial y 40% diluido en agua al 70%) necesitaremos 4846 Kg/h de monóxido de carbono gas. Esto implica que necesitemos 178,08 m³/día de monóxido de carbono líquido, pero tendremos un stock de siete días por seguridad; así que en total almacenaremos 1246,56 m³, con una densidad de 653,1 kg/m³ en las condiciones de operación: 9 bar y -164,2 °C. Según la normativa **MIE-AP-10** estos tanques podrán llenarse hasta una capacidad del 75% del volumen total del recipiente interno. Instalaremos seis tanques horizontales de 277 m³/tanque.

Todos los sistemas de almacenamiento criogénico constan, a parte del tanque descrito anteriormente, de un evaporador tal y como se observan en la siguiente figura.

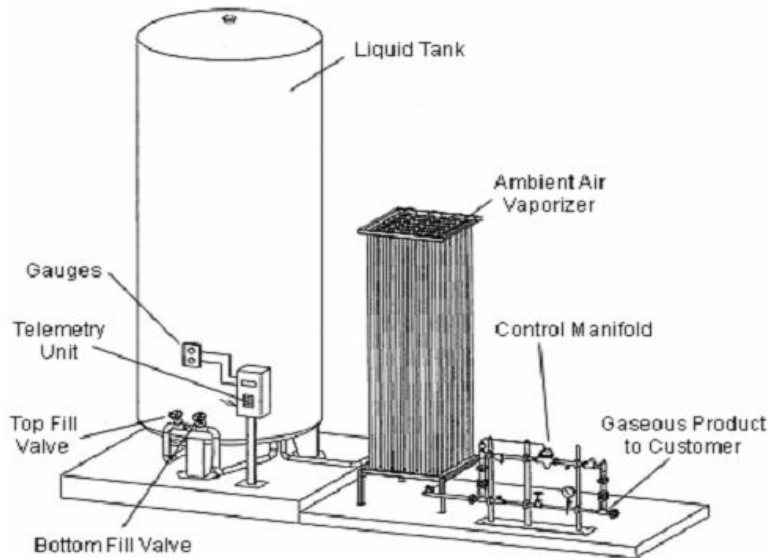


FIGURA 5: Esquema de un sistema de almacenamiento criogénico

Dicho evaporador sirve para pasar el monóxido de carbono de líquido a gas mediante convección natural con el aire. Este evaporador tendrá que cumplir las propiedades necesarias para evaporar el caudal necesario de monóxido de carbono procedente de los seis tanques de almacenamiento.

También hay que remarcar que sólo se coloca un evaporador, para los seis tanques, porque mientras uno de los tanques sea rellenado este no suministrará CO al proceso y los otros dos tendrán que suministrar la cantidad necesaria total.

Tendremos que diseñar un cubeto contra derramen específico para este tipo de tanques, ya que los depósitos para gases inflamables de capacidad superior a 100.000 litros lo requieren por normativa. Siguiendo la normativa **MIE-AP-10** el cubeto tendrá un volumen igual al del depósito de mayor capacidad. Como todos los depósitos tienen el mismo volumen, nuestro cubeto será como mínimo de 277 m³. La altura de las paredes no superará el metro de altura y el fondo de éste deberá ser compacto y tener una pendiente tal que todo producto líquido derramado discurra rápidamente hacia el cubeto a distancia, sin pasar por debajo de otros recipientes, tuberías y elementos de mando de la red de incendios. El cubeto a distancia deberá tener, al menos, una capacidad igual al 20% de la capacidad global de los recipientes en él contenidos.

La distancia de los tanques a las paredes del cubeto será de 1,5 m y la distancia entre tanques tendrá que seguir la siguiente relación:

$$\begin{aligned} \text{Si } \frac{h}{D} > 1,75 & \quad X = \frac{h + D}{2} \cdot 0,5 \\ \text{Si } \frac{h}{D} < 1,75 & \quad X = \frac{D}{2} \end{aligned}$$

Donde:

h: altura del tanque (m)

D: diámetro del tanque (m)

X: distancia entre los tanques (m)

D (m)	R (m)	h (m)
3,66	1,83	38

D (m)	3,66
h (m)	38
Nº tanques	6
$V_{tanque} (m^3)$	277
Distancia entre tanques y pared (m)	1,5
Distancia entre tanques (m)	1,8
Largo cubeto (m)	23
Ancho cubeto (m)	12
Área del cubeto (m^2)	281,03
Volumen sumergido (m^3)	10,52
Volumen total del cubeto (m^3)	315,52
Capacidad total de los tanques	1246,56
10% norma APQ	124,66
Volumen total cubeto retención (m^3)	997,25

2.5- Tanque de almacenamiento de Nitrógeno

En este tanque se almacenará el nitrógeno, con la finalidad de poder tener almacenado el metanol en las condiciones mencionadas anteriormente.

Estará situado en el parque de tanques y su disposición será vertical. El caudal que deberá proporcionar es el mismo valor el consumo de metanol.

El sistema de inertización que se efectuará en el tanque de metanol, será el paso previo al primer llenado.

La secuencia de operaciones será la siguiente:

1. Se introducirá el nitrógeno, hasta una proporción del 70% del volumen total del depósito, de manera lenta para evitar un enfriamiento elevado del depósito.
2. A continuación se dejará reposar, con el fin de que el nitrógeno ocupe la parte superior del mismo, ya que el nitrógeno es menos denso que el aire, con lo que éste se depositará en la parte inferior.
3. Por último, se procederá a la apertura de la válvula de utilización de fase líquida, por la que saldrá el aire, como muestra la siguiente figura:

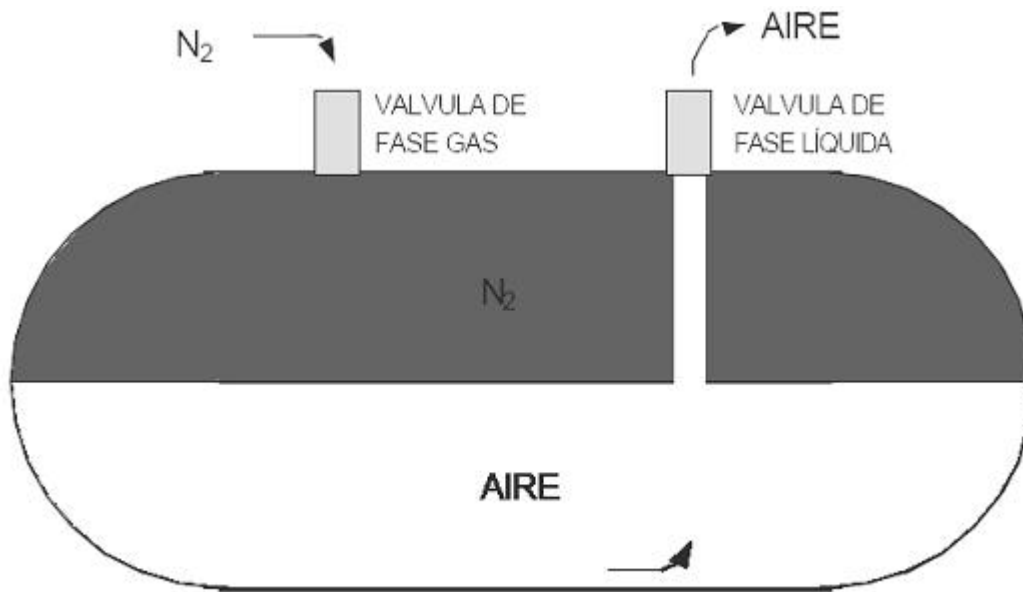


FIGURA 6: Esquema de válvulas del tanque de Nitrógeno

Una vez inertizado el depósito, se podrá proceder al mencionado llenado. Los pasos a seguir son los siguientes:

- Se situará el camión cisterna una distancia mínima de 3 metros de la boca de carga, procurando que su salida de la zona se pueda realizar del modo más rápido y seguro posible.
- Se pondrá a tierra la toma de tierra del camión cisterna.
- Se quitará el tapón roscado de la boca de carga del depósito y se conectará la manguera del camión cisterna a la misma; se tiene que abrir la válvula de punto máximo llenado.
- Se accionará el equipo de trasvase, con la introducción de metanol, hasta alcanzar una presión de aproximadamente 1 bar en el interior del depósito.
- Se dejará salir el gas inerte a medida que se continúe llenando el depósito de metanol, como indica la siguiente figura:

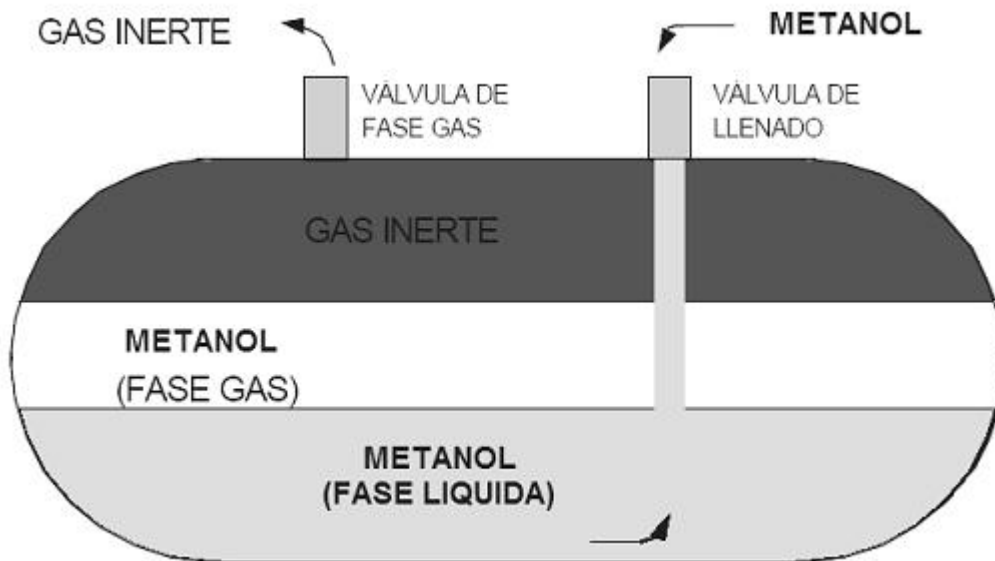


FIGURA 7: Esquema de salida del gas inerte

- Se extraerá en la medida de lo posible la mayor cantidad de gas inerte, para evitar que llegue a los aparatos de consumo y provocar un mal funcionamiento de los mismos.
- Se comprobará la estanqueidad de las válvulas.
- Se continuará el llenado del depósito, comprobando el funcionamiento del medidor de nivel.

Al finalizar el llenado, los pasos a realizar son los siguientes:

- Se parará el equipo de trasvase.
- Se cerrará el punto de máximo llenado.
- Se purgará la manguera y se desconectará.
- Se desconectará la puesta a tierra del camión cisterna.

Diseño según la casa LINDE

El abastecimiento de nitrógeno en la instalación está contratado por la casa LINDE, que ha suministrado un tanque de Nitrógeno líquido de 3744,6 kg cada 15 días.

A partir del consumo diario y la densidad, a las condiciones de almacenamiento, es decir a presión atmosférica y 15 °C, ($\rho = 1185 \text{ kg/m}^3$), se calcula el caudal volumétrico necesario.

$$5075 \frac{\text{kg}}{\text{h}} \cdot \frac{\text{m}^3}{1185 \text{ kg}} \cdot \frac{24 \text{ h}}{1 \text{ día}} = 102,78 \frac{\text{m}^3}{\text{día}}$$

Realizando los cálculos pertinentes se obtiene que el volumen de nitrógeno que se ha de almacenar para 30 días sea:

$$V = 3083,54m^3$$

Utilizando la ecuación de los gases ideales, podremos calcular el volumen de nitrógeno que deseamos almacenar a presión atmosférica y a una temperatura de 15 °C.

$$P \cdot V = n \cdot R \cdot T \quad - \quad n = \frac{P \cdot V}{R \cdot T} = \frac{9atm \cdot 3058540litros}{0.082 \frac{m^3 \cdot atm}{kmol \cdot K} \cdot 288K} = 1165602,13 \text{ moles}$$

$$1165602,13 \text{ moles} \cdot \frac{28g N_2}{1molN_2} \cdot \frac{1kg}{1000g} = 32636,86,72kg$$

$$32636,86,72 \text{ kg } N_2 \cdot \frac{1m^3}{1185kg} = 27,54 \text{ m}^3$$

Las dimensiones del tanque, se han determinado a partir de la empresa LINDE, teniendo en cuenta, el suministro y también considerando la eficiencia económica.

Type of tank	T18 S32	T18 S64	T18 S117	T18 S190	T18 S310	T18 S480	T18 S600	T18 S790
Max. operating pressure								
Standard tank (bar)	18	18	18	18	18	18	18	18
High-pressure tank (bar)	36	36	36	36	36	36	36	-
Geometric volume (litre)	3,160	6,400	11,700	19,600	30,800	48,000	60,000	79,400
Capacity (m ³ at 1 bar, 15 °C)								
Oxygen (m ³)	2,560	5,115	9,500	15,865	24,980	39,195	48,620	64,050
Nitrogen (m ³)	2,075	4,155	7,675	12,850	20,180	31,800	39,330	51,850
Argon (m ³)	2,515	5,030	9,290	15,530	24,500	38,575	47,620	62,700
Diameter (mm)	1,600	1,600	2,000	2,500	2,500	3,000	3,000	3,800
Depth across fittings (mm)	2,250	2,250	2,580	3,250	3,250	3,700	3,400	4,400
Height (mm)	4,110	7,020	7,250	8,130	11,530	11,510	14,200	13,977
Foundation plate (minimum size)	2.2 x 2.2	2.8 x 2.8	2.8 x 2.8	3.5 x 3.5	3.5 x 3.5	3.5 x 3.5	3.5 x 3.5	5 x 5
Weight, empty (kg)	2,200	3,800	5,500	10,200	16,000	21,000	24,500	34,200
Weight, filled								
with oxygen (kg)	5,620	10,640	18,900	31,420	49,400	73,400	89,500	120,000
with nitrogen (kg)	4,630	8,660	15,180	25,250	39,600	58,200	70,500	95,000
with argon (kg)	6,400	12,200	21,710	36,130	56,900	85,400	104,000	139,000
Boil off								
with oxygen (%/24 h)	0.42	0.37	0.29	0.20	0.17	0.13	0.12	0.09
with nitrogen (%/24 h)	0.67	0.56	0.43	0.31	0.27	0.21	0.20	0.15
with argon (%/24 h)	0.46	0.40	0.32	0.21	0.19	0.15	0.14	0.10

FIGURA 8: Tabla de tanques proporcionados por LINDE

El tanque elegido será el T18-S310, por lo cual sus dimensiones serán las siguientes:

<i>D (m)</i>	<i>R (m)</i>	<i>H (m)</i>
2,5	1,25	11,53

Para este volumen en estado gas, necesitamos almacenarlo en estado líquido, de volumen 60000 litros; en el cuál este depósito estará a 18 bares y una temperatura de -195°C.

3- DISEÑO DEL REACTOR

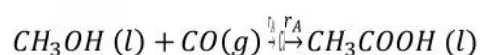
La producción de ácido acético se consigue, en este caso, de la carbonilación del metanol a partir de monóxido de carbono, en este caso utilizando el proceso **CATIVA** sobre un catalizador sólido de Iridio y Rutenio. La reacción tiene lugar en fase líquida a alta temperatura y elevada presión.

En la planta de proceso se trabaja con dos reactores, los cuales tienen la capacidad de llevar a cabo individualmente la totalidad de la producción. Se escoge este diseño pensando en un posible mal funcionamiento o limpieza de uno de ellos, lo cual siempre podrá mantener el mismo ritmo de producción establecido.

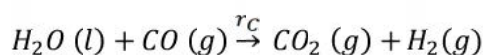
En las reacciones químicas podemos diferenciar dos tipos de reacciones; las de sistemas homogéneos y las de sistemas heterogéneos. Una reacción es homogénea si se realiza en una sola fase. En cambio una heterogénea requiere la presencia de al menos dos fases si se efectúa a la velocidad a la que lo hace.

En el sistema empleado para la producción de ácido acético se producen una serie de reacciones:

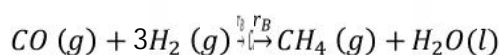
La primera reacción, heterogénea, carbonilación del metanol a partir del CO₂ catalizada por una sal de Iridio.



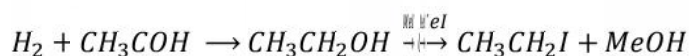
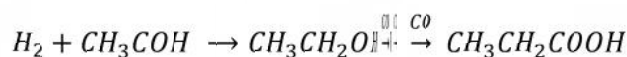
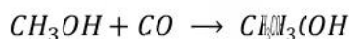
La segunda, heterogénea, wáter shift reaction.



La tercera, homogénea, formación de metano en fase gas.



A parte de estas también se dan en menor proporción otras reacciones laterales como las de formación de etanol y ácido propiónico.



Todas estas reacciones ocurren de forma simultánea en el interior del reactor, exceptuando la primera de ellas las otras ocurren de forma minoritaria, consiguiéndose concentraciones de subproductos del orden de ppm.

La reacción principal del proceso es exotérmica lo que crea la necesidad de un sistema de intercambio de calor para mantener las condiciones de operación dentro del reactor. El sistema de intercambio consiste en una media caña que rodea el reactor por el cual circula agua de refrigeración. Su diseño nos permite trabajar a la mitad de producción o a la producción completa gracias a la colocación de una válvula de tres vías que nos separa la dos zonas de intercambio del reactor.

Las condiciones dentro del reactor son:

$$T = 190 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$P = 29 \text{ bar}$$

El reactivo limitante en este proceso es el metanol el cual es consumido prácticamente en su totalidad. Esto es debido al camino que sigue el metanol en el ciclo catalítico hacia ácido acético. El catalizador utilizado es una sal de Cloro con Iridio, esta está acompañada por un compuesto de Rutenio que, aunque no cataliza la reacción, evita que en el ciclo catalítico los intermedios de la reacción vayan por una vía alternativa que ralentizaría la velocidad de formación del acético.

Cinética

Para poder seguir correctamente la evolución de la reacción es necesario conocer las ecuaciones de velocidad según la patente, estas son:

$$r_A = k \cdot [Ir] \cdot [AcMe] = 1,17 \cdot 10^{-3}$$

$$r_B = 6,8 \cdot 10^{-3} \cdot r_A$$

$$r_C = 8,9 \cdot 10^{-3} \cdot r_A$$

Donde:

r_i : velocidad de reacción.

k : constante cinética del componente i.

En primer lugar aunque la cinética esperada debería depender de las concentraciones de los reactivos en este caso depende de la concentración de uno de los promotores (AcMe) y de la concentración de catalizador. Esto es debido a que en el ciclo catalítico

las etapas que determinan la velocidad de reacción son la inserción del CO en el complejo de Iridio y la formación de ioduro de metilo a partir de metil acetato. Las velocidades de las otras dos reacciones fueron extraídas a partir de datos de patentes para experimentos realizados en condiciones similares a las de operación viniendo estas expresadas como un porcentaje de la velocidad de formación del acético.

Balances de materia

El balance de materia total será:

$$\text{Entrada} + \text{Acumulación} = \text{Salida} + \text{Generación} \rightarrow (\text{Entrada} - \text{salida}) + \text{Acumulación} = \text{Generación}$$

$$n_j + \frac{dN_j}{dt} = \int_V r_j dV$$

En este caso estamos trabajando con un reactor continuo de tanque agitado, por tanto no tendremos término de acumulación y el balance utilizado será el siguiente:

$$n_j = \int_V r_j dV = r_j \cdot V$$

Donde:

n_j : moles de metanol que reaccionan.

N_j : moles de metanol que se acumulan.

r_j : velocidad de la reacción.

V : volumen de reacción, m³.

Balances de energía

El balance de energía total será:

$$\left(\sum_j h_j n_j \right)_S - \left(\sum_j h_j n_j \right)_E + \frac{d}{dt} \left(\sum_j N_j h_j \right) = Q$$

Luego de igual forma que en el caso anterior, el balance de energía utilizado será el siguiente:

$$\left(\sum_j h_j n_j \right)_S - \left(\sum_j h_j n_j \right)_E = Q$$

$$h_j = h_{j0} + h_j$$

Donde:

Q: calor a eliminar en el reactor, kcal/h.

h_{j0} : entalpía de formación a la temperatura de referencia (298 K).

Δh_j : variación de la entalpía de j para que este pase de la temperatura de referencia a la temperatura del sistema.

Para calcular el calor a intercambiar:

$$H_{media,salida} \cdot Q_{salida} - \Delta H_{media,entrada} \cdot Q_{entrada} = Q$$

$$(920,96 \cdot (-94270) + 0,20775 \cdot (-50290)) - (914,15 \cdot (-92590) + 86,5 \cdot (-26470)) = Q$$

$$Q = 100456,56 \frac{kcal}{h} \cdot \frac{1000cal}{1kcal} \cdot \frac{4,18J}{1cal} \cdot \frac{1h}{3600s} = 1,16 \cdot 10^5 \frac{J}{s}$$

Este es el calor a intercambiar en cada uno de los reactores cuando están trabajando a 50% de su capacidad.

El calor utilizado para todos los cálculos es el doble, ya que existe la posibilidad de que uno solo de ellos pueda producir la totalidad del producto deseado trabajando al 100%.

- **Diseño mecánico**

Para la planta se ha escogido un reactor de tipo cilíndrico con fondos toriesféricos en posición vertical, ya que para este tipo de procesos dicha configuración garantiza buenos resultados.

Cálculo del volumen del reactor

Para el cálculo del volumen utilizamos la reacción principal del proceso despreciando las reacciones secundarias ya que son minoritarias.

A partir del balance de materia anteriormente expresado despejamos el volumen.

$$V = \frac{\Delta n_j}{r_j}$$

Donde:

Δn_j : flujo molar de metanol, Kmol/s.

r_j : velocidad de producción directa de acético ($k \cdot [I_r] \cdot [MeOH]$)

$$V = \frac{0,022 \text{ (kmol/s)}}{1,169 \text{ (kmol/m}^3 \cdot \text{s)} \cdot \frac{0,1942 \text{ (kmol/h)} \cdot 136,42 \text{ (kmol/h)}}{62,86 \text{ (kmol/h)}^2}} = 2,79 \text{ m}^3$$

Pero este no es el volumen correcto ya que se tiene que tener en cuenta el aumento del volumen debido al burbujeo de CO. Cogiendo un 16% de gas en la fase líquida, se obtiene el volumen corregido.

$$V_{reacción} = \frac{2,79 \text{ m}^3}{(1 - 0,16)} = 3,32 \text{ m}^3$$

Este volumen de reacción es el necesario para conseguir el 50% de la producción. Como la capacidad de nuestro reactor es del 100% este será el doble.

Por otro lado se necesita cierto volumen para evitar que el gas arrastre gotas. Por lo cual se ha considerado aumentar este volumen en un 35% (medidas estándar).

$$V_{reactor} = 3,32 \cdot 2 + 0,35 \cdot (3,32 \cdot 2) = 8,9 \text{ m}^3$$

Para la construcción del reactor hemos escogido como material el **Hastelloy B**, debido a sus propiedades físicas este tipo de material soporta muy bien la corrosión. Por otro lado para la construcción del sistema de intercambio de calor utilizaremos acero **ASTM A-515 G55** ya que por el interior de dicho sistema circula agua y no es necesario un material resistente a la corrosión especialmente..

- **Cálculo del grosor del equipo**

El grosor se calcula siguiendo la norma ASME. Teniendo en cuenta que el material utilizado es Hastelloy ($\sigma_t = 870,34 \text{ bar}$) y que el espesor de un fondo toriesférico se calcula con la siguiente expresión:

$$t = \frac{P_d \cdot R \cdot M}{2 \cdot \sigma_t \cdot E_s - 0,2 \cdot P_d} \quad (30)$$

Se obtienen los siguientes grosores:

Grosor de las paredes del reactor	
$t_{cilindro} \text{ (mm)}$	75,02
$t_{fondos} \text{ (mm)}$	23,07
$t_{media caña} \text{ (mm)}$	1,6

- **Cálculo del área necesaria para el intercambio**

Ambos reactores tienen que tener el área suficiente para poder eliminar todo el calor generado por la reacción.

$$Q = U \cdot A \cdot \Delta T_{ml} \quad A = \frac{Q}{U \cdot \Delta T_{ml}}$$

Donde:

Q: calor generado que hay que intercambiar, J/s.

U: coeficiente global de transmisión de calor, $\text{kJ/m}^2 \cdot ^\circ\text{C} \cdot \text{h}$.

A: área de intercambio, m^2 .

ΔT_{ml} : diferencia de temperatura media logarítmica, refrigerante medio de reacción, $^\circ\text{C}$.

$$A = \frac{1,2 \cdot 10^5}{150 \cdot 144,94} = 5,52 \text{m}^2$$

El coeficiente U se ha supuesto de la siguiente tabla extraída del libro "Process Heat Transfer", Kern, donde podemos encontrar coeficientes típicos para recipientes con agitación y camisa, hemos escogido el coeficiente de transferencia para enfriamiento procedente de un servicio frío (el tercero).

Duty	U ($\text{W m}^{-2}\text{K}^{-1}$)
Heating	400
Cooling	350
Cooling (chilled service)	150

FIGURA 9: Coeficientes típicos para camisas intercambiadoras en recipientes de acero agitados

Fijamos la distancia entre vuelta y vuelta de la media caña en 0,019 m. y el diámetro tubo en 3,5 pulg (0,090 m).

Calculamos entonces el área por vuelta:

$$A_{\text{vuelta}} = \frac{\pi}{4} \cdot d_{\text{tubo}}^2 = 5,65 \text{m}^2$$

Ahora calcularemos el número de vueltas de la media caña:

$$5,52 \text{m}^2 = 5,65 \text{m}^2 \cdot 0,090n + (n - 1) \cdot 5,65 \text{m}^2 \cdot 0,019$$

$$n = 9 \text{ vueltas}$$

Finalmente calcularemos la altura de la media caña:

$$h = n \cdot d_t + (n - 1) \cdot \text{Distancia entre vueltas}$$

$$h = 0,98 \text{ m} \approx 1 \text{ m}$$

- **Cálculo del agitador**

El tipo de agitación escogida afecta directamente al flujo que se produce en el interior del reactor, por eso es importante escoger adecuadamente el tipo de agitador. En este caso se optó por escoger un agitador de turbina con doble pala, para favorecer la homogeneización de la mezcla ya que en el reactor se mezclan líquido y gas.

Dimensionado de la geometría del agitador

Teniendo en cuenta las dimensiones de nuestro reactor calculamos las dimensiones del mezclador y de los baffles.

$$d_2 = 0,7 \cdot D; \quad h_1 = 0,16 \cdot D; \quad h_3 = 0,28 \cdot D; \quad \delta = 0,1 \cdot D; \quad h_2 = 0,2 \cdot d_2 \quad (31)$$

Donde:

D : diámetro del reactor, 1,8 m.

h_1 : altura desde la turbina al fondo del reactor, 0,54 m.

d_1 : diámetro de las palas del agitador, 1,26 m.

d_2 : diámetro de la turbina, 0,594 m.

δ : distancia entre el baffle y la pared, 0,18m.

h_2 : grosor de las palas, 0,25 m.

h_3 : altura entre la turbina y la primera pala, 0,504 m.

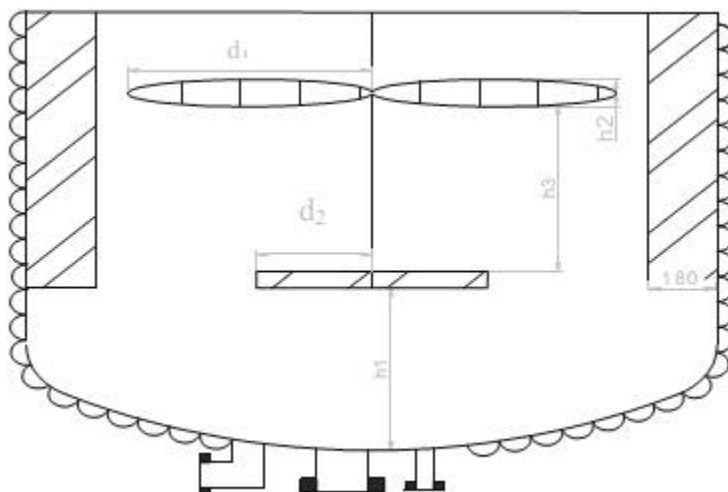


FIGURA 9: Esquema del agitador

Cálculo de la potencia del agitador

Este factor se puede calcular a partir del número de potencia, N_p , que a su vez depende del Reynolds de agitación.

$$Re = \frac{D^2 \cdot N \cdot \rho}{\mu} \quad (32)$$

Donde:

D : diámetro del agitador, m.

N : revoluciones del agitador, rps.

ρ : densidad del fluido dentro del reactor (gas + líquido), kg/m^3 .

μ : viscosidad del fluido dentro del reactor (gas + líquido), $\text{kg/m}\cdot\text{s}$.

$$Re = \frac{1,26^2 \cdot 1 \cdot 841,66}{3,37 \cdot 10^{-4}} = 4 \cdot 10^6$$

Con este valor se determina N_p en la siguiente gráfica:

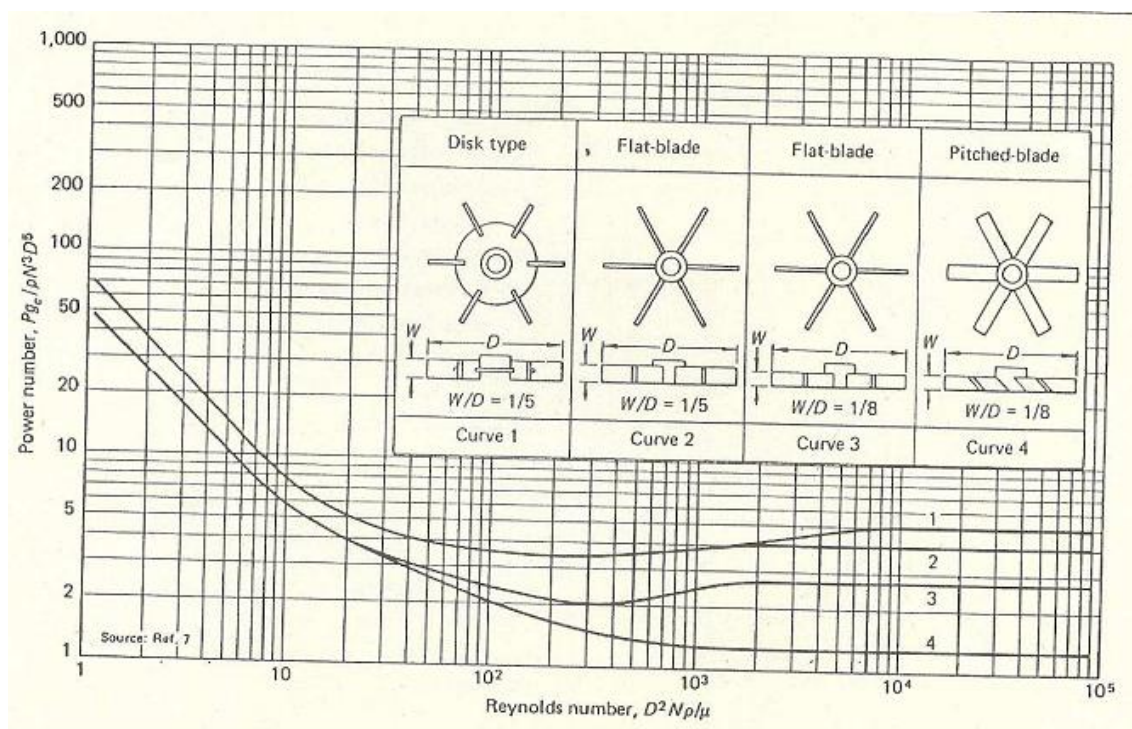


FIGURA 10: Número de potencia en función del Reynolds de agitación

Finalmente obtenemos que $N_p = 4$.

Ahora calculamos la potencia del agitador mediante la siguiente ecuación.

$$P = N_p \cdot d^5 \cdot N^3 \cdot \rho \quad (32)$$

Donde:

P: potencia necesaria para el agitador, W.

N_p: número de potencia.

d: diámetro del agitador, m.

N: revoluciones del agitador, rps.

ρ: densidad del fluido del reactor (líquido + gas), kg/m³.

$$P = 4 \cdot 1,26^5 \cdot 1^3 \cdot 841.66 = 10691,76 \text{ W}$$

4- DISEÑO DE LAS COLUMNAS

El proceso de producción de ácido acético desarrollado consta de dos columnas, una de destilación y otra de absorción.

Descripción del proceso de cálculo

Todas las columnas han sido diseñadas utilizando el simulador de procesos químicos de AspenTech "Hysys v3.2". El procedimiento seguido en la resolución de las columnas de proceso, ha consistido en un cálculo previo para conseguir una buena aproximación siguiendo la opción "Short Cut Distillation", para acabar con la resolución a partir del método riguroso del subprograma de Hysys "Distillation Column" para la columna de destilación, y "Absorber" para la de absorción. El diseño de platos y relleno fueron realizados con la utilidad "Tray Sizing" de Hysys y el diseño mecánico aplicando el código ASTM AMSME para el diseño de recipientes a presión.

4.1- Columna de destilación

Diseño por el método "Short Cut Distillation"

Una vez definido el caudal de alimento que se introduce en la columna, el simulador requiere que se especifique:

- Fracción molar del componente clave ligero en colas.
- Fracción molar del componente clave pesado en cabezas.
- Presión del condensador.
- Presión del reboiler.

<i>X_{CL}</i> (<i>colas</i>)	0,002
<i>X_{CP}</i> (<i>cabezas</i>)	0,113
<i>P_{condensador}</i> (<i>bar</i>)	1,023
<i>P_{reboiler}</i> (<i>bar</i>)	1,023

Con estos datos introducidos el simulador calcula una relación de reflujo mínima; una vez determinada esta se introduce un valor superior para que el programa calcule el número de etapas que necesita la columna para conseguir la separación, así como las temperaturas de cabeza y colas. Con la información obtenida recalcularemos la columna usando el método riguroso.

Diseño de la columna de destilación por el método “Distillation Column”

Para el diseño de la columna de destilación aplicando este proceso de cálculo hay que seguir los siguientes pasos:

- Indicar cuáles son las corrientes de entrada y salida de la columna (la corriente de alimentación tiene que estar perfectamente definida),
- Introducir el número de platos que tiene la columna.
- Indicar las presiones del condensador y del reboiler así como si el primero es parcial o total.
- Indicar las temperaturas aproximadas de cabezas y colas.
- Introducir la relación de reflujo y el caudal de salida por cabeza de la columna.

	Caudal de alimento (kg/h)	Caudal de destilado (kg/h)	Caudal de colas (kg/h)
CO (kg/h)	354	354	0
Acetato Met. (kg/h)	10262	10262	0
Yoduro Met. (kg/h)	2349	2349	0
Ácido acético (kg/h)	11803	2327	9476
Agua (kg/h)	2086	2071	15
Ácido propiónico (kg/h)	86	84	2
Caudal total (kg/h)	26940	17447	9493
Caudal volumétrico (m³/h)	13470	8723,5	10,046
Estado	Gas	Gas	Líquido

Nº platos	11
P_{condensador} (bar)	1,013
P_{reboiler} (bar)	1,013
Tipo de condensador	Parcial
T_{condensador} (°C)	99,74
T_{reboiler} (°C)	117,8
Relación reflujo	9

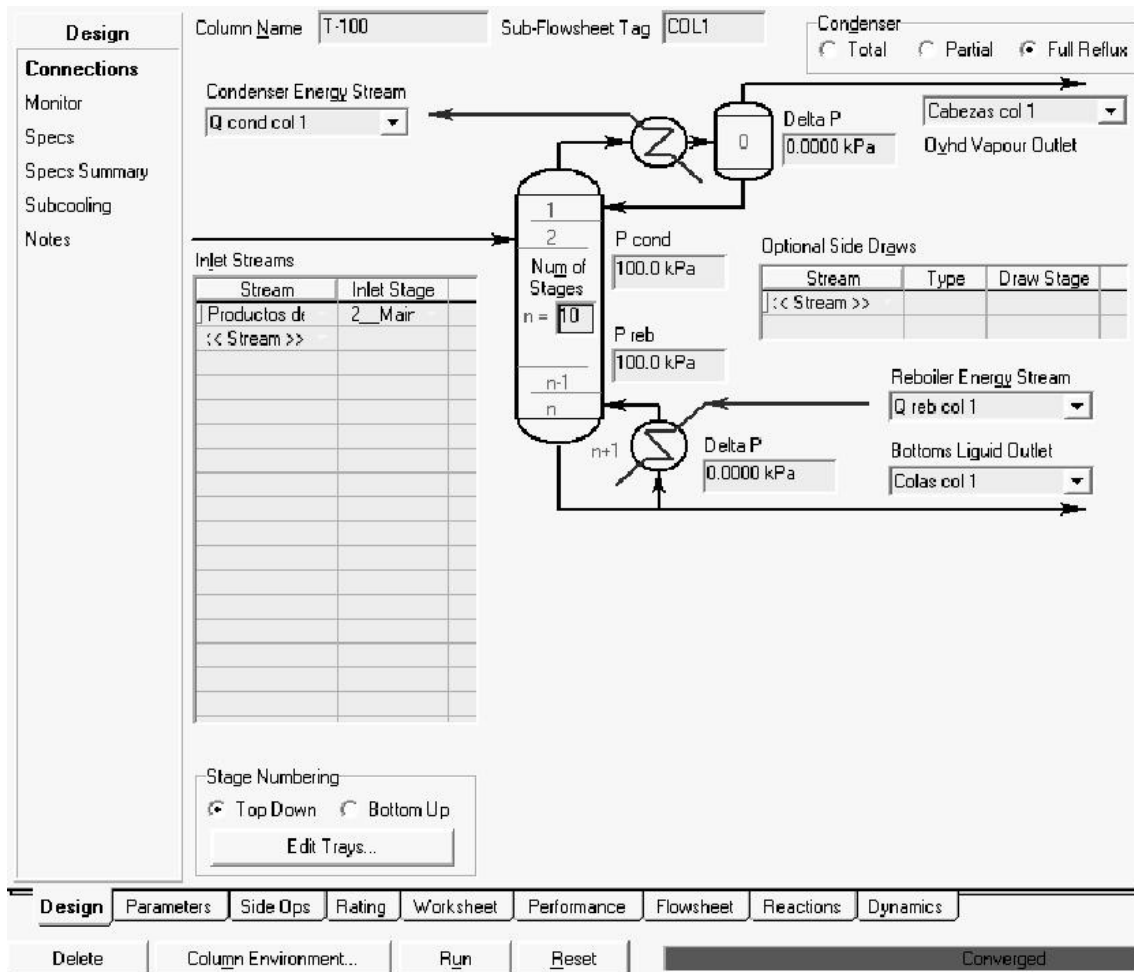


FIGURA 11: Página principal del subprograma de Hysys "Distillation Column"

Con los datos introducidos Hysys ya es capaz de resolver de forma rigurosa la columna; en caso de no ajustarse las composiciones de salida a las de recuperación necesarias, se reacondicionarán los parámetros de operación. Hysys deja para ello dos grados de libertad, en este caso se ha optado por modificar la relación de reflujo y el caudal molar de destilado para obtener las especificaciones deseadas a la salida. El procedimiento de cálculo puede seguirse con la opción "monitor" de la pestaña "Design" y así comprobar si los resultados obtenidos por el simulador son lógicos.

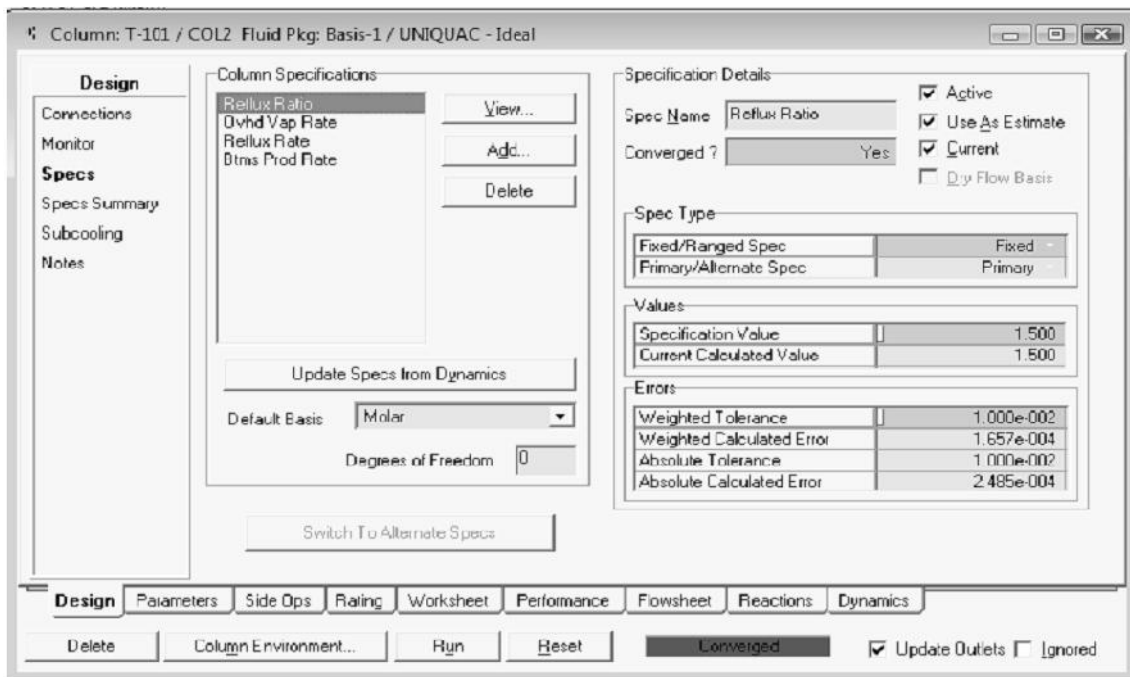


FIGURA 11: Página del subprograma de Hysys “Distillation Column” donde se modifican los parámetros para ajustar las especificaciones

Una vez que ha convergido la columna, se pueden ver como varían los diferentes parámetros de operación a lo largo de esta, de forma gráfica; estas gráficas se pueden ver en la opción “Plots” de la pestaña “Performance”. Las figuras que siguen son algunas de las figuras que se generan en este caso.

Las figuras que siguen exponen los datos del caso que nos compete. A la vista de ellas podemos apreciar una evolución lógica y plausible de los caudales de vapor y líquido en la columna (fig. 13); así como la evolución del perfil de temperaturas (fig. 14), más baja en el condensador que en el reboiler, ya que es más rico en componentes ligeros con un punto de ebullición inferior; y las composiciones a lo largo de la columna, enriqueciéndose en componentes más pesados cuanto más cercanos al reboiler.

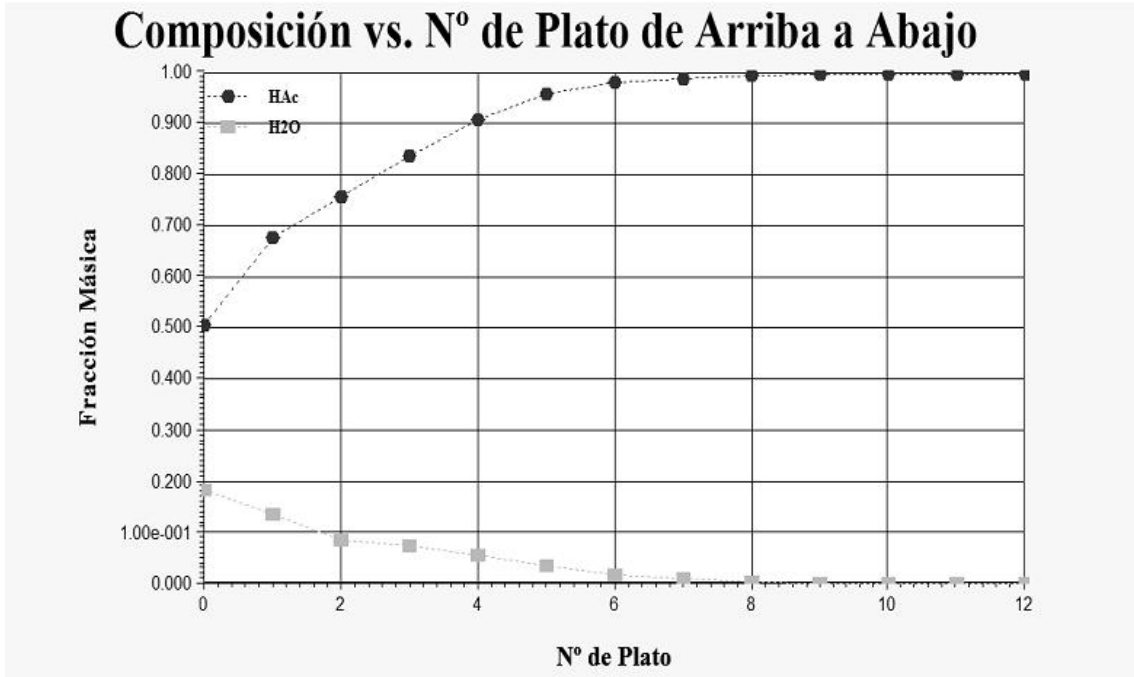


FIGURA 12: Gráfica de la evolución de la fracción másica de agua y HAc a los largo de la columna, estos dos son los componentes clave ligero y clave pesado en la separación

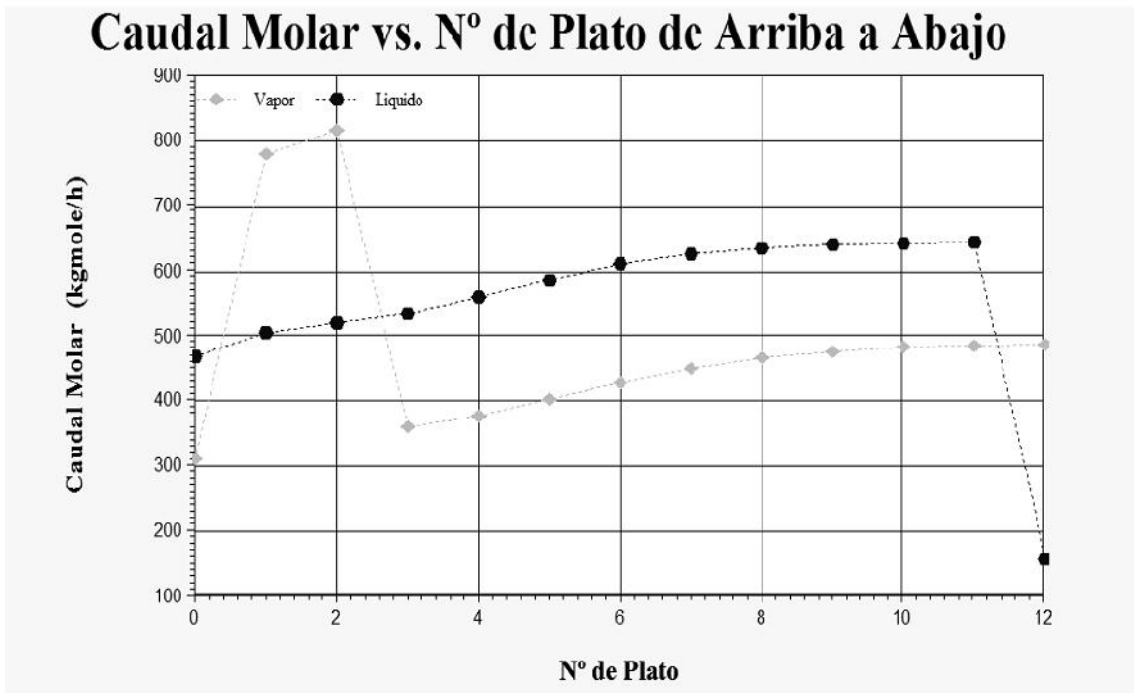


FIGURA 13: Gráfica de la evolución del caudal molar de vapor y líquido a lo largo de la columna

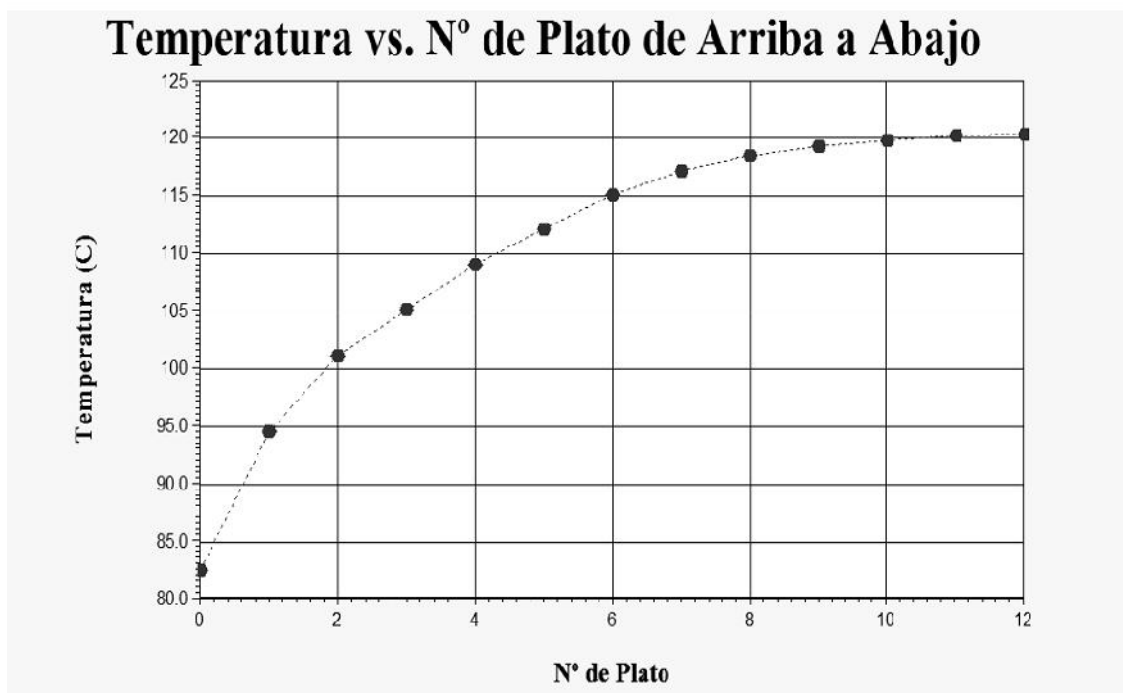


FIGURA 14: Perfil de temperaturas a lo largo de la columna

4.2- Columna de absorción

Diseño de la columna de absorción por el método “Absorber”.

Para el diseño de la columna de absorción aplicando este proceso de cálculo hay que seguir los siguientes pasos:

- Indicar cuáles son las corrientes de entrada y salida de materia de la columna (las corrientes de alimentación tienen que estar perfectamente definidas).
- Introducir el número de etapas que tiene la columna.
- Indicar las presiones de cabezas y colas.
- Indicar las temperaturas aproximadas de cabezas y colas.

Con los datos introducidos Hysys ya es capaz de resolver de forma rigurosa la columna, en caso de no ajustarse las composiciones de salida a las de recuperación necesarias habrá que acondicionar las entradas o aumentar el número de etapas para conseguir las especificaciones deseadas.

N° etapas	7
P_{cabeza} (bar)	1,5
P_{colas} (bar)	1,5
T_{cabezas} (°C)	5,1
T_{colas} (°C)	8,1

	Caudal de entrada 2 (kg/h)	Caudal de entrada 34 (kg/h)	Caudal de salida (kg/h)
Metanol (kg/h)	5075	0	5057
CO (kg/h)	0	352	2
Acetato Met. (kg/h)	0	289	289
Yoduro Met. (kg/h)	0	36	36
Ácido acético (kg/h)	0	1	1
Agua (kg/h)	0	10	10
Ácido propiónico + Gases (kg/h)	0	78	1
Caudal total (kg/h)	5075	766	5396
Caudal volumétrico (m³/h)	6,498	255,333	6,770
Estado	Líquido	Gas	Líquido

De la columna de absorción también sale la corriente de gases a la cámara de combustión.

Gases	Caudal (kg/h)
Metanol	18,277
Monóxido de carbono	356,89
Dióxido de carbono	67,8
Metano	8,94

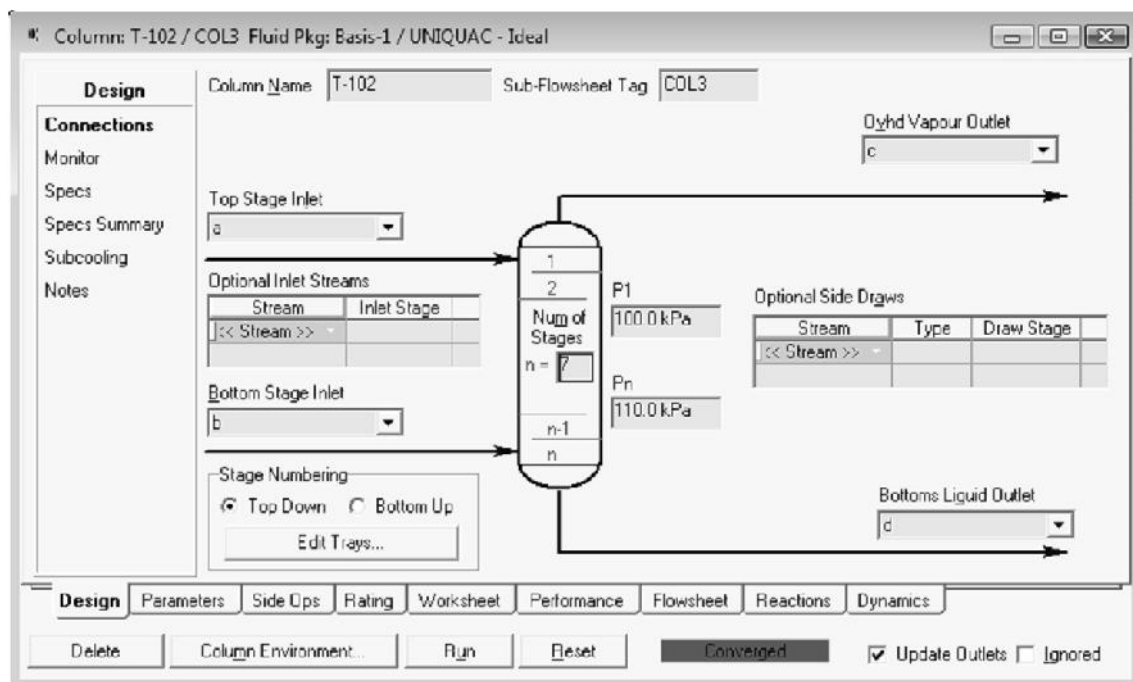


FIGURA 15: Página principal del subprograma de Hysys "Absorber"

Una vez ha convergido la columna, se puede ver como varían los diferentes parámetros de operación a lo largo de esta, de forma gráfica; estas gráficas se

pueden ver en la opción “Plots” de la pestaña “Performance”. Las figuras que siguen son algunas de las gráficas que se generan en este caso.

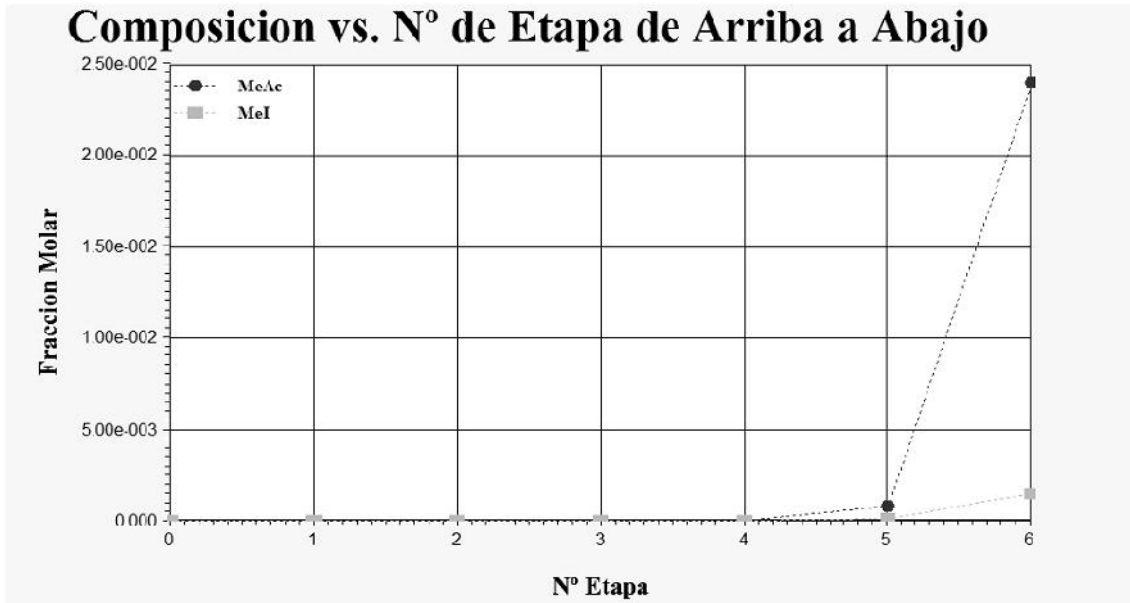


FIGURA 15: Gráfica de la evolución de la fracción molar de MeI y MeAc a lo largo de la columna; estos dos son los componentes que queremos recuperar principalmente

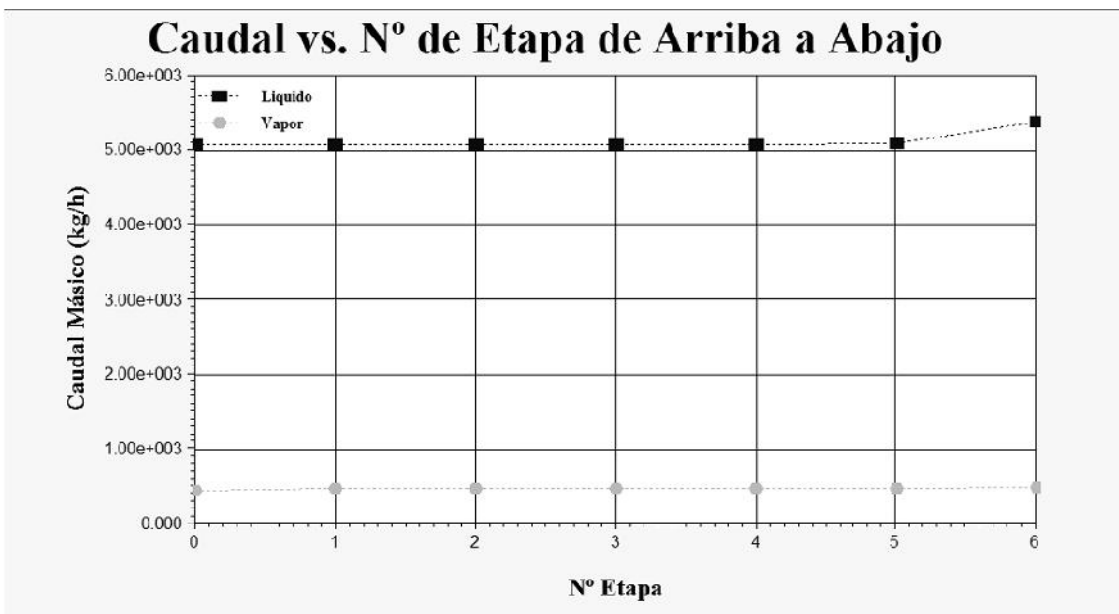


FIGURA 16: Gráfica de la evolución del caudal másico de vapor y líquido a lo largo de la columna

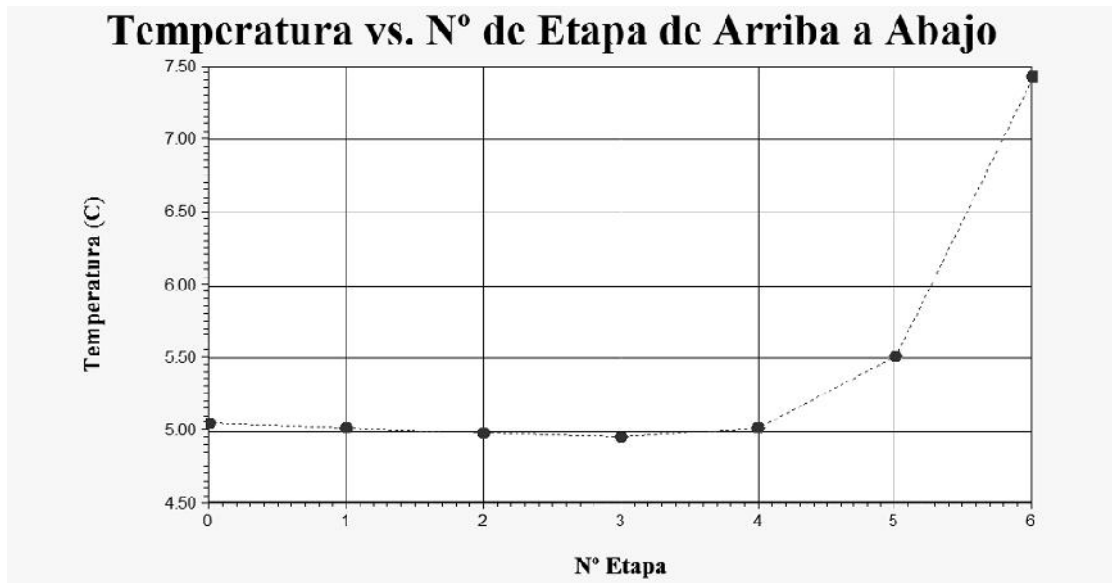


FIGURA 17: Perfil de temperaturas a lo largo de la columna

Las figuras que preceden estas líneas muestran los datos del caso que nos compete. A la vista de ellas podemos apreciar una evolución lógica de los caudales de vapor y líquido en la columna (fig. 16); así como la evolución del perfil de temperaturas (fig.17).

Dimensionado de las columnas

El dimensionado se hace con la utilidad de Hysys comentada anteriormente, para proceder a ello hay que:

1. En la opción "Setup" de la pestaña "Design" indicar:
 - Cual es la columna a dimensionar.
 - Dentro de la columna que sección queremos dimensionar.
 - El tipo de columna que es (en caso de ser de platos indicar si es de agujeros, válvulas o campanas).

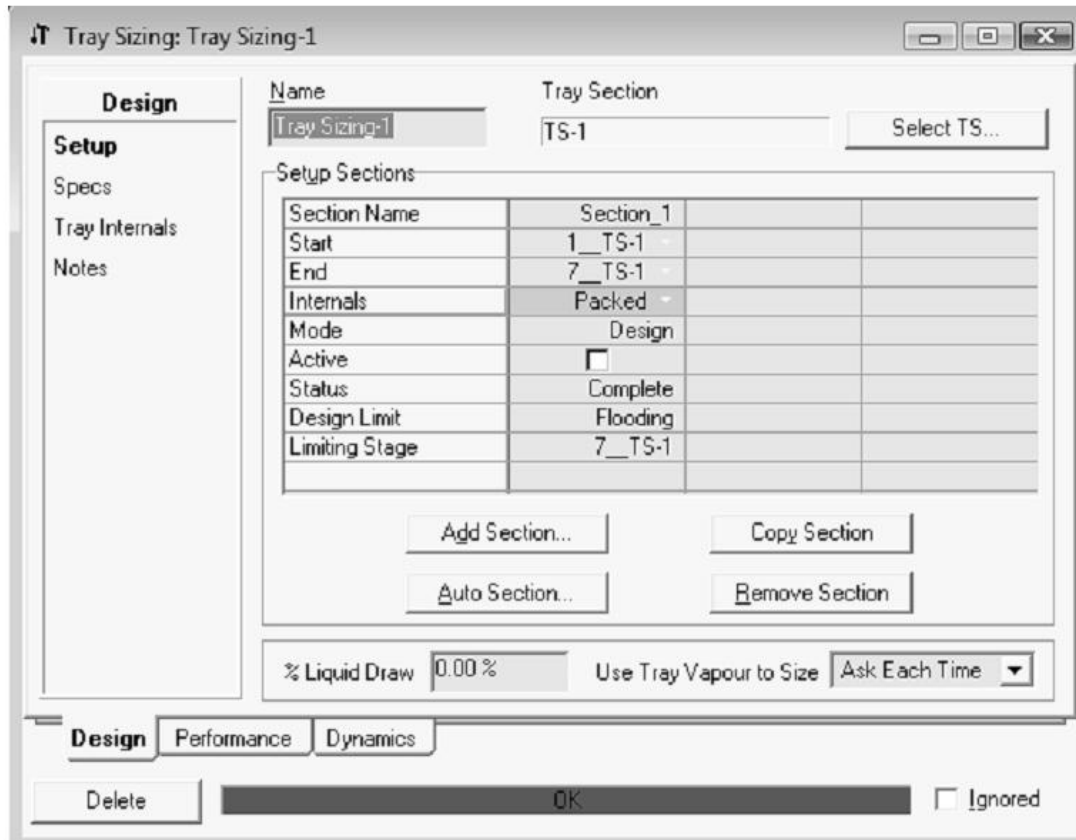


FIGURA 18: Página principal de la utilidad de Hysys "Tray Sizing"

2. En la opción "Specs" de la pestaña "Design" para el caso de una columna de relleno se especificará:
 - Cual es el tipo de relleno.
 - La correlación que se utiliza para el cálculo.
 - El factor de formación de espumas.
 - El porcentaje de inundación máximo.

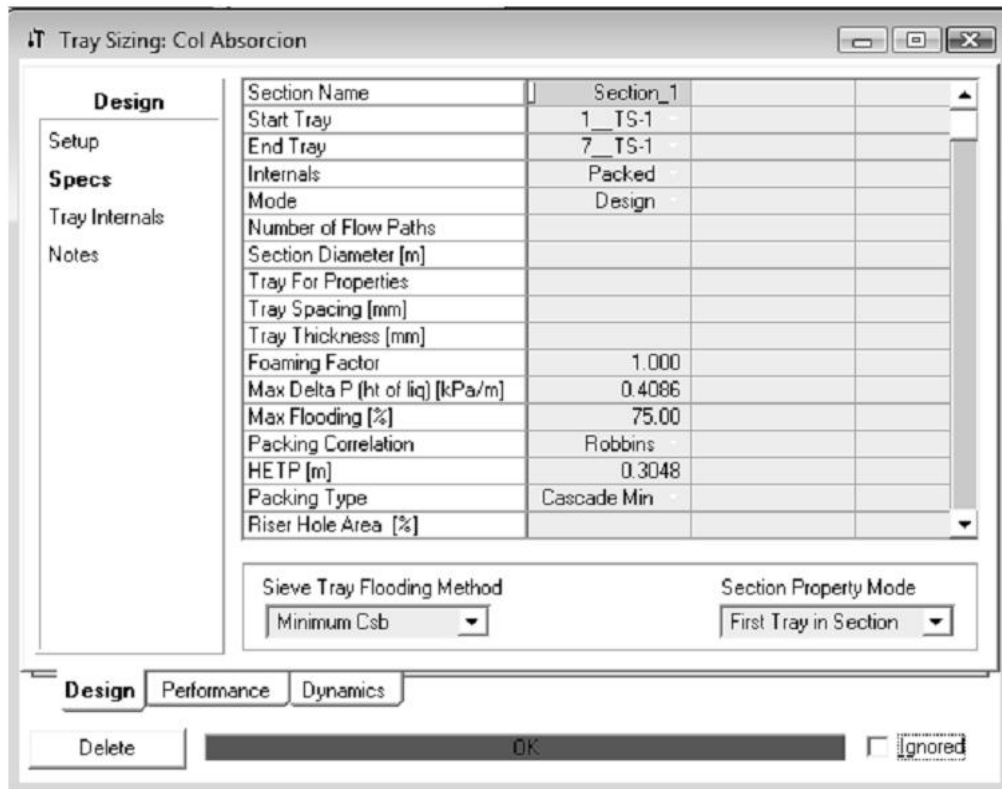


FIGURA 19: Página de especificaciones para una columna de relleno de la utilidad de Hysys "Tray Sizing"

3. En la opción "Specs" de la pestaña "Design" para el caso de una columna de platos se especificará:
 - Cual es la distancia entre platos.
 - El grosor del plato.
 - El factor de formación de espumas.
 - El porcentaje de inundación máximo.

Cambiando las especificaciones ajustaremos las dimensiones de los diferentes elementos de las columnas para conseguir un funcionamiento lo más óptimo posible. En la figura anterior y la que sigue se muestran las especificaciones para la columna de relleno y la de platos respectivamente.

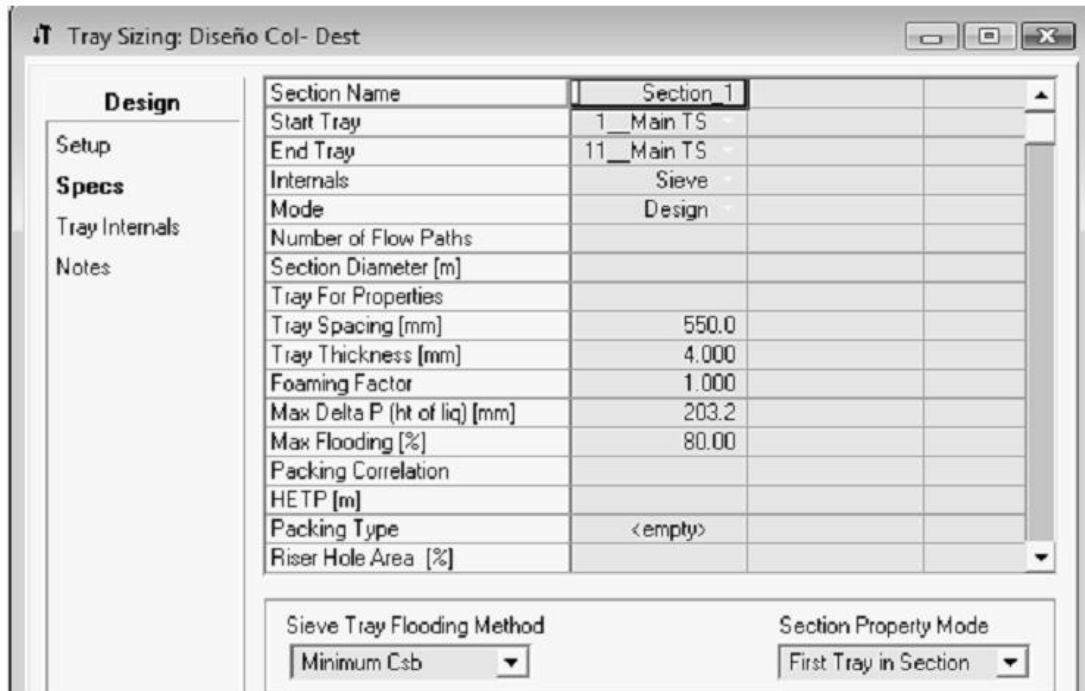


FIGURA 20: Página de especificaciones para una columna de platos de la utilidad "Tray Sizing"

Los resultados de los cálculos realizados por el subprograma de Hysys que se muestran en las siguientes dos figuras son los de la columna de relleno y de platos respectivamente, estos se localizan en la opción "Results" de la pestaña "Performance".

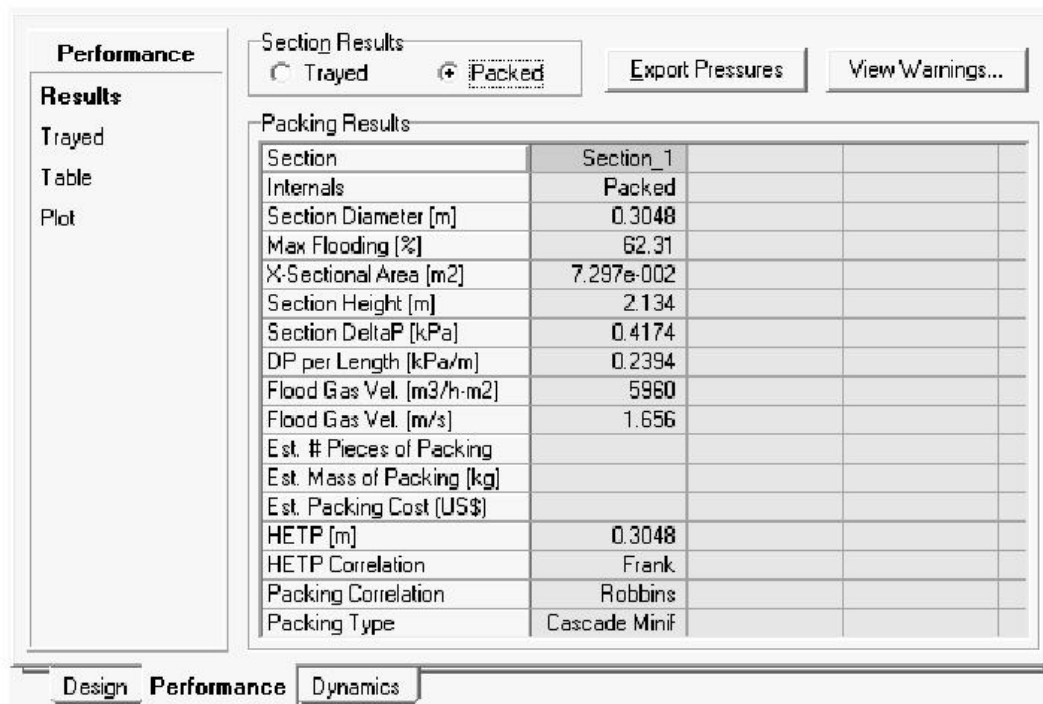


FIGURA 21: Página de los resultados de especificaciones para una columna de relleno de la utilidad "Tray Sizing"

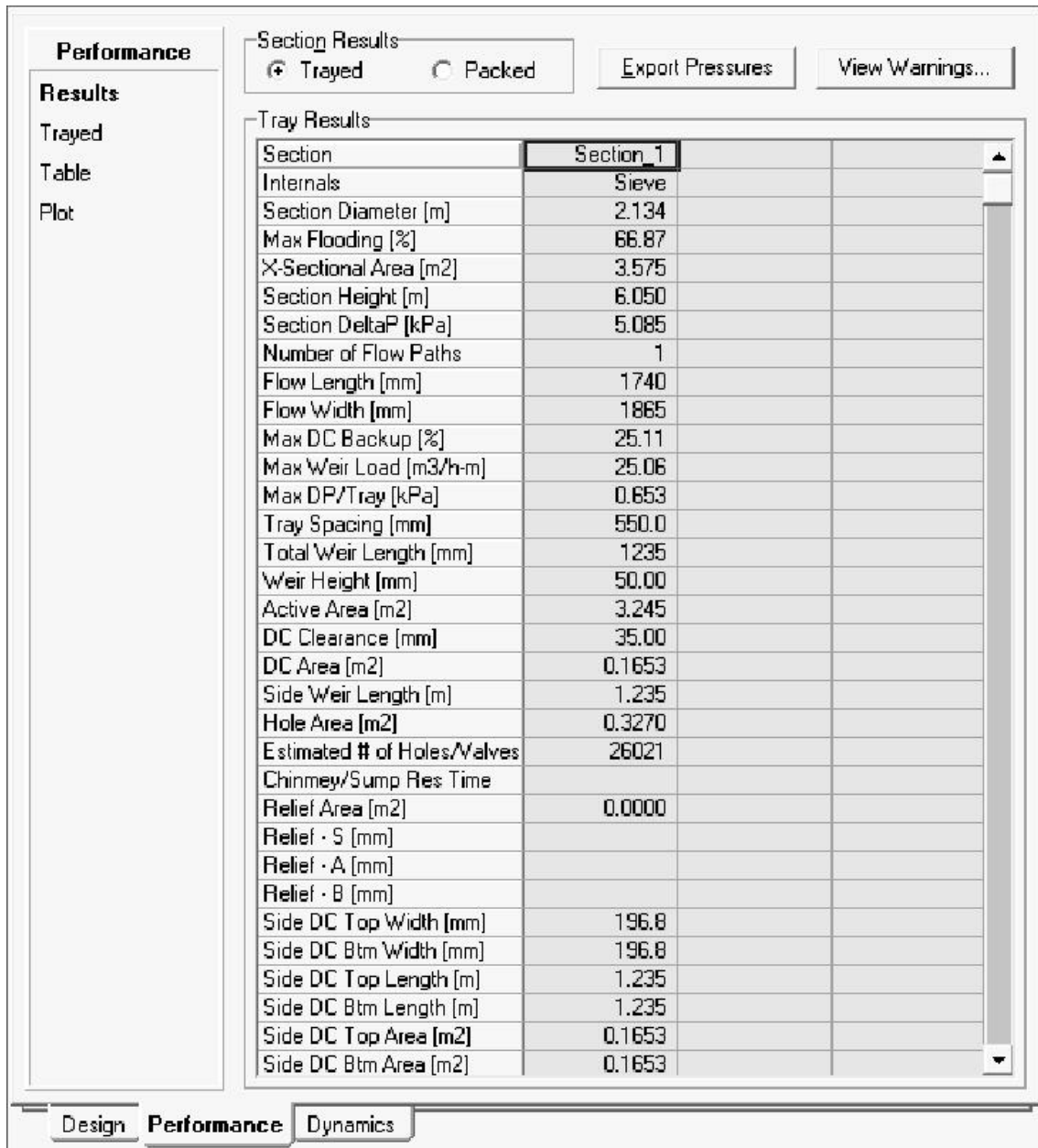


FIGURA 22: Página de resultados de especificaciones para una columna de platos de la utilidad "Tray Sizing"

Diseño mecánico de las columnas

Para realizar el diseño mecánico de las columnas se ha seguido el procedimiento indicado en el código ASTM ASME como ya se comentó anteriormente; a continuación se presentan las tablas con los resultados de los cálculos:

Columna de platos		Columna de relleno	
$P_{interna}$ (bar)	1	$P_{interna}$ (bar)	3
$P_{externa}$ (bar)	1	$P_{externa}$ (bar)	1
t_{fondos} (mm)	8	t_{fondos} (mm)	3
$t_{cilindro}$ (mm)	5	$t_{cilindro}$ (mm)	3

Donde:

P: presión, bar.

t: grosor de chapa, mm.

5- DISEÑO DE INTERCAMBIADORES DE CALOR

5.1- Intercambiadores sin cambio de fase

En la planta disponemos de diferentes tipos de intercambiadores en función del área de intercambio necesaria (A). Utilizaremos de carcasa y tubos para $A > 40 \text{ m}^2$ y de doble tubo para $A < 40 \text{ m}^2$. Ambos modelos son los más utilizados industrialmente por su bajo coste y por su funcionamiento simple.

Intercambiadores de carcasa y tubos

1.- Balance térmico:

$$Q = m_{\text{fluido proceso}} \cdot Cp_{\text{fluido proceso}} \cdot \Delta T_{\text{fluido proceso}} \quad (33)$$

2.- Para circulación en contracorriente (como es el caso de todos nuestros cambiadores):

$$T_{ml} = \frac{\Delta T_1 - \Delta T_2}{\ln \left(\frac{\Delta T_1}{\Delta T_2} \right)} \quad (34)$$

3.- Corrección de ΔT_{ml} :

$$T_{ml,C} = T_{ml} \cdot F \quad (35)$$

Se determina F gráficamente, función del número de pasos por tubos y por carcasa.

Si $F < 0,8$ Aumentar n_s (pasos por carcasa)

Si $F > 0,8$ Corregir ΔT_{ml}

4.- Suponer coeficientes de intercambio globales, individuales y factores de ensuciamiento.

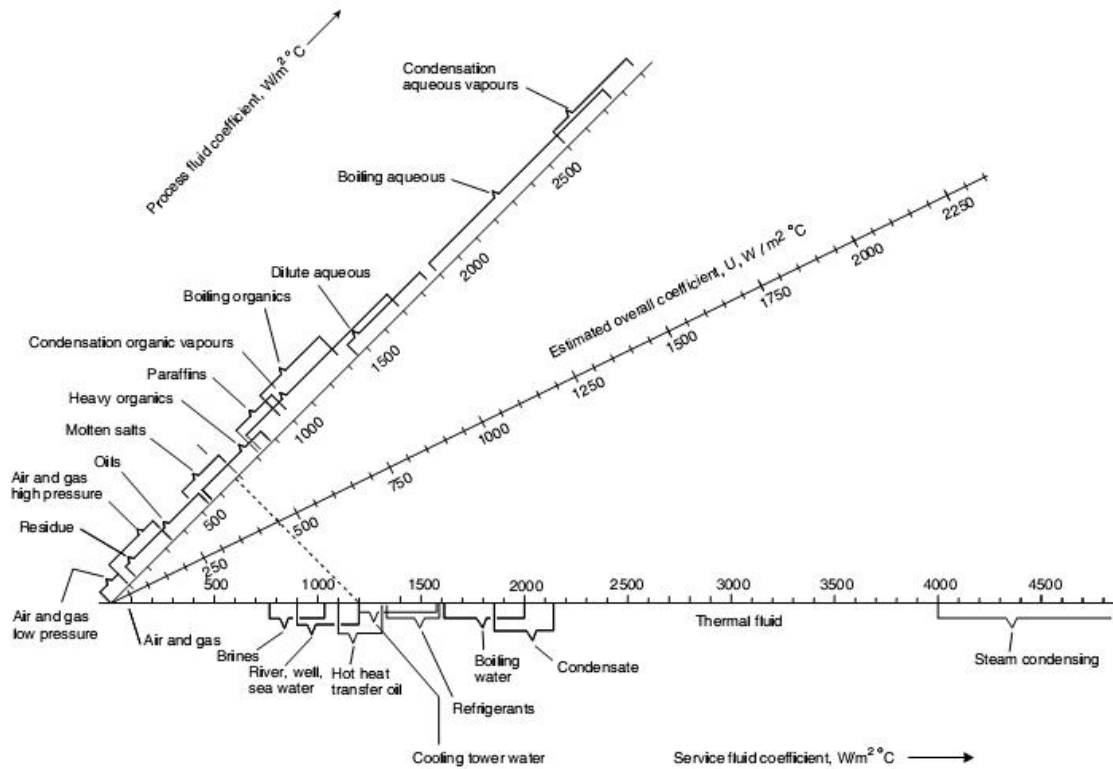


FIGURA 24: Gráfico de coeficientes generales de transmisión de calor

Fluid	Coefficient (W/m ² °C)	Factor (resistance) (m ² °C/W)
River water	3000–12,000	0.0003–0.0001
Sea water	1000–3000	0.001–0.0003
Cooling water (towers)	3000–6000	0.0003–0.00017
Towns water (soft)	3000–5000	0.0003–0.0002
Towns water (hard)	1000–2000	0.001–0.0005
Steam condensate	1500–5000	0.00067–0.0002
Steam (oil free)	4000–10,000	0.0025–0.0001
Steam (oil traces)	2000–5000	0.0005–0.0002
Refrigerated brine	3000–5000	0.0003–0.0002
Air and industrial gases	5000–10,000	0.0002–0.0001
Flue gases	2000–5000	0.0005–0.0002
Organic vapours	5000	0.0002
Organic liquids	5000	0.0002
Light hydrocarbons	5000	0.0002
Heavy hydrocarbons	2000	0.0005
Boiling organics	2500	0.0004
Condensing organics	5000	0.0002
Heat transfer fluids	5000	0.0002
Aqueous salt solutions	3000–5000	0.0003–0.0002

FIGURA 25: Valores típicos de los factores de ensuciamiento

5.- Calcular el área total (A_t) de intercambio:

$$A_t = \frac{Q}{U \cdot \Delta T_{ml,C}} \quad (36)$$

6.- Suponemos: diámetro interno (d_i) y externo (d_o), longitud (L) y espesor de los tubos (t). Utilizando tablas de medidas estándar de tubos.

7.- Distribución de los tubos:

Se define “pitch” como la distancia entre tubos. Hay tres tipos de distribución: triangular, cuadrada y romboidal. El pitch triangular proporciona una velocidad más elevada de transferencia pero el cuadrado es más fácil de limpiar.

$$pt = 1,25 \cdot d_o \quad (37)$$

8.- Elección del tipo de carcasa, cálculo del diámetro del haz de tubos (D_b) y cálculo del diámetro de carcasa:

$$D_b = d_o \cdot \left(\frac{N_t}{K_1}\right)^{1/n_1} \quad (38)$$

$$N_t = \frac{A_t}{A_l} = \frac{A_t}{\pi \cdot d_o \cdot L} \quad (39)$$

K_1 y n_1 son constantes adimensionales tabuladas, en la siguiente figura.

Triangular pitch, $p_t = 1.25d_o$					
No. passes	1	2	4	6	8
K_1	0.319	0.249	0.175	0.0743	0.0365
n_1	2.142	2.207	2.285	2.499	2.675
Square pitch, $p_t = 1.25d_o$					
No. passes	1	2	4	6	8
K_1	0.215	0.156	0.158	0.0402	0.0331
n_1	2.207	2.291	2.263	2.617	2.643

FIGURA 26

A partir de D_b y del tipo de carcasa elegido obtenemos D_s gráficamente, mediante la siguiente figura:

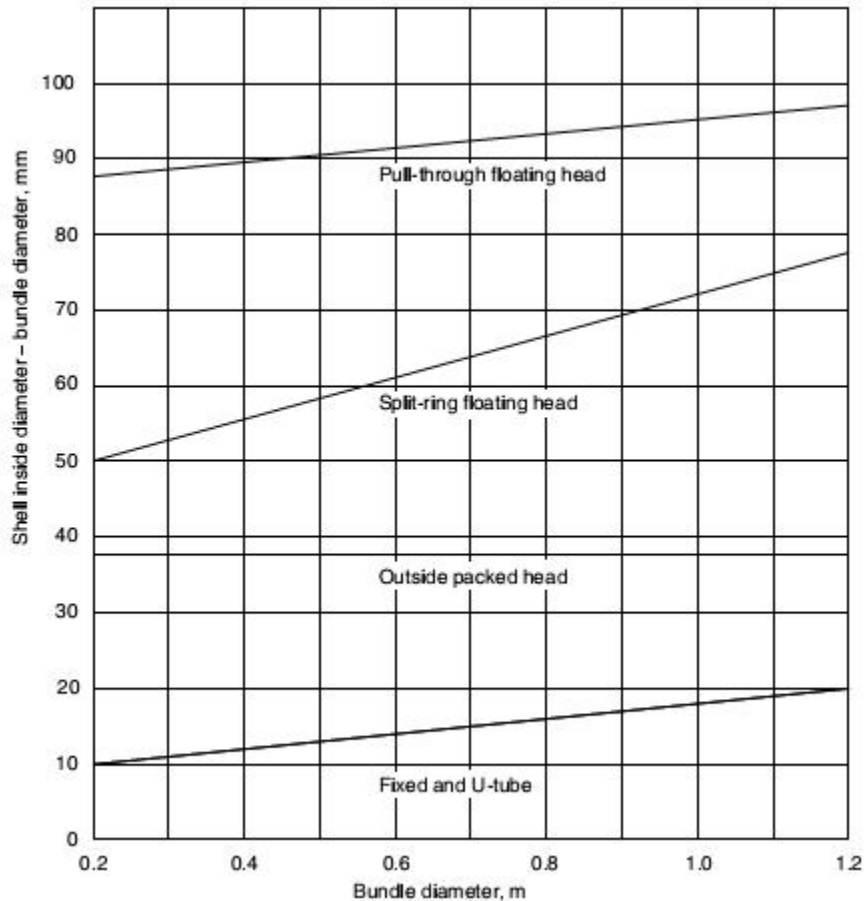


FIGURA 27

A continuación se comprueba que la relación L/D_s se encuentre entre 4-6. En caso de que no se cumpla esta relación:

Si $L/D_s < 4$ se supone un L mayor

Si $L/D_s > 6$ se supone un L menor

En ambos casos hay que recalcular D_b y D_s .

9.- Cálculo de la velocidad de paso por tubos (u_t):

$$u_t = \frac{m_t}{\rho \cdot A_{\text{paso1tubo}} \cdot N_{pt}} \quad (40)$$

Donde:

m_t : caudal másico por los tubo, kg/s.

ρ : densidad del fluido que pasa por los tubos, kg/m^3 .

$$A_{\text{paso1tubo}} = \frac{\pi}{4} \cdot d_i^2, \quad \text{m}^2$$

$$N_{tp} = \frac{N_t}{n_{pt}}$$

N_{pt} : número de pasos por tubos.

N_{tp} : número de tubos por paso.

10.- Determinación del número de diafragmas y separación entre ellas:

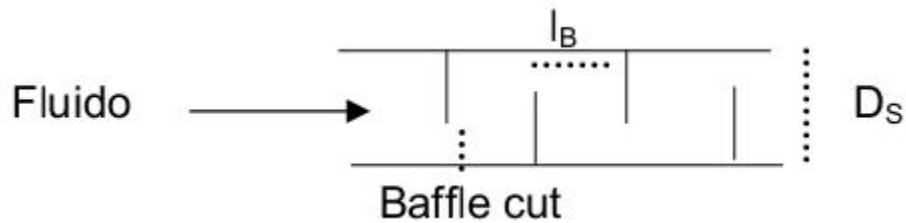


FIGURA 28

Donde:

l_B : espaciado entre pantallas o diafragmas, $l_B \approx 0,2 - D_s$

H_b distancia entre el diafragma y la carcasa, $H_b = 0,15 - 0,45 \cdot D_s$

El número de pantallas es: $N_B = \frac{L}{l_B} - 1$

11.- Corrección de U :

$$U = \frac{Q}{A \cdot \Delta T_{ml,C}} \quad (A = N_t \cdot \pi \cdot d_o \cdot L) \quad (41)$$

12.- Cálculo de coeficientes individuales de transferencia de calor y determinación de factores de ensuciamiento, para determinación de U :

13.- Coeficiente por el lado de los tubos:

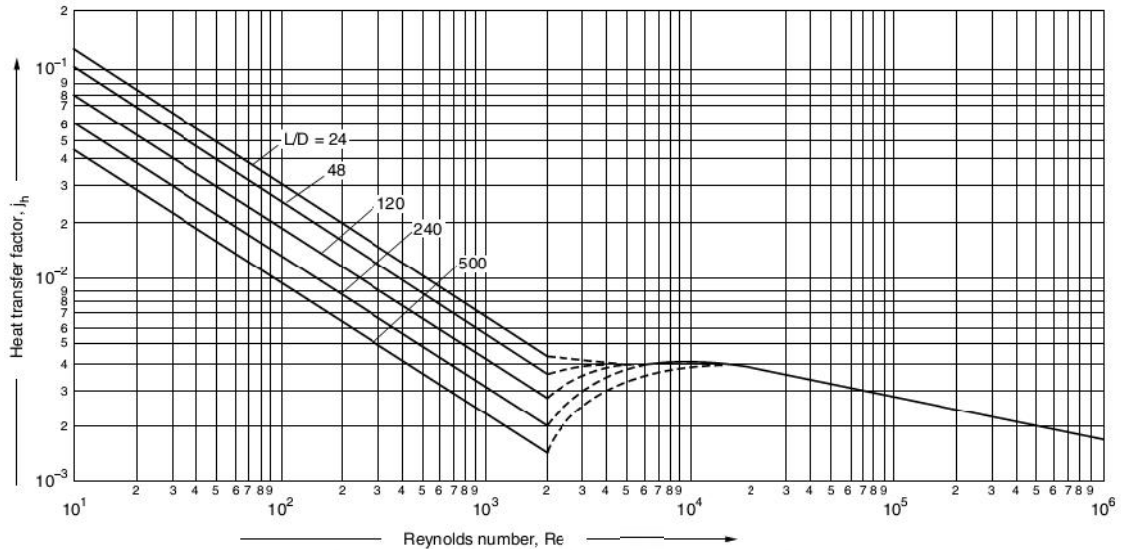
$$A_{pasotubo} = N_t \cdot \frac{A_{pasotubo}}{n_{pt}} \quad (42)$$

$$d_{eq} = d_i$$

$$G_{tubo} = \frac{m_t}{A_{pasotubo}} \quad (43)$$

$$Re_t = \frac{d_i \cdot G_{tubo}}{\mu}; \quad Pr_t = \frac{Cp \cdot \mu}{k} \quad (44) \text{ y } (45)$$

Determinación gráfica de j_h :


 FIGURA 29: Gráfico para el cálculo de j_h en función del Re

$$h_t = j_h \cdot Re_t \cdot Pr_t^{0,33} \cdot \left(\frac{\mu}{\mu_w}\right)^{0,14} \quad (44)$$

Para determinar la viscosidad en la pared (μ_w), en la bibliografía, calculamos la temperatura en la pared (t_w) a partir de la siguiente ecuación:

$$h_{t,aprox} \cdot (t_w - t) = U \cdot (T - t) \quad (45)$$

Donde:

$h_{t,aprox}$: coeficiente individual aproximado, calculado sin tener en cuenta el efecto de la variación de la viscosidad, $W/m^2 \cdot ^\circ C$.

U : coeficiente global corregido, $W/m^2 \cdot ^\circ C$.

T : temperatura media de la carcasa en el proceso, $^\circ C$.

t : temperatura media de los tubos en el proceso, $^\circ C$.

14.- Coeficiente por el lado de carcasa:

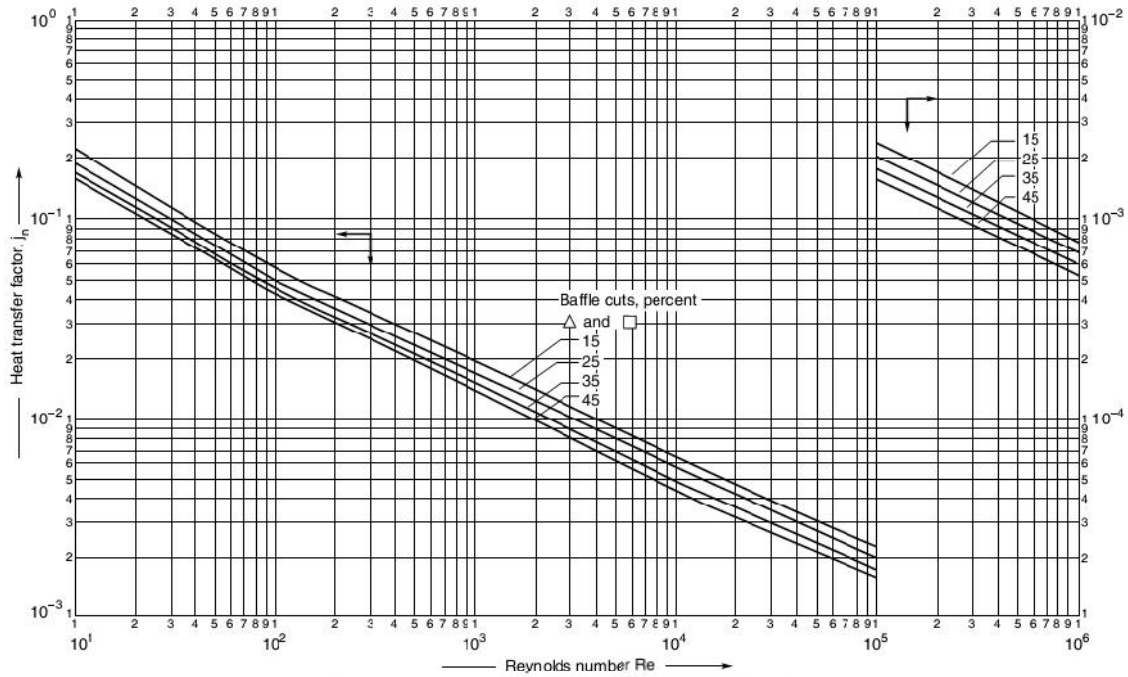
$$A_{st} = \frac{l_B \cdot D_s \cdot (pt - d_o)}{pt \cdot n_{ps}} \quad (46)$$

$$G_s = \frac{M_s}{A_{st}}; \quad u_s = \frac{M_s}{A_{st} \cdot \rho_s} \quad (47) \text{ y } (48)$$

$$d_e = \frac{1,27}{d_o} \cdot (pt^2 - 0,785d_e^2) \quad (49)$$

$$Re_s = \frac{d_e \cdot G_s}{\mu_s}; \quad Pr_s = \frac{Cp \cdot \mu}{k} \quad (50) \text{ y } (51)$$

Determinación gráfica de j_h :


 FIGURA 30: Cálculo de j_h a partir del Re para carcasa

$$h_s = j_h \cdot Re_s \cdot Pr_s^{0,33} \cdot \left(\frac{\mu}{\mu_w}\right)^{0,14} \quad (52)$$

Ahora podemos obtener U referido al área externa, a partir de los coeficientes individuales:

$$\frac{1}{U_R} = \frac{1}{h_s} + \frac{1}{h_{RS}} + \frac{d_o \cdot \ln\left(\frac{d_o}{d_i}\right)}{2 \cdot k_{acero}} + \frac{d_o}{d_i} \cdot \frac{1}{h_{Rt}} + \frac{d_o}{d_i} \cdot \frac{1}{h_t} \quad (53)$$

Antes de continuar calculamos el sobredimensionamiento como:

$$\% \text{ sobredimensionamiento} = \frac{U_R - U_{supuesto}}{U_{supuesto}} \cdot 100 \quad (54)$$

La U_R debe ser entre un 0-15% superior a la $U_{supuesta}$ inicialmente, en caso de que no entre en este rango, hay que volver a suponer una U , es decir, al paso número 4.

15.- Cálculo de las pérdidas de presión:

- Pérdidas de presión en los tubos:

$$P_t = n_{pt} \cdot \left(8 \cdot j_f \cdot \left(\frac{L}{d_i}\right) \cdot \left(\frac{\mu}{\mu_w}\right)^{-m} + 2,5\right) \cdot \frac{\rho \cdot u_t^2}{2} \quad (55)$$

- Pérdidas en la carcasa:

$$P_s = n_s \cdot 8 \cdot j_f \cdot \left(\frac{D_s}{d_e}\right) \cdot \left(\frac{L}{l_B}\right) \cdot \frac{\rho \cdot u_s^2}{2} \cdot \left(\frac{\mu}{\mu_w}\right)^{-0,14} \quad (56)$$

Los resultados obtenidos son los siguientes:

IC-101: Intercambiador donde se enfría el metanol antes de entrar a la columna de absorción. Las propiedades de los fluidos de proceso y de servicio, para el intervalo de temperaturas son:

Propiedades	MeOH		AGUA/EG (10% peso)	
	TUBOS		CARCASA	
	Entrada	Salida	Entrada	Salida
Fase	L	L	L	L
T (°C)	20	5	0	7
Presión (Pa)	$1,01 \cdot 10^5$		$1,01 \cdot 10^5$	
m (kg/s)	1,41	1,41	2,73	2,73
ρ (kg/m ³)	780,81	806,55	1038,8	1033,6
μ (kg/m·s)	$5,08 \cdot 10^{-4}$	$7,36 \cdot 10^{-4}$	$1,95 \cdot 10^{-3}$	$1,65 \cdot 10^{-3}$
Cp (J/kg·°C)	$3,62 \cdot 10^3$	$3,55 \cdot 10^3$	$4,01 \cdot 10^3$	$3,96 \cdot 10^3$
k (W/m·°C)	0,1776	0,1881	0,5614	0,5726

Para determinar el caudal necesario de fluido refrigerante: hemos calculado el calor liberado al disminuir la temperatura de metanol hasta 5 °C y hemos fijado el salto térmico del agua de servicio.

$$Q = m_{MeOH} \cdot Cp_{MeOH} \cdot \Delta T_{MeOH} = 76542 \text{ W}$$

A partir del balance de energía obtenemos el caudal de agua glicolada:

$$Q(W) = m_{MeOH} \cdot Cp_{MeOH} \cdot \Delta T_{MeOH} = m_{agua/EG} \cdot Cp_{agua/EG} \cdot \Delta T_{agua/EG}$$

$$m_{agua/EG} = \frac{76542}{3,99 \cdot 10^3 \cdot (7 - 0)} = 2,73 \frac{kg}{s}$$

A partir de la tabla anterior, obtenemos los siguientes resultados:

Propiedades tubos		Propiedades carcasa	
d_i (m)	0,0068	N_t	243
d_e (m)	0,0103	L (m)	2,5
S (m ²)	$3,664 \cdot 10^{-5}$	pt (m)	0,013
L (m)	2,5	K_1	0,158
t (m)	0,0017	n_1	2,263
A_1 (m ²)	0,0808	D_b (m)	0,264

$A_2 (m^2)$	19,6604	$t (m)$	0,09
N_t	243	$D_s (m)$	0,354
n_p	4	L/D	7,071
N_{tp}	61	$H_b (m)$	0,106
$u_t (m/s)$	0,997	N_B	11
$A_{tubo} (m^2)$	0,002	$l_B (m)$	0,212
$G_t (kg/m^2 \cdot s)$	632,792	A_{st}	0,008
Re_t	$6,95 \cdot 10^3$	n_{ps}	2
Pr_t	12,309	$G_s (kg/m^2 \cdot s)$	363,793
j_h	0,0039	$u_s (m/s)$	0,351
$t_w (^\circ C)$	10,205	$d_e (m)$	0,01
$h_{t,aprox} (W/m^2 \cdot ^\circ C)$	1961	Re_s	$2,5 \cdot 10^3$
$h_t (W/m^2 \cdot ^\circ C)$	1945	Pr_s	12,666
$h_{Rt} (W/m^2 \cdot ^\circ C)$	5000	j_h	0,011
j_f	0,0051	$h_s (W/m^2 \cdot ^\circ C)$	2910,65
$\Delta P_t (KPa)$	17,72	$h_{Rs} (W/m^2 \cdot ^\circ C)$	3000
		j_f	0,055
		$\Delta P_s (KPa)$	23,05

$\Delta T_{ml} (^\circ C)$	$\Delta T_{ml,C} (^\circ C)$	F	U ($W/m^2 \cdot ^\circ C$)	U_R ($W/m^2 \cdot ^\circ C$)	k_{acero} ($W/m \cdot ^\circ C$)	% sobredimensionamiento
8,37	7,79	0,93	500	556	45,05	11,1

La velocidad por tubos, u_t , es aproximadamente 1 m/s y la de carcasa, u_s , 0,4 m/s, la primera es ligeramente inferior al rango recomendado. Para aumentar la velocidad por tubos: se puede disminuir el diámetro de los tubos (aunque no es posible porque no hay tubos más pequeños) o aumentar el número de pasos por tubo (hay una relación entre N_t y ΔP_t , lo que impide aumentar la velocidad más).

El cabezal elegido es de tipo T, ya que es completamente desmontable y facilita la limpieza, en el caso de que se acumule suciedad en tubos u óxidos, de la corrosión producida por el ácido formado en el proceso.

Para dimensionar intercambiadores de **doble tubo** (sin cambio de fase), seguimos el siguiente procedimiento.

- 1.- Calculamos el calor a intercambiar mediante la ecuación (33), expuesta en el anterior apartado.
- 2.- Calculamos ΔT_{ml} , suponiendo flujo en contracorriente, mediante al ecuación (34).
- 3.- Calcular la media aritmética de las temperaturas para evaluar las propiedades físicas.

$$T_c = \frac{T_1 + T_2}{2} \quad \text{Medi de temperatura del fluido caliente}$$

$$t_c = \frac{t_1 + t_2}{2} \quad \text{Me. de temperatura del fluido frío}$$

- Referido a los tubos:

4.- Área de flujo (m²):

$$a_p = \pi \cdot \frac{d_i^2}{4} \quad (56)$$

5.- Velocidad de masa (kg/m²·s):

$$G_p = \frac{m_t}{a_p} \quad (58)$$

6.- Buscar en bibliografía la viscosidad (μ_c) a la temperatura del fluido que va por tubos. Calcular el número de Reynolds:

$$Re = \frac{D \cdot G_p}{\mu_c} \quad (59)$$

7.- Determinar gráficamente j_h , a partir del Re, mediante la figura (29).

8.- Calcular el Pr:

$$Pr = \frac{Cp_c \cdot \mu_c}{k_c} \quad (60)$$

9.- h_i (W/m²·°C)

$$h_i = j_h \cdot \left(\frac{k_c}{d}\right) \cdot \left(\frac{Cp_c \cdot \mu_c}{k_c}\right)^{1/2} \quad (61)$$

10.- Coeficiente de transferencia del fluido por el tubo exterior (W/m²·°C):

$$h_{io} = h_i \cdot \frac{d_i}{d_o} \quad (62)$$

- Referido al tubo anular:

4'.- Área de flujo (m^2):

$$a_a = \pi \cdot \frac{(d_2^2 - D_1^1)}{4} \quad (63)$$

$$d_e(m) = \frac{(d_2^2 - D_1^1)}{4} \quad (64)$$

5'.- Densidad de flujo ($kg/m^2 \cdot s$):

$$G_a = \frac{m_a}{a_a} \quad (65)$$

6'.- Buscar en bibliografía la viscosidad (μ_c) a la temperatura del fluido que va por tubos. Calcular el número de Reynolds:

$$Re = \frac{D \cdot G_a}{\mu_c} \quad (66)$$

7'.- Determinar gráficamente j_h , a partir del Re, mediante la figura (29).

8'.- Calcular el Pr:

$$Pr = \frac{Cp_c \cdot \mu_c}{k_c} \quad (67)$$

9'.- h_o ($W/m^2 \cdot ^\circ C$)

$$h_o = j_h \cdot \left(\frac{k_c}{d_e}\right) \cdot \left(\frac{Cp_c \cdot \mu_c}{k_c}\right)^{1/2} \quad (68)$$

- **Coefficientes totales:**

11.- Calcular el coeficiente de transferencia global, para ello consideramos despreciable la resistencia de la pared del tubo ($W/m^2 \cdot ^\circ C$):

$$U_c = \frac{h_i \cdot h_o}{h_i + h_o} \quad (69)$$

12.- Calcular el coeficiente global (U_D), teniendo en cuenta la resistencia a la transferencia por ensuciamiento o factor de obstrucción (R_d):

$$\frac{1}{U_D} = \frac{1}{U_C} + R_d \quad \text{Donde: } R_d = \frac{1}{h_{Rp}} + \frac{1}{h_{Ra}} \quad (70)$$

13.- Calcular el área total de transferencia (m^2):

$$A = \frac{Q}{U_D \cdot \Delta T} \quad (71)$$

$$L = \frac{A}{\pi \cdot D} \quad (72)$$

$$\text{Número horquillas} = \frac{L}{3,66} \quad (73)$$

- **Pérdidas de presión**
- Pérdidas de presión en los tubos:

14.- Calcular el factor f a partir de la siguiente ecuación:

$$f = 0,0035 + \frac{0,264}{\left(\frac{D \cdot G}{\mu}\right)^{0,42}} \quad (74)$$

15.- Calculamos ΔF_p , m , y ΔP_p , $kg/m^2 \cdot ^\circ C$.

$$F_p = \frac{4 \cdot f \cdot G^2 \cdot L}{2 \cdot g \cdot \rho^2 \cdot D} \quad (75)$$

$$P_p = F_p \cdot \rho \cdot g \quad (76)$$

- Pérdidas de presión por el tubo anular:

14'.- Calcular factor f .

$$d'_e = (d_2 - d_1) \quad (77)$$

$$Re'_a = \frac{d'_e \cdot G_a}{\mu} \quad (78)$$

$$f = 0,0035 + \frac{0,264}{(Re'_a)^{0,42}} \quad (79)$$

15'.- Calculamos ΔF_p , m , y ΔF_c , m .

$$F_p = \frac{4 \cdot f \cdot G^2 \cdot L}{2 \cdot g \cdot \rho^2 \cdot D} \quad (80)$$

$$F_c = \frac{v^2}{2 \cdot g} \quad (81)$$

16'.- Calcular la pérdida de presión de entrada, salida y por horquilla ($\text{kg/m}^2 \cdot \text{s}$):

$$P_p = (\Delta F_p + \Delta F_c) \cdot \rho \cdot g \quad (82)$$

Siguiendo la metodología obtenemos los siguientes resultados:

IC-301: Intercambiador donde se enfría el ácido acético antes de almacenarse (ya que $T_{\text{autoinflamación}} = 39 \text{ }^\circ\text{C}$). Las propiedades de los fluidos de proceso y de servicio, para el intervalo de temperaturas, son:

Propiedades	Gases salida reactores		Agua descalcificada	
	TUBO INTERIOR		TUBO ANULAR	
	Entrada	Salida	Entrada	Salida
Fase	L	L	L	L
T ($^\circ\text{C}$)	117	35	30	35
Presión (Pa)	$1,50 \cdot 10^5$		$1,01 \cdot 10^5$	
m (kg/s)	2,64	2,64	17	17
ρ (kg/m^3)	945,34	1048	1003,6	999,77
μ ($\text{kg/m} \cdot \text{s}$)	$2,74 \cdot 10^{-4}$	$8,71 \cdot 10^{-4}$	$7,97 \cdot 10^{-4}$	$7,18 \cdot 10^{-4}$
Cp ($\text{J/kg} \cdot \text{ }^\circ\text{C}$)	1720	1540	4220	4230
k ($\text{W/m} \cdot \text{ }^\circ\text{C}$)	0,145	0,172	0,618	0,625

De igual forma que en el diseño anterior (IC-101) calculamos el calor para intercambiar, y calculamos el caudal de fluido refrigerante es agua descalcificada (no es necesario que contenga etilenglicol porque las temperaturas de trabajo no lo requieren), y el salto térmico es de $5 \text{ }^\circ\text{C}$, que es el salto térmico óptimo para el mejor rendimiento del chiller.

Siguiendo la metodología de cálculo, obtenemos:

$\Delta T_{ml} \text{ (}^\circ\text{C)}$	27,53
$T_{C\text{media,tubos}} \text{ (}^\circ\text{C)}$	76
$t_{C\text{media,anular}} \text{ (}^\circ\text{C)}$	32,5

Tubo interior		Tubo anular	
d_i (m)	0,0525	d_i (m)	0,102
a_p (m ²)	0,00216	a_a (m ²)	0,00817
G_p (kg/m ² ·s)	1220	d_e (m)	0,113
μ_{TC} (kg/m·s)	$4,74 \cdot 10^{-4}$	G_a (kg/m ² ·s)	2080
Re_t	$1,35 \cdot 10^5$	Re_a	$4,78 \cdot 10^5$
j_h	0,0022	j_h	0,002
C_p (J/kg·°C)	1630	C_p (J/kg·°C)	4230
μ (kg/m·s)	$4,74 \cdot 10^{-4}$	μ (kg/m·s)	$7,50 \cdot 10^{-4}$
k (W/m·°C)	0,159	k (W/m·°C)	0,622
Pr	4,859	Pr	5,101
h_i (W/m ² ·°C)	2000	h_o (W/m ² ·°C)	11200
h_{io} (W/m ² ·°C)	1740		

A continuación calculamos el coeficiente de transferencia global (U_D), el área de intercambio (A) y el número de horquillas ($N_{horquillas}$) de 12 pies necesarias para llegar al intercambio.

Coeficientes globales	
U_C (W/m ² ·°C)	1510
R_D (m ² ·°C/W)	$2 \cdot 10^{-4}$
U_D (W/m ² ·°C)	1160
A (m ²)	3,716
L (m)	19,6
$N_{horquillas}$ (3,66 m)	6

Por último las pérdidas de presión calculadas (ΔP) y las velocidades (v) son:

Pérdidas de presión			
Tubo interior		Tubo anular	
f	0,00535	d_e' (m)	0,0419
ΔF_p (m)	$1,11 \cdot 10^{-6}$	f	0,00515
ΔP_p (kg/m·s ²)	$1,09 \cdot 10^{-2}$	ΔF_a (m)	$9,05 \cdot 10^{-6}$
ΔP_p (KPa)	$1,09 \cdot 10^{-5}$	ΔP_a (kg/m·s ²)	5050
v_p (m/s)	1,22	ΔP_a (KPa)	5,05
		v_a (m/s)	2,08

Las pérdidas de presión son despreciables.

5.2- Condensadores

El diseño de los condensadores es igual al de los intercambiadores, aunque con algunas diferencias:

- 1) Aparece un nuevo término en el balance de energía, relacionado con el calor latente de vaporización:

$$Q = m_{FR} \cdot Cp_{FR} \cdot (\Delta T)_{FR} = m_{gases} \cdot Cp_{gases} \cdot (\Delta T)_{gases} + m_{LC} \cdot \lambda_{LC} \quad (83)$$

Donde:

FR: referido al líquido refrigerante.

LC: referido al líquido condensado.

- 2) El coeficiente de calor individual se calcula a partir de las siguientes ecuaciones, en función de por donde pase el fluido que condensa:

Si el fluido que condensa pasa por los tubos horizontales, calculamos h_t como:

$$h_t = 0,761 \cdot \left(\frac{L \cdot K_L^3 \cdot \rho_L \cdot (\rho_L - \rho_v) \cdot g}{m_t \cdot \mu_L} \right)^{1/3} \quad (84)$$

Donde:

L: longitud del tubo, m.

K, ρ y μ : propiedades físicas del líquido, W/m \cdot °C, kg/m³ y kg/m \cdot s.

g: gravedad, m/s².

m_t : caudal másico que pasa por tubo y por unidad de longitud, kg/m \cdot s.

Si el fluido que condensa pasa por la carcasa, calculamos h_s como:

$$h_s = 3,75 \cdot 10^{-5} \cdot P_c^{0,69} \cdot \left(\frac{Q}{A} \right)^{0,7} \cdot \left[1,8 \cdot \left(\frac{P}{P_c} \right)^{0,17} + 4 \cdot \left(\frac{P}{P_c} \right)^{1,2} + 10 \cdot \left(\frac{P}{P_c} \right)^{10} \right] \quad (85)$$

Donde:

P: presión de trabajo, Pa.

P_c : presión crítica, Pa.

Q: calor a intercambiar, W.

A: área necesaria de intercambio, m².

Siguiendo la metodología de cálculo obtenemos los siguientes resultados, a excepción del balance de energía y del cálculo de los coeficientes de transferencia:

Co-201 Condensador donde se enfrían los gases de salida del reactor antes de separarse las fracciones más volátiles en el flash que va a continuación. Las propiedades de los fluidos de proceso y de servicio, para el intervalo de temperaturas, son:

Propiedades	Gases salida reactores		Agua descalcificada	
	TUBO INTERIOR		TUBO ANULAR	
	Entrada	Salida	Entrada	Salida
Fase	V/L	V/L	L	L
T (°C)	185,18	25	20	25
Presión (Pa)	$2,90 \cdot 10^6$		$1,01 \cdot 10^5$	
m (kg/s)	0,00453	0,00453	0,08	0,08
ρ (kg/m ³)	31,075	75,974	1011,1	1007,3
Q _v (m ³ /s)	$1,46 \cdot 10^{-4}$	$5,96 \cdot 10^{-5}$	$7,91 \cdot 10^{-5}$	$7,94 \cdot 10^{-5}$
μ (kg/m·s)	$3,97 \cdot 10^{-5}$	$4,39 \cdot 10^{-4}$	0,001	$8,90 \cdot 10^{-4}$
Cp (J/kg·°C)	1360	1520	4200	4200
k (W/m·°C)	0,0401	0,161	0,6034	0,611

ΔT_{ml} (°C)	44,76
$T_{Cmedia,tubos}$ (°C)	105,09
$t_{Cmedia,anular}$ (°C)	22,5

Tubo interior		Tubo anular	
d_i (m)	0,00925	d_i (m)	0,0158
a_p (m ²)	$6,72 \cdot 10^{-5}$	a_a (m ²)	$4,82 \cdot 10^{-5}$
G_p (kg/m ² ·s)	67,4	d_e (m)	0,00448
h_i (W/m ² ·°C)	1272	G_a (kg/m ² ·s)	1660
		Re _a	9900
		j _h	0,004
		Cp (J/kg·°C)	4200
		μ (kg/m·s)	$7,50 \cdot 10^{-4}$
		k (W/m·°C)	0,607
		Pr	5,189
		h_o (W/m ² ·°C)	$1,24 \cdot 10^4$

Coeficientes totales	
U_C (W/m ² ·°C)	1150
R_D (m ² ·°C/W)	$5,33 \cdot 10^{-4}$
U_D (W/m ² ·°C)	714
A (m ²)	0,01334
L (m)	0,310
$N_{horquillas}$ (3,66 m)	1

Pérdidas de presión			
Tubo interior		Tubo anular	
f	0,01321	$d_e' (m)$	0,00208
$\Delta F_p (m)$	$2,62 \cdot 10^{-7}$	f	0,0111
$\Delta P_p (kg/m \cdot s^2)$	$1,34 \cdot 10^{-3}$	$\Delta F_a (m)$	$1,47 \cdot 10^{-6}$
$\Delta P_p (KPa)$	$1,34 \cdot 10^{-6}$	$\Delta P_a (kg/m \cdot s^2)$	683
$v_p (m/s)$	1,26	$\Delta P_a (KPa)$	0,683
		$v_a (m/s)$	1,64

La longitud del doble tubo Co-201 es de 30 cm. El gas circula por tubos y así evita que la temperatura de la superficie este a una temperatura superior a 60 °C, y previene de fugas directas al exterior.

Las pérdidas de presión son despreciables.

Co-301 Condensador parcial de los gases de salida de la columna. Es de tipo carcasa y tubos. Consta de dos salidas: una líquida (que retorna a la columna) y otra en estado vapor.

Propiedades	V salida		Refrigerante	
	CARCASA		TUBOS	
	Entrada	Salida	Entrada	Salida
Fase	V	L+V	L	L
T (°C)	94,7	83,8	40	50
Presión (Pa)	$1,01 \cdot 10^5$	$7,61 \cdot 10^4$	$1,01 \cdot 10^5$	$9,99 \cdot 10^4$
m (kg/s)	9,87	9,87	83,70	83,70
$\rho (kg/m^3)$	1,65	520,95	996	996
$\mu (kg/m \cdot s)$	$9,32 \cdot 10^{-6}$	$3,55 \cdot 10^{-4}$	0,001	0,001
Cp (J/kg·°C)	1250	1600	4180	4180
k (W/m·°C)	0,1776	0,1881	0,011	0,0115

Q (W)	
Carcasa	Tubos
$3,5 \cdot 10^6$	$3,5 \cdot 10^6$

Propiedades tubos		Propiedades carcasa	
$d_i (m)$	0,0068	N_t	1087
$d_e (m)$	0,0103	$L (m)$	3
$S (m^2)$	$3,664 \cdot 10^{-5}$	$pt (m)$	0,013
$L (m)$	3	K_1	0,215
$t (m)$	0,0017	Nn_1	2,207
$A_1 (m^2)$	0,0970	$D_b (m)$	0,490
$A_t (m^2)$	105,4056	$\Delta (m)$	0,092
N_t	1087	$D_s (m)$	0,582
n_p	1	L/D	5,151

N_{tp}	1087	H_b (m)	0,204
u_t (m/s)	2,110	N_B	10
A_{tubo} (m ²)	0,040	l_B (m)	0,291
G_t (kg/m ² ·°C)	2101,925	A_{st}	0,035
Re_t	$7,89 \cdot 10^4$	n_{ps}	1
Pr_t	378,418	G_s (kg/m ² ·°C)	282,413
j_h	0,00283	u_s (m/s)	1,081
t_w (°C)	76,310	d_e (m)	0,010
$h_{t,aprox}$ (W/m ² ·°C)	2561	Re_s	$1,58 \cdot 10^4$
		Pr_s	1,417
		j_h	0,004
		h_s (W/m ² ·°C)	10808
		h_{RS} (W/m ² ·°C)	5000
		j_f	0,035
		ΔP_s (KPa)	25,23

Las pérdidas de presión son despreciables.

En este caso el fluido que condensa va por tubos, de esta manera se puede separar físicamente mejor los dos caudales de salidas: el líquido del gas.

ΔT_{ml} (°C)	$\Delta T_{ml,C}$ (°C)	F	U (W/m ² ·°C)	U_R (W/m ² ·°C)	k_{acero} (W/m·°C)	% sobredimensionamiento
44,27	44,27	1	750	842	45,05	12,30

El coeficiente global de transferencia calculado (U_R) es un 12% superior al supuesto inicialmente (U).

Co-302 Condensador parcial de los gases de salida del condensador de la columna. Enfría el gas antes de entrar en un flash, para separar los compuestos más volátiles.

Propiedades	Productos ligeros de la columna de destilación		Agua descalcificada	
	CARCASA		TUBOS	
	Entrada	Salida	Entrada	Salida
Fase	V	V/L 96%	L	L
T (°C)	83,8	25	20	25
Presión (Pa)	$1 \cdot 10^5$	$9,58 \cdot 10^4$	$1,01 \cdot 10^5$	$1,01 \cdot 10^5$
m (kg/s)	4,85	4,85	140	140
ρ (kg/m ³)	1,815	35,026	1011,1	1007,3
μ (kg/m·s)	$9,56 \cdot 10^{-6}$	$5,24 \cdot 10^{-4}$	0,001	$8,90 \cdot 10^{-4}$
Cp (J/kg·°C)	1210	1860	4200	4200
k (W/m·°C)	0,0169	0,271	0,611	0,611
λ (kJ/kg)	-	1072,3	2256,5	2256,5

Q (W)	
Carcasa	Tubos
$2,9 \cdot 10^6$	$2,9 \cdot 10^6$

Propiedades tubos		Propiedades carcasa	
d_i (m)	0,0093	N_t	1042
d_e (m)	0,0137	L (m)	3
S (m ²)	$6,720 \cdot 10^{-5}$	pt (m)	0,017
L (m)	3	K_1	0,215
t (m)	0,0022	Nn_1	2,207
A_1 (m ²)	0,1294	D_b (m)	0,642
A_t (m ²)	134,884	Δ (m)	0,093
N_t	1042	D_s (m)	0,735
n_p	1	L/D	4,081
N_{tp}	1042	H_b (m)	0,184
u_t (m/s)	1,977	N_B	4
A_{tubo} (m ²)	0,070	l_B (m)	0,735
G_t (kg/m ² ·°C)	1998,652	A_{st}	0,110
Re_t	$1,95 \cdot 10^4$	n_{ps}	1
Pr_t	6,893	G_s (kg/m ² ·°C)	43,946
j_h	0,00374	u_s (m/s)	2,386
t_w (°C)	50,908	d_e (m)	0,014
$h_{t,aprox}$ (W/m ² ·°C)	9135	Re_s	$3,89 \cdot 10^{-4}$
h_t (W/m ² ·°C)	9287	Pr_s	2,846
h_{Rt} (W/m ² ·°C)	5000	j_h	0,004
j_f	0,004	h_s (W/m ² ·°C)	4284
ΔP_T (KPa)	25,22	h_{Rs} (W/m ² ·°C)	5000
		j_f	0,045
		ΔP_s (KPa)	4,18

Como en el condensador anterior, el área necesaria para intercambiar todo el calor es muy elevada, por tanto se necesita más de 1000 tubos para llegar al intercambio; se ha pensado en dividir cada uno de los condensadores en dos, pero como el diámetro de tubos es pequeño y el diámetro de carcasa tampoco es demasiado elevado se ha elegido finalmente este diseño.

Las pérdidas por presión son bajas de nuevo.

Co-501 Condensador de los gases orgánicos de salida del proceso. Enfría el gas antes de entrar en la columna de absorción, para aumentar la desabsorción de algunos compuestos.

Propiedades	Gases ligeros		Agua/EG (10% en peso)	
	TUBO INTERIOR		TUBO ANULAR	
	Entrada	Salida	Entrada	Salida
Fase	V	V/L	L	L
T (°C)	61,1	15	0	7
Presión (Pa)	$1,55 \cdot 10^5$		$1,01 \cdot 10^5$	
m (kg/s)	0,215	0,215	1	1
ρ (kg/m ³)	2,191	2,943	1038,8	1033,6
Q _v (m ³ /s)	0,0980	0,0730	$9,63 \cdot 10^{-4}$	$9,67 \cdot 10^{-4}$
μ (kg/m·s)	$1,64 \cdot 10^{-5}$	$1,12 \cdot 10^{-4}$	$1,95 \cdot 10^{-3}$	$1,65 \cdot 10^{-3}$
Cp (J/kg·°C)	1080	1200	4010	3960
k (W/m·°C)	0,023	0,0654	0,5614	0,5726
Fracción másica vapor	1	0,76	0	0

Q (W)	
Tubo interior	Tubo anular
$1,1 \cdot 10^4$	$2,8 \cdot 10^4$

ΔT_{ml} (°C)	30,47
$T_{Cmedia,tubos}$ (°C)	38,03
$t_{Cmedia,anular}$ (°C)	3,5

Tubo interior		Tubo anular	
d_i (m)	0,0779	d_i (m)	0,0901
a_p (m ²)	$4,77 \cdot 10^{-3}$	a_a (m ²)	$1,72 \cdot 10^{-4}$
G_p (kg/m ² ·s)	45,1	d_e (m)	0,00246
h_{io} (W/m ² ·°C)	1538,6	G_a (kg/m ² ·s)	5830
		Re_a	7990
		j_h	0,004
		Cp (J/kg·°C)	3990
		μ (kg/m·s)	$1,79 \cdot 10^{-3}$
		k (W/m·°C)	0,567
		Pr	12,596
		h_o (W/m ² ·°C)	$2,46 \cdot 10^4$

Coeficientes globales	
U_C (W/m ² ·°C)	1450
R_D (m ² ·°C/W)	$5,33 \cdot 10^{-4}$
U_D (W/m ² ·°C)	817
A (m ²)	0,84467
L (m)	3,02
$N_{horquillas}$ (3,66 m)	1

Pérdidas de presión			
Tubo interior		Tubo anular	
f	0,003687	$d_e' (m)$	0,00122
$\Delta F_p (m)$	$1,6504 \cdot 10^{-5}$	f	0,0116
$\Delta P_p (kg/m \cdot s^2)$	$4,16 \cdot 10^{-4}$	$\Delta F_a (m)$	$3,16 \cdot 10^{-4}$
$\Delta P_p (KPa)$	$4,16 \cdot 10^{-7}$	$\Delta P_a (kg/m \cdot s^2)$	$1,64 \cdot 10^4$
$v_p (m/s)$	17,6	$\Delta P_a (KPa)$	16,4
		$v_a (m/s)$	5,63

Las pérdidas de presión por el tubo anular son más significativas, debido a la velocidad tan elevada de circulación del fluido. Pero, si aumentamos el diámetro de dicho tubo, la velocidad disminuirá notablemente, hecho que provocaría más ensuciamiento.

Es un condensador de doble tubo de 3 m de longitud.

5.3- Kettle Reboiler

Seguiremos una metodología parecido, pero en este caso los dos fluidos que circulan por el interior del Kettle cambiarán de fase.

- 1) Evaluamos el calor a intercambiar.

$$Q = m_{fluido} \cdot C_{pfluido} \cdot \Delta T + m_{fluido} \cdot \lambda_{vapor} \quad (86)$$

- 2) Determinamos ΔT_{mi} , considerando que los fluidos circulan en contracorriente, mediante la ecuación (34).
- 3) Suponemos: U, L, d_i, d_e, D_s .

La carcasa debe ser dimensionada para dar un espacio adecuado para la retirada del vapor y el líquido. El diámetro de la carcasa requerida dependerá del flujo de calor, por tanto tendremos en cuenta las consideraciones generales para el diseño de calderines donde se relaciona el flujo de calor a intercambiar (Q/A) frente a la relación entre el diámetro de carcasa y el del haz de tubos:

$Q/A (kJ/m^2 \cdot h)$	D_s/D_b
$2,27 \cdot 10^5$	2,2
$1,70 \cdot 10^5$	1,95
$1,40 \cdot 10^5$	1,6
$9,10 \cdot 10^4$	1,45
$< 9,10 \cdot 10^4$	1,35

- 4) Determinar los coeficientes de transferencia individuales: por el lado del tubo y por el de carcasa. Como los dos fluidos que atraviesan el kettle condensan, utilizamos la correlación **(84)** que aparece en el diseño de condensadores.
- 5) Calculamos U, a partir de los coeficientes individuales y de los coeficientes de ensuciamiento (bibliográficos), determinamos $U_{calculada}$ utilizando la ecuación **(53)** que aparece en el diseño de intercambiadores.
Después calculamos el sobredimensionamiento, mediante la ecuación **(54)**, si U_{sup} no está dentro del rango (0-15%) deberemos retroceder al paso **3**).
- 6) Calculamos la pérdida de presión por los tubos, utilizando la ecuación **(55)** utilizada en el diseño de intercambiadores.

Los resultados para el kettle de la columna de destilación, son:

KR-301 Kettle Reboiler que evapora parte del líquido que sale por debajo de la columna.

PROPIEDADES	VAPOR DE SERVICIO		FLUIDO COLAS DE COLUMNA		
	TUBOS		CARCASA		
	ENTRADA	SALIDA	ENTRADA	SALIDA	
Fase	V	L	L	V	L
T (°C)	140	140	116,5	117	117
Presión (Pa)	3,60·10 ⁵		1,01·10 ⁵		
m (kg/s)	1,016		8,14	5,50	2,64
ρ (kg/m ³)	1,42	913	945,5	183	945,2
Q _v (m ³ /s)	0,716	1,11·10 ⁻³	8,61·10 ⁻³	3,01	2,79·10 ⁻³
μ (kg/m·s)	1,36·10 ⁻⁵	0,0002	3,33·10 ⁻⁴	7,82·10 ⁻⁶	2,74·10 ⁻⁴
Cp (J/kg·°C)	2290	4280	1726	1345	1722
k (W/m·°C)	0,0284	0,688	0,147	0,0173	0,145
λ (kJ/kg)	-	2160	369,4	-	369,4

Calor a intercambiar (kJ/h)	7,88·10 ⁶
$U_{supuesto}$ (W/m²·°C)	550
ΔT_{ml} (°C)	23,25
A (m²)	171,14

Tubos		Carcasa	
d_i (m)	0,0158	D_s (m)	1,76
t (m)	0,00277	Q/A (kJ/m ² ·°C)	46033,23
d_e (m)	0,02134	$H_{líquido}$ (m)	1,36
L (m)	2	Freeboard	0,41
$A_{paso1tubo}$ (m)	0,000196	$v_{crítica}$ (m/s)	4,54
v (m/s)	5,71		
S_{1tubo} (m ²)	0,13		
N_t	1276,3		
N_t en U	639		

P_t	0,03
-------	------

Haz de tubos	
N_{pt}	2
K_1	0,156
n_1	2,291
D_b (m)	1,09
D_b' (m)	1,31

La relación entre la longitud y el diámetro de carcasa es baja, pero aumentarla supone aumentar las pérdidas de presión, por lo tanto mantenemos la longitud de tubo de 2m.

Coefficientes individuales:

Por tubos		Por carcasa	
ρ_{media} (kg/m ³)	500	P (Pa)	101320
μ_{media} (kg/m·s)	$1,04 \cdot 10^{-4}$	P_c (Pa)	5785372
Re	$4,34 \cdot 10^5$	h_s (W/m ² ·°C)	1219,40
h_t (W/m ² ·°C)	24738		

El coeficiente de transferencia por tubos, es muy elevado, ya que el vapor de agua que condensa, intercambia muy bien el calor.

Sobredimensionamiento:

R_s (W/m ² ·°C)	2500		
R_t (W/m ² ·°C)	2500	U_{calc} (W/m ² ·°C)	496,96
k_{acero} (W/m·°C)	16,26	Sobredim. %	9,64

Pérdidas de presión:

j_f	$1,90 \cdot 10^{-3}$
ΔP_t (KPa)	28,70

Las pérdidas entran dentro del rango recomendado.

5.4- Cálculo del evaporador atmosférico EV-201

1) Condiciones de diseño

Los evaporadores atmosféricos se emplean para vaporizar fluidos de temperatura de ebullición inferior a la ambiente tales como los gases licuados. El diseño más habitual es un haz de tubos colocados perpendicularmente al flujo de aire por los que circulan el líquido a evaporar, colocados en un soporte.

Las condiciones de diseño del evaporador serán las siguientes:

- Presión máxima de trabajo 32 bares.
- Fluido a tratar: monóxido de carbono.
- Caudal a tratar: 4846 kg/h
- Temperatura de entrada: -160°C (CO licuado)

La temperatura de salida no es un parámetro importante ya que el monóxido de carbono se encamina a los reactores R-201 y R-202, donde tiene lugar la carbonilación del metanol, que es altamente exotérmica. Sin embargo, es deseable que sea tan alta como sea posible para facilitar la operación de la planta, dentro de un margen debido al peligro de inflamación.

Para garantizar el funcionamiento correcto del equipo en el intervalo más amplio posible de condiciones la temperatura del aire circundante se estimará en 5 °C y la temperatura final de diseño será de 0 °C.

2) Diseño de los tubos

Diámetro de los tubos

El diámetro de tubería adecuado se determinará a partir de las velocidades máximas para conducciones de líquido y de vapor, que son respectivamente de 2,5 m/s para líquidos y de 12 m/s para gases como el monóxido de carbono a una presión de entre 30 y 40 bar.

Los evaporadores atmosféricos constan de una serie de tuberías en paralelo en las cuales se bifurca el fluido a calentar. Los evaporadores de 10 tubos se encuentran muy extendidos en la industria y serán el diseño elegido en este caso. Así, el caudal volumétrico por cada tubería se calcula como:

$$Q = \frac{F}{\rho \cdot 10} \quad (87)$$

Donde:

Q: caudal volumétrico, m³/s.

ρ : densidad del CO, 629 kg/m³.

F: caudal másico a tratar, 4846 kg/s.

La densidad del CO varía con la temperatura entre 500 y 700 kg/m³ en estado líquido y entre 30 y 70 kg/m³ en estado gaseoso. Aplicando esta ecuación para un tubo de 1" se obtiene un rango de velocidades de entre 0,3 y 0,5 m/s para CO líquido y de entre 3 y 7 m/s para CO gaseoso, mientras que para un tubo de 1/2" se alcanzan velocidades de gas superiores a los 20 m/s. No se consideran los tubos de 3/4" por ser de su uso mucho más reducido. Por lo tanto, el diámetro más adecuado para los tubos del evaporador es de 1".

Superficies extendidas:

Es frecuente que en intercambiadores de calor aire-fluido, los tubos lleven superficies auxiliares de intercambio de calor. En este caso estas superficies no se tendrán en cuenta en el diseño sino en las características del equipo comercial elegido.

3) Estimación de los coeficientes de convección interna

Coeficiente de convección interna para líquido y gas

El coeficiente de convección del CO que circula por un tubo circular sin superficies extendidas se ha estimado mediante la correlación de Dittus-Boelter, para calentamiento aplicable a líquidos y gases de fluido incompresible.

$$Nu = 0,023 \cdot Re_D^{0,8} \cdot Pr^{0,4} \quad (87)$$

$$Re = \frac{\rho \cdot v \cdot d}{\mu} \quad (88)$$

Donde:

ρ : densidad del fluido circulante, kg/m³.

v: velocidad del fluido circulante, m/s.

d: diámetro interno de la conducción, m.

μ : viscosidad del fluido circulante, kg/m·s.

$$Pr = \frac{Cp \cdot \mu}{k} \quad (89)$$

Donde:

Cp : capacidad calorífica del fluido circulante (J/kg·°C)

k : conductividad térmica del fluido circulante (W/m·°C)

$$Nu = \frac{\bar{h}_c \cdot d}{k} \quad (90)$$

Donde:

\bar{h}_c : coeficiente de convección promedio del fluido, W/m²·°C).

La correlación de Dittus-Boelter es aplicable para valores del número de Reynolds entre 6000 y 10⁷ y para valores del número de Prandtl entre 0,5 y 120. En las condiciones de operación el Reynolds varía entre 1·10⁵ y 7·10⁵ y el Prandtl entre 0,6 y 2,7.

Coeficiente de convección interna para ebullición en película:

En los procesos de ebullición la correlación de Dittus-Boelter no es aplicable, y se emplean correlaciones específicas. Para ebullición de película en una conducción horizontal de diámetro d , se cumple la ecuación:

$$Nu = \frac{\bar{h}_c \cdot d}{k_v} = 0,62 \left[\frac{g \cdot (\rho_L - \rho_v) \cdot h'_{fg} \cdot d^3}{v_v \cdot k_v \cdot (T_s - T_{sat})} \right]^{1/4} \quad (91)$$

Donde:

g : gravedad, 9,81 m/s².

ρ_L : densidad de la fase líquida, kg/m³.

ρ_v : densidad de la fase gas, kg/m³.

v_v : velocidad de circulación del vapor generado, m/s.

k_v : conductividad térmica del vapor, W/m·°C.

T_s : temperatura de la superficie interna de la conducción, °C

T_{sat} : temperatura de saturación del CO, °C.

h'_{fg} : calor latente corrigido teniendo en cuenta el sobrecalentamiento del vapor:

$$\bar{h}'_{fg} = \bar{h}_{fg} + 0,8 \cdot Cp_v \cdot (T_s - T_{sat}) \quad (92)$$

h_{fg} : calor latente de vaporización, J/kg.

C_{pV} : capacidad calorífica del vapor generado, J/kg·°C.

4) Estimación del coeficiente de convección externa

El coeficiente de convección externa para un banco de tubos que se calienta con aire en flujo cruzado se puede estimar a partir de la siguiente ecuación:

$$Nu = C_1 \cdot Re_c^m \quad (93)$$

Donde C_1 y m dependen de las distancias entre tubos, que varían entre 0,5 y 2 veces su diámetro. Se ha escogido una distancia entre tubos de 3 cm para garantizar el flujo de aire en caso de formación de hielo, por lo que la ecuación (93) queda:

$$Nu = 0,286 \cdot Re_c^{0,608} \quad (94)$$

En este caso calculamos el coeficiente de convección promedio del fluido (h_c) utilizando la ecuación (90).

Donde Re_c se define como:

$$Re_c = \frac{\rho \cdot v_m \cdot d}{\mu} \quad (95)$$

Donde:

ρ : densidad del aire, kg/m³.

d : diámetro externo de los tubos, m.

μ : viscosidad del aire, kg/m·s.

$$v_m = \frac{S_T}{S_T - d} \cdot v \quad (96)$$

Donde:

S_T : distancia vertical entre los tubos, m.

v : velocidad del aire, m/s.

La velocidad media del viento en la zona de Barcelona es de unos 5 m/s.

La correlación (96) es válida para aire con Re entre 2000 y 40000 con un mínimo de 10 tubos. El número de Reynolds del aire en estas condiciones oscila entre 7000 y 6800, por lo que es aplicable.

5) Cálculo del área de intercambio

El área de intercambio de calor necesaria viene dada por la ecuación ya mencionada anteriormente.

$$Q = U \cdot A \cdot \Delta T$$

Donde U se calcula mediante la ecuación:

$$U = \frac{1}{\frac{r_e}{h_i \cdot r_i} + \frac{r_e \cdot \ln(r_e/r_i)}{k_{acero}} + \frac{1}{h_e}} \quad (97)$$

Donde:

r_i : radio interior de la conducción, 13,3 mm.

r_e : radio exterior de la conducción, 16,7 mm.

k_{acero} : conductividad térmica del acero AISI-304, 40 W/m·°C.

h_i : coeficiente de convección interno, W/m²·°C.

h_e : coeficiente de convección externo, W/m²·°C.

$$Q = m \cdot (Cp_L(T) \cdot (T_L - T_{L0}) + \lambda + Cp_G(T) \cdot (T_G - T_{G0})) \quad (98)$$

Donde:

Cp_L , Cp_G : capacidades caloríficas del CO en estado líquido y gas, J/kg·°C.

λ : entalpía de vaporización del CO a 30 bar.

T_G , T_{G0} : temperaturas inicial y final del CO gaseoso, °C.

T_L , T_{L0} : temperaturas inicial y final del CO líquido, °C.

Partiendo de una temperatura inicial del CO, almacenado a -160 °C el área de intercambio necesaria se indica en la siguiente tabla:

Temperatura de salida (°C)	Área de calentamiento del CO líquido hasta T_{sat} (m ²)	Área de vaporización (m ²)	Área de calentamiento del gas (m ²)	Área total (m ²)
-100	8	20	11	39
-75			19	47
-50			29	57
-25			42	70
-20			45	73
-15			49	76
-10			53	80
-5			57	84
0			61	89

6) Efecto de la disposición de hielo

Al trabajar a temperaturas inferiores a 0 °C el vapor presente en la atmósfera condensará sobre los tubos formando una capa de hielo aislante. Este efecto hace que el área de transferencia calculada inicialmente sea insuficiente y se deba estimar el alcance de este efecto.

Para calcular el espesor de la máxima capa de hielo que se puede formar se utiliza la ecuación (53), pero considerando tres resistencias (ecuación (99)): la del fluido que circula por el tubo, la del metal de la conducción y la de la capa de hielo. La temperatura de la superficie de esta última es conocida, debe ser 273,15 K ó 0 °C para que se forme hielo. La resolución simultánea de las ecuaciones (98) y (99) permite conocer los valores del grosor de la capa de hielo y la longitud de la tubería necesarios para el intercambio de calor de cada tramo; el resultado final se ha obtenido considerando tramos de 1 °C de diferencia:

$$\begin{aligned}
 Q &= \frac{2 \cdot \pi \cdot r_3 \cdot L \cdot (273,15 - T_i)}{\frac{r_3}{h_i \cdot r_1} + \frac{r_3 \cdot \ln(r_2/r_1)}{k_{acero}} + \frac{r_3 \cdot \ln(r_3/r_2)}{k_{hielo}}} \\
 &= \frac{2 \cdot \pi \cdot r_3 \cdot L \cdot (T_e - T_i)}{\frac{r_3}{h_i \cdot r_1} + \frac{r_3 \cdot \ln(r_2/r_1)}{k_{acero}} + \frac{r_3 \cdot \ln(r_3/r_2)}{k_{hielo}} + \frac{1}{h_e}} \quad (99)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q &= m \cdot (Cp_L(T) \cdot (T_L - T_{L0}) + \lambda + Cp_G(T) \cdot (T_G - T_{G0})) \\
 &= \frac{2 \cdot \pi \cdot r_3 \cdot L \cdot (273,15 - T_i)}{\frac{r_3}{h_i \cdot r_1} + \frac{r_3 \cdot \ln(r_2/r_1)}{k_{acero}} + \frac{r_3 \cdot \ln(r_3/r_2)}{k_{hielo}}} \quad (100)
 \end{aligned}$$

Los resultados se muestran en la siguiente figura:

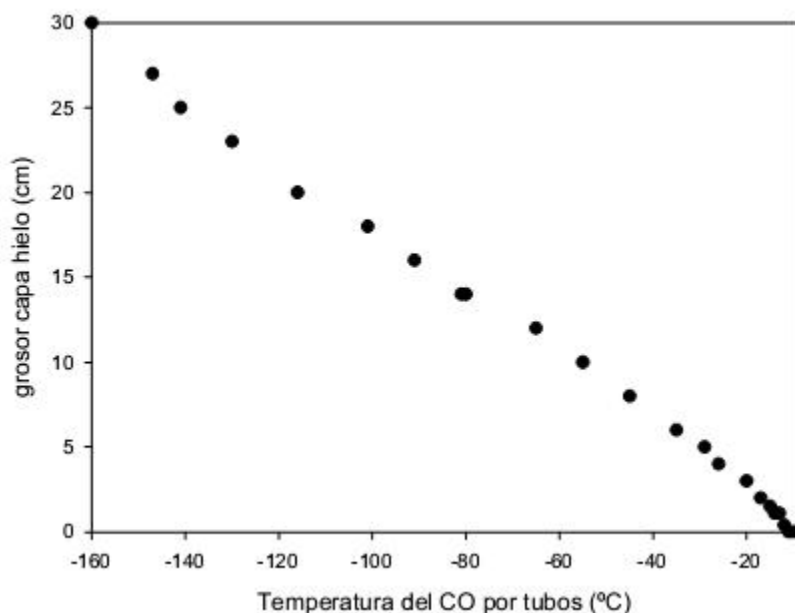


FIGURA 31: Grosor del hielo formado a lo largo del evaporador

Según la **figura 31**, a 5 °C los tubos se irían cubriendo progresivamente de capas de hielo que se irían uniendo al ser su tamaño superior a la distancia entre tubos, quedando el intercambiador fuera de servicio. A temperaturas ambiente superiores las capas de hielo formadas son de menor grosor, sin llegar a desaparecer de la mayor parte de la superficie. No se han considerado temperaturas ambiente inferiores por ser meramente anecdóticas en la zona de las instalaciones.

El caso calculado es un caso extremo, que requiere unas condiciones de temperatura muy bajas y un tiempo elevado para producirse. De este resultado se observa que es necesario tomar medidas para evitar la formación de hielo. Para ello se ha seleccionado un fabricante que garantiza que la transferencia se mantiene durante prevención y eliminación del hielo.

7) Elección del evaporador

Según se ha calculado en el apartado **5**, el área de intercambio necesaria para calentar el monóxido de carbono hasta 0 °C es de 89 m² en ausencia de hielo. El suministrador será la compañía **Universal Industrial Gases Inc.**, que garantiza que la transferencia de calor no se ve afectada por la formación de hielo en 24 horas como ya se ha indicado.

En el catálogo de dicha compañía se encuentran disponibles los siguientes evaporadores:

Model	Columns x Row x Length (ft)	Total Area ft2 (m2)	Height inches (m)	Width inches (m)	Length inches (m)	Empty Weight Lb (Kg)
1	6 x 2 x 4	205.4 (19.08)	26.625 (0.676)	59 (1.49)	70.18 (1.78)	181 (82)
2	8 x 2 x 4	274.0 (25.45)		79.5 (2.02)	70.18 (1.78)	232 (105)
3	4 x 2 x 8	274.0 (25.45)		38.3 (0.97)	118.18 (3.00)	212 (96)
4	6 x 2 x 8	410.0 (38.09)		59.0 (1.49)	118.18 (3.00)	300 (136)
5	8 x 2 x 8	548.0 (50.91)		79.5 (2.02)	118.18 (3.00)	388 (176)
6	4 x 2 x 16	548.0 (50.91)		38.3 (0.97)	214.18 (5.44)	370 (168)
7	6 x 2 x 16	822.0 (76.36)		59.0 (1.49)	214.18 (5.44)	542 (246)
8	8 x 2 x 16	1095.0 (101.72)		79.5 (2.02)	214.18 (5.44)	705 (320)
9	10 x 2 x 16	1370.0 (127.27)		100.18 (2.54)	214.18 (5.44)	882 (400)
10	12 x 2 x 16	1644.0 (152.73)		120.8 (3.06)	214.18 (5.44)	1058 (480)

FIGURA 32: Evaporadores disponibles en Universal Industrial Gases Inc.

Teniendo en cuenta nuestra área de intercambio, 89 m², solo nos serían útiles los tres últimos modelos de: 101,72, 127,27 y 152,73 m². Finalmente se ha decidido la instalación del intercambiador de 127,27 m² por las siguientes razones:

- Permite una flexibilidad de operación muy superior a evaporadores más pequeños: al haber área sobrante la eliminación de la capa de hielo puede llevarse a cabo en intervalos mayores sin disminuir el rendimiento.
- El aire que sale del intercambiador lo hace a una temperatura no excesivamente fría, evitando problemas de seguridad y posible mal funcionamiento de materiales y sistemas.
- La pérdida de carga se reduce respecto a intercambiadores más pequeños.
- El sobredimensionamiento absorbe posibles efectos de la deposición de suciedad en los tubos, que se consideran despreciables dado que el fluido de trabajo está totalmente libre de impurezas no gaseosas.

El material de las conducciones será **SS 304**. El material de las superficies extendidas será Aluminio.

8) Temperatura de salida del aire

La temperatura de salida del aire se calcula según la siguiente ecuación:

$$Q = m \cdot (Cp_L(T) \cdot (T_L - T_{L0}) + \lambda + Cp_G(T) \cdot (T_G - T_{G0}))$$

$$= \rho_a \cdot v_a \cdot A_{trans} \cdot Cp_a \cdot (T_{a0} - T_a) \quad (101)$$

Donde:

Cp_L , Cp_G : capacidades caloríficas del CO en estado líquido y gas, J/kg·°C.

λ : entalpía de vaporización del CO a 30 bar.

T_G , T_{G0} : temperaturas inicial y final del CO gaseoso, °C.

T_L , T_{L0} : temperaturas inicial y final del CO líquido, °C.

T_a , T_{a0} : temperaturas inicial y final del aire, °C.

m : caudal másico de CO a tratar, kg/s.

ρ_a : densidad del aire, kg/m³.

v_a : velocidad del viento, m/s.

A_{trans} : sección transversal del evaporador, m².

Cp_a : capacidad calorífica del aire, J/kg·°C.

La sección transversal del intercambiador elegido es de 0,676x2,54 m² considerando despreciable el área ocupada por los soportes. De la ecuación (101) se obtiene que el aire se enfría entre 45 y 50 °C, obteniéndose un arco de temperaturas entre -40 y -20 °C. Estas temperaturas son generalmente soportadas por los elementos de una instalación de procesos; sin embargo se deben tomar medidas preventivas en cuanto a la seguridad de los trabajadores.

9) Pérdida de carga

La pérdida de carga se ha estimado empleando la correlación de Beggs y Brill.

$$\frac{dP}{dL} = \frac{g \cdot \rho_s}{g_c} + \frac{2 \cdot f_{tp} \cdot \rho_n \cdot v_m^2}{g_c \cdot g} + \frac{\rho_s \cdot v_m \cdot v_{sg} \cdot dP}{g_c \cdot P \cdot dL} \quad (102)$$

Para ello se ha considerado un de los 10 tubos en que se divide el intercambiador y su longitud se ha dividido en tres secciones proporcionales al área de intercambio necesaria: flujo de líquido, flujo bifásico líquido-gas y el flujo gaseoso. La longitud total del tubo es de 32 ft (9,754 m) con dos codos de 90° en serie.

Estado	Longitud de la conducción (m)	ΔP (bar)
Líquido	0,6	$7 \cdot 10^{-2}$
Mezcla bifásica	1,5	$1 \cdot 10^{-2}$
Gas	7,6	$7 \cdot 10^{-3}$

10) Diseño mecánico de los tubos

La máxima presión interna admitida en tuberías de refrigeración y análogos se calcula de acuerdo con la norma **ANSI B31.5-1983** con la siguiente ecuación, válida por encima de -195 °C:

$$P = \frac{2 \cdot S \cdot t}{d_o - 2 \cdot y \cdot t} \quad (103)$$

Donde:

P: presión máxima de operación, psi.

t: espesor de la pared de la tubería, (0,133 in para 1", schedule 40).

d_o: diámetro externo de la tubería (1,315 in para 1", schedule 40).

y: coeficiente de fragilidad, y = 0,4 para aceros austeníticos.

S: esfuerzo máximo permitido para el material a la temperatura de diseño, psi.

Los materiales más comunes para evaporadores criogénicos son el aluminio y los aceros austeníticos. El aluminio sólo se puede emplear en caso de presiones internas de menos de 24 bar, por lo que no se puede emplear en este caso para el cuerpo de las conducciones. De los aceros austeníticos para temperaturas superiores a -195 °C se recomiendan aceros de tipo 18/8 como el acero de grado 304; la corrosión esperada no es importante debido a la baja temperatura. La tensión máxima permitida del acero **AISI-304** es de 90000 psi (6206,89 bar) a temperatura ambiente (a temperaturas menores que la ambiente es superior), por lo que la presión máxima admitida según la ecuación **(103)** resulta ser unos 1300 bar; la operación no presentará problemas de ningún tipo debido a la presión.

6- EQUIPOS DE SERVICIO

Una vez calculadas las necesidades de fluido de servicio para los distintos equipos (como intercambiadores, condensadores y serpentines de tanques de almacenaje) podemos determinar las potencias de los equipos de refrigeración.

Tenemos diferentes líneas de fluido de servicios:

- 1 de agua con 10% de etilenglicol, que circula a 0 °C.
- 3 de agua descalcificada, que circulan a 20 °C, 30 °C y 40 °C.
- 1 de vapor de agua, que circula a 140 °C y 3,6 bar de presión.

Estas líneas de servicios son cerradas. El fluido que se usa para refrigerar, después se envía a un tanque pulmón y posteriormente pasa a través de un equipo Chiller que lo vuelve a enfriar, para volver a ser utilizado.

De la misma manera se trata el fluido calefactor: una vez utilizado, se recoge el condensado en un tanque pulmón y a continuación se introduce en la caldera, donde se vuelve a formar vapor.

Debido a que las líneas operan a diferentes temperaturas, hemos decidido utilizar un equipo de refrigeración o de calefacción para cada línea de fluido de servicio. Por lo tanto necesitamos 3 Chillers, 1 torre de refrigeración y una caldera. Estos equipos se pueden adquirir en empresas especializadas a partir de la potencia necesaria.

Calculamos la potencia como:

$$P (kW) = m_{fluido\ servicio} \cdot Cp_{fluido\ servicio} \cdot \Delta T_{fluido\ servicio} \quad (104)$$

Para calcular la potencia de la caldera hay que sumar la potencia necesaria para conseguir el cambio de fase:

$$P (kW) = m_{fluido\ servicio} \cdot Cp_{fluido\ servicio} \cdot \Delta T_{fluido\ servicio} + m_{fluido\ servicio} \cdot \lambda_{fluido\ servicio} \quad (105)$$

Los resultados obtenidos son:

Servicios de refrigeración								
Nombre de equipo de refrigeración de proceso	m (kg/s)	Cp (J/kg·°C)	ΔT (°C)	P (kW)	Refrigerante	Equipo de refrigeración de servicio	P _{chiller} (kW)	T _{refrigerante} (°C)
IC-101	2,73	3985,75	7	76	Agua glicolada	Chiller: CH-601 a CH-601 b	382,63	T _e =0; T _s =7°C
Co-501	1	3980	7	28				
Serpentín HAc Glacial	10	3980	7	278,6				
Co-201	0,08	4200	5	2	Agua descalcificada	CH-602	2941,68	T _e =20; T _s =25°C
Co-302	140	4200	5	2940		CH-603	357,00	T _e =30; T _s =35°C
IC-301	17	4200	5	357		Torre: TR-601	2229,36	T _e =40; T _s =50°C
Co-301	84	4200	5	1764				
J-201	5,54	4200	10	233				
J-202	5,54	4200	10	233				

Servicios calefacción								
Nombre equipo	m (kg/s)	Cp (J/kg·°C)	ΔT (°C)	λ (kJ/kg)	P (kW)	Calefactor	P _{caldera} (kW)	T _{calefactor} (°C)
KR-301	1,02	4,28	40	2160	2190	Vapor	2610	T _e =140; T _s =140°C
Camisa reactor (durante 1 min)	0,47	4,28	40	2160	1020			
Serpentín HAc	0,0091	4,28	40	2160	4200			

7- CÁLCULO DE SEPARADORES LÍQUIDO-GAS

• Introducción

Los recipientes S-202 y S-301 y la conducción S-201 realizan una separación líquido-gas. Estas dos fases se han generado mediante una destilación súbita o flash o bien mediante condensación parcial para separar de una corriente líquida los componentes más volátiles mediante una disminución de la presión o de la temperatura, con lo que se separa la mezcla inicial en una fase líquida y una fase vapor de equilibrio en la que se concentran aquéllos.

Si la fuerza impulsora es la disminución de presión, fijado el valor de la presión a la cual se expande el líquido los parámetros a calcular son las composiciones de ambas fases en equilibrio, la temperatura de operación y las dimensiones y equipamiento del recipiente de proceso que asegure su correcta separación.

Si la fuerza impulsora es la disminución de temperatura, fijado el valor de la temperatura final de la mezcla los parámetros a calcular son las composiciones de ambas fases en equilibrio, la presión de salida del condensador y las dimensiones y equipamiento del recipiente de proceso que asegure su correcta separación.

En este apartado únicamente se detallan los cálculos relativos al diseño del equipo de separación y a las propiedades de las fases en equilibrio. Los cálculos referentes a la expansión o al enfriamiento se encuentran en las secciones de dimensionamiento de válvulas y de intercambiadores de calor respectivamente.

Cálculo de la composición de las fases:

Para calcular la composición de las fases es necesario calcular el equilibrio líquido-vapor. Acudiendo a la formulación γ - ϕ del mismo se tiene, para un componente i:

$$\phi_i \cdot P \cdot y_i = \gamma_i \cdot P v_i \cdot x_i \quad (106)$$

Donde:

ϕ_i : coeficiente de fugacidad del componente i en la fase gas.

P : presión absoluta, bar.

y_i : fracción molar del componente i en la fase gas.

γ_i : coeficiente de actividad de la especie i en la fase líquida.

x_i : fracción molar del componente i en la fase líquida.

$P v_i$: presión de vapor de la especie i pura en las condiciones de mezcla, bar.

Se puede expresar de forma conveniente en forma de coeficiente de reparto K_i :

$$K_i = \frac{y_i}{x_i} = \frac{\gamma_i \cdot P v_i}{\phi_i \cdot P} \quad (107)$$

La ecuación (106) se puede expresar mediante diversos modelos de energía de Gibbs de exceso. En el sistema a diseñar, debido a la presencia de componentes altamente polares como el agua, el yoduro de metilo y el ácido acético y al comportamiento altamente no ideal de este último por su dimerización, el equilibrio líquido gas se ha representado mediante la ecuación **UNIQUAC** estimando los parámetros de interacción binaria mediante el método **UNIFAC** en los casos donde no se encuentran disponibles en la literatura. Los coeficientes de reparto K_i se han evaluado mediante el programa de simulación Hysys.

Para conocer las condiciones de operación de los equipos es necesario resolver simultáneamente las ecuaciones de equilibrio (107), los balances de materia global y de cada componente y el balance de energía global, lo que nos lleva a las siguientes ecuaciones:

$$F = L + V \quad (108)$$

Donde:

F: caudal de entrada de alimento al recipiente, mol/h.

L: caudal de salida de la fase líquida, mol/h.

V: caudal de salida de la fase gas, mol/h.

$$Fz_i = Lx_i + Vy_i \quad (109)$$

Donde:

z_i: fracción molar del componente i en el alimento.

x_i: fracción molar del componente i en la fase líquida.

y_i: fracción molar del componente i en la fase gas.

$$h_F F = H_V V + h_L L + \text{pérdidas} \quad (110)$$

Donde:

h_F: entalpía de la corriente de alimento, J/mol.

H_V: entalpía de la corriente gaseosa de salida, J/mol.

h_L: entalpía de la corriente líquida de salida. J/mol.

Los balances de materia se pueden resolver de una manera sencilla a partir de la ecuación de Rashford-Rice:

$$f(q) = \sum_i \frac{z_i(1 - K_i)}{1 + q(K_i - 1)} = 0 \quad (111)$$

Donde:

$$q = \frac{V}{F}, \quad 0 < q < 1$$

En el balance de energía se han asumido las siguientes simplificaciones:

- Entalpía de mezclado despreciable.
- Equipo adiabático.
- Capacidad calorífica de la mezcla independiente de la composición.
- Equilibrio térmico.

Por lo que la ecuación **(110)** se puede escribir como:

$$F \cdot Cp \cdot T_0 = L \cdot Cp_L \cdot T + V \cdot Cp_V \cdot T + \sum_i \lambda_i \cdot V_i \quad (112)$$

Donde:

F: caudal de entrada de alimento en el recipiente, mol/h.

L: caudal de salida de la fase líquida, mol/h.

V: caudal de salida de la fase gas, mol/h.

Cp: capacidad calorífica de la alimentación, J/mol·°C.

T₀: temperatura de la corriente de alimentación, °C.

Cp_L: capacidad calorífica de la corriente de líquido, J/mol·°C.

Cp_V: capacidad calorífica de la corriente de vapor, J/mol·°C.

T: temperatura de equilibrio, °C.

λ_i: entalpía de vaporización del componente i a la temperatura T, J/mol.

ΔV_i: variación de moles del componente i en la fase vapor, mol/s.

Y dado que $F \cdot Cp_F = (L \cdot Cp_L + V \cdot Cp_V)$ debido a que la capacidad calorífica es independiente de la composición:

$$F \cdot Cp_F \cdot (T - T_0) = \sum_i \lambda_i \cdot V_i \quad (113)$$

El cálculo es necesariamente iterativo y se requiere conocer el caudal de entrada, la temperatura de entrada:

1. Estimación de la temperatura de trabajo.
2. Evaluación mediante Hysys de los coeficientes K_i a la temperatura estimada.
3. Resolución iterativa de la ecuación **(111)**.
4. Resolver los balances de materia **(108)** y **(109)**.
5. Recalcular la temperatura de trabajo mediante **(113)**.

En la siguiente tabla se muestran los resultados obtenidos para el flash **S-202**:

	Cálculos	
F, Kmol/h	1842	
L, Kmol/h	1432	
V, Kmol/h	409	
T, °C	123,5	
Composiciones molares	Líquido	Vapor
Metanol	0,00%	0,00%
CO	0,00%	3,09%
Acetato de metilo	11,10%	27,80%
Yoduro de metilo	2,91%	3,72%
Ácido acético	70,54%	41,28%
CO ₂	0,00%	0,41%
CH ₄	0,00%	0,14%
H ₂	0,00%	0,00%
Agua	15,41%	23,57%
Ácido propiónico	0,03%	0,01%

Dimensionado del separador:

La separación entre líquido y vapor se lleva a cabo por dos mecanismos:

- Separación gravitatoria, que afecta únicamente a las partículas más grandes de líquido (típicamente 100 μm).
- Separación por intercepción de las gotas mediante un eliminador de niebla, que permite eliminar partículas de 1 μm o menores.

Las dimensiones del separador se han calculado a partir de tres consideraciones de diseño:

- La velocidad requerida para el correcto funcionamiento del elemento eliminador de gotas.
- Las distancias recomendadas en bibliografía entre la superficie del líquido, la tubería de entrada y el elemento eliminador de gotas para evitar interferencias en su funcionamiento.
- El volumen de líquido que se desea retener, en el caso de que el recipiente funcione también como tanque pulmón.

Cálculo del diámetro del recipiente:

La sección del tanque se calcula a partir de la velocidad de paso de gas requerida por el elemento separador de gotas. Para un tanque cilíndrico la expresión a utilizar es:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_{gas}}{\pi \cdot v_{perm}}} \quad (114)$$

Donde:

D: diámetro del recipiente, m.

Q_{gas}: caudal volumétrico de la corriente de gas de salida, m³/s.

V_{perm}: velocidad máxima permitida, m/s.

Donde la velocidad permitida del gas depende del tipo de separador:

- Si la separación se realiza únicamente por gravedad se aplica la ley de Stokes:

$$v_{perm} = \frac{(\rho - \rho_g) \cdot g \cdot D_p^2}{18\mu} \quad (115)$$

Donde:

ρ: densidad del líquido de salida, kg/m³.

ρ_g: densidad del gas de salida, kg/m³.

g: aceleración de la gravedad, m/s².

D_p: diámetro de la gota a separar, m.

μ: viscosidad del vapor, kg/m·s.

- Si se emplea un eliminador de gotas de rejilla metálica se emplea una modificación de la ley de Newton:

$$v_{perm} = K \sqrt{\frac{\rho}{\rho_g} - 1} \quad (116)$$

Donde:

ρ: densidad del líquido de salida, kg/m³.

ρ_g: densidad del gas de salida, kg/m³.

K: coeficiente empírico, ft/s.

El coeficiente K depende de las características de la rejilla y se encuentra tabulado, valiendo 0,25 para los separadores de rejilla de máxima eficacia. La eficacia de la separación es elevada con velocidades de gas de entre un 30% y un 110% de la velocidad permitida, siendo usual un valor de diseño del 75%.

- Si se emplea un eliminador de nieblas de lecho de fibras el rango de velocidades permitidas es proporcionado por el fabricante.

En cualquiera de los casos que lo necesiten la densidad de las mezclas líquida y gaseosa de salida se ha calculado a partir de la ecuación de estado de Peng-Robinson.

Volumen necesario para funcionar como tanque pulmón:

El volumen de necesario para retener un flujo de líquido durante un tiempo determinado viene dado por la ecuación:

$$V = Q \cdot t \quad (117)$$

Donde:

V: volumen de tanque pulmón, m³.

Q: caudal volumétrico de líquido, m³/s

t: tiempo de residencia deseado, s.

La altura necesaria para la retención de un determinado volumen de líquido se calcula a partir de la ecuación:

$$h = \frac{V}{\frac{\pi}{4} \cdot D^2} \quad (118)$$

Donde:

V: volumen de tanque pulmón, m³.

D: diámetro del tanque, m.

Distancia entre elementos:

La distancia entre los diferentes elementos del recipiente se ha tomado de la bibliografía con el fin de mejorar todo lo posible la separación de fases. A continuación se indican las distancias recomendadas entre diferentes elementos:

Distancia entre la superficie del líquido y la entrada de alimento: 12"

Distancia entre la entrada de alimento y el demister: 12-18"

Distancia entre el demister y el cabezal del recipiente: 12"

Estimación de la pérdida de carga a través del recipiente

La pérdida de carga a través del separador se puede estimar a partir de la velocidad de circulación:

- Para la corriente de entrada

$$P_e \approx \frac{v^2}{2g} \quad (119)$$

- Para las corrientes de salida

$$P_s \approx \frac{v^2}{4g} \quad (120)$$

Donde:

v: velocidad de circulación del fluido en la conducción de entrada/salida, m/s.

g: aceleración de la gravedad, 9,81 m/s².

La velocidad de flujo está determinada por el diámetro de las conducciones. Las entradas y salidas de los separadores se han dimensionado siguiendo velocidades recomendadas de 1,5 m/s para líquidos, 18 m/s para gases y 5 m/s para flujo bifásico.

En caso de que por sus dimensiones el separador se pueda construir a partir de tuberías estándar la pérdida de carga se ha evaluado a partir de las expresiones para pérdida de carga de un fluido en una conducción, que se explican en el apartado correspondiente a conducciones.

Para la pérdida de carga a través de demisters se han utilizado los valores típicos de 7-9" de agua para demisters de lecho de fibras y la siguiente figura para demisters de rejilla metálica:

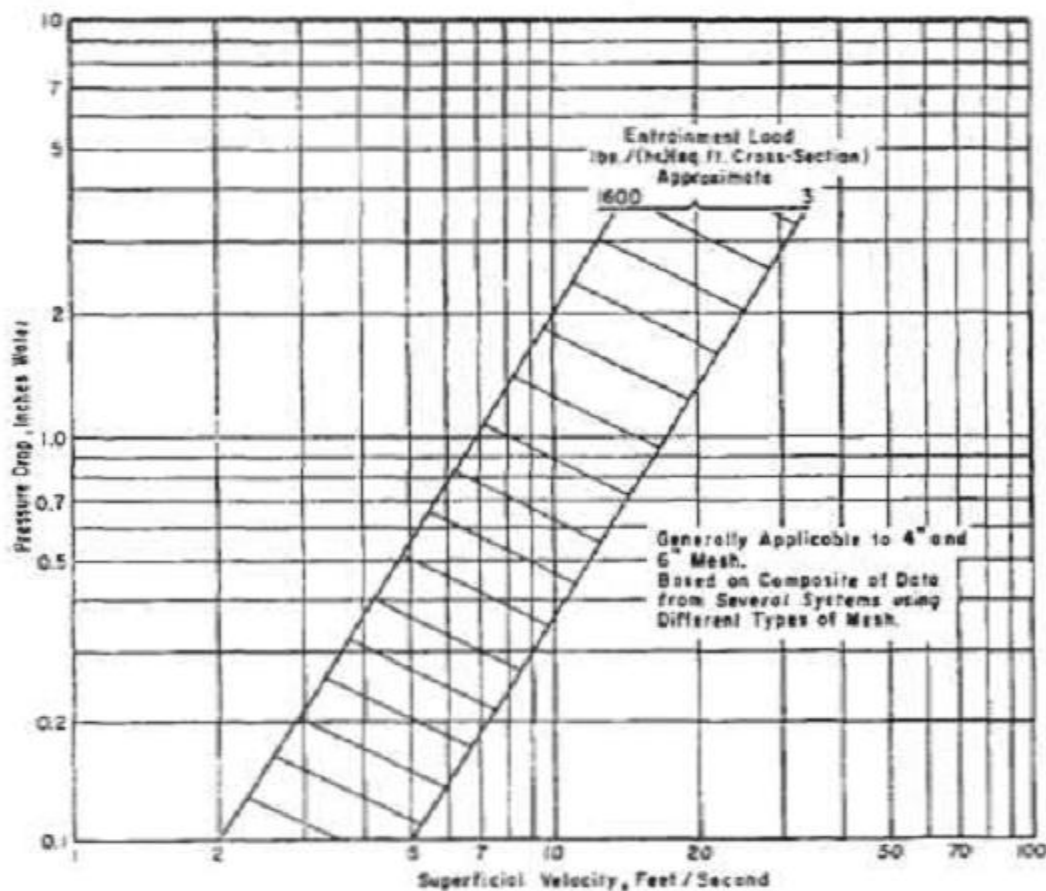


FIGURA 33: Estimación de la pérdida de carga a través de demisters de rejilla metálica

Cálculo del espesor de aislamiento necesario:

El espesor necesario de aislante se ha calculado siguiendo la siguiente metodología:

1. Estimación del coeficiente de convección natural del aire circundante. Todos los cálculos se han realizado en base a aire seco:

$$Pr = \frac{Cp \cdot \mu}{k} \quad (121)$$

Donde:

Pr: Número de Prandtl.

Cp: capacidad calorífica del aire, 0,992 J/g·°C a 25 °C

μ: viscosidad del aire, 1,9·10⁻⁵ kg/m·s.

k: conductividad térmica del aire, 2,48 W/m·°C

$$Ra = Gr \cdot Pr = \frac{g \cdot \beta \cdot (T_0 - T_\infty) \cdot L_c^3}{\nu^2} \cdot Pr \quad (122)$$

Donde:

Ra: Número de Rayleigh.

Gr: Número de Grashof.

β: coeficiente de expansión volumétrica. Para un gas ideal β=1/T.

T₀: temperatura de la superficie en contacto con el aire, °C.

T_∞: temperatura ambiente, °C.

L_c: longitud característica de la geometría (altura del recipiente, para la pared lateral, diámetro, para los fondos), m.

ν: viscosidad cinemática del aire, 1,6·10⁻⁵ m²/s.

Si el diámetro del recipiente es mayor que $\frac{35L_c}{Gr^{0,25}}$ la correlación a emplear es la siguiente:

$$Nu = \left(\begin{matrix} \left(0,325 + \frac{0,387 \cdot Ra^{\frac{1}{6}}}{\left(1 + \left(\frac{0,492}{Pr} \right)^{\frac{9}{16}} \right)^{\frac{8}{27}}} \right)^{\frac{1}{4}} \\ \left(0,325 + \frac{0,387 \cdot Ra^{\frac{1}{6}}}{\left(1 + \left(\frac{0,492}{Pr} \right)^{\frac{9}{16}} \right)^{\frac{8}{27}}} \right)^{\frac{1}{4}} \end{matrix} \right) = \frac{hL_c}{k} \quad (123)$$

Donde:

Nu: número de Nusselt.

h: coeficiente de convección del aire, W/m²·°C.

2. Aplicamos la ecuación de transmisión de calor:

$$Q = U \cdot A \cdot \Delta T$$

Donde el producto $U \cdot A$ se evalúa mediante la siguiente ecuación:

$$U \cdot A = \frac{1}{\frac{1}{h_i \cdot A_i} + \frac{\Delta x_{pared}}{k_{pared} \cdot A_{ml\ pared}} + \frac{\Delta x_{aislante}}{k_{aislante} \cdot A_{ml\ aislante}} + \frac{1}{h_e \cdot A_e}} \quad (124)$$

Donde:

h_i : coeficiente de convección del interior del recipiente, $10^4 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$ (valor típico para un líquido en ebullición)

A_i : área interior del recipiente, m^2 .

Δx_{pared} : grosor de la pared del recipiente, m.

k_{pared} : conductividad térmica de la pared del recipiente, $16,3 \text{ W/m} \cdot ^\circ\text{C}$ (acero)

$A_{ml\ pared}$: media logarítmica entre el área interna y el área externa del recipiente, m^2 .

$\Delta x_{aislante}$: grosor de la capa del aislante, m.

$k_{aislante}$: conductividad térmica del aislante, $0,04 \text{ W/m} \cdot ^\circ\text{C}$ (lana de vidrio).

$A_{ml\ pared}$: media logarítmica entre el área externa del recipiente y el área externa de la capa de aislante, m^2 .

A_e : área exterior del aislante, m^2 .

3. Selección del espesor del aislante más adecuado de acuerdo a las ecuaciones anteriores y al siguiente criterio:

- Temperatura de la superficie más externa menor de $50 \text{ }^\circ\text{C}$ por razones de seguridad. Esta temperatura se puede evaluar a partir de las ecuaciones (123) y (124) eliminando en esta última la resistencia a la transferencia debida al aire.
- Pérdidas de calor mínimas.

4. Cálculo del calor emitido por radiación en base a la ley de Stefan-Boltzmann:

$$Q = \varepsilon \cdot A \cdot \sigma \cdot T^4 \quad (125)$$

Donde:

Q : calor transferido por radiación, W.

ε : emisividad del material, 0,04 (aluminio).

A : área de la superficie radiante, m^2 .

σ : cte. de Stefan-Boltzmann, $5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}^4$.

T : temperatura de la superficie más externa del recipiente, $^\circ\text{C}$.

Justificación del diseño de los separadores

S-201 El objetivo del separador líquido-gas S-201 es separar los componentes condensables de los vapores a 29 bar procedentes de los reactores R-201 y R-202. La parte condensada, compuesta por ácido acético, agua, acetato de metilo y yoduro de metilo, se adiciona a la línea principal de producto antes del separador S-202, mientras que el gas de salida, compuesto sobre todo por CO y CO_2 , se envía

hacia la columna de absorción COL-501 para recuperar las trazas de condensables que puedan quedar antes de su combustión y emisión.

La eliminación de condensables de la salida en fase gas se realiza mediante disminución de la temperatura en el intercambiador Co-201. Dado que el caudal a condensar es despreciable en relación con otras corrientes de proceso (unos 8kg/h de gas por cada reactor frente a un caudal de líquido de más de 6000 kg/h) la refrigeración necesaria es muy pequeña y el límite de líquido inferior de temperatura no está en función de otras necesidades de enfriamiento, por lo que se ha situado en los 25 °C. En estas condiciones se obtienen los resultados indicados en la siguiente tabla:

	Cálculos		
F, mol/h	415		
L, mol/h	175		
V, mol/h	240		
T, °C	25		
Composiciones molares	Alimento	Líquido	Vapor
Metanol	0,00%	0,00%	0,00%
CO	55,12%	0,45%	94,98%
Acetato de metilo	13,67%	31,83%	0,42%
Yoduro de metilo	1,22%	2,89%	0,00%
Ácido acético	14,56%	34,50%	0,02%
CO ₂	1,71%	0,37%	2,68%
CH ₄	1,08%	0,06%	1,83%
H ₂	0,00%	0,00%	0,00%
Agua	12,64%	29,89%	0,07%
Ácido propiónico	0,00%	0,01%	0,00%

El gas de salida del separador se debe comprimir en el compresor C-501 antes de entrar en la columna de absorción, por lo que se deben eliminar todas las gotas de líquido de tamaño superior a 40 μm . Este tamaño de eliminación alcanzable por un demister de rejilla metálica simple, que es el método más barato disponible y que por tanto será elegido, con un grosor de 6". A partir de las densidades del líquido y del gas (1017 kg/m^3 y 32 kg/m^3 respectivamente) y utilizando la ecuación (116) la sección del separador calculada es de 0,78" (0,0198 m), por lo que el separador se construirá con una conducción de 1" (0,0254 m).

En el medio de trabajo la única sustancia corrosiva presente en cantidades significativas es el ácido acético y su máxima concentración se da en el líquido, con un 34,5% molar (22% másico) de ácido acético. De *A Guide to Corrosion Resistance* se extrae que una disolución de ácido acético en agua al 30% másico a 110 °C tiene una velocidad de corrosión inferior a 0,025 mm/año para aceros inoxidables 304 y 316, por lo que considerando una vida útil sobredimensionada de 30 años es necesario un espesor de corrosión de 0,75 mm. Asumiendo un margen de corrosión de 1/16" (1,6 mm) una conducción de 1" puede soportar un máximo de

86 bar, por lo que no es necesario sobreespesor adicional para soportar la presión de trabajo de 29 bar en el separador. Si es necesario un sobreespesor de 1 mm en la rejilla del demister para una operación correcta durante los 15 años de operación, o 0,025t para un número t de años. El material seleccionado es acero inoxidable **AISI-304** por ser más barato que el AISI-316.

S-202 El objetivo de este separador es separar del medio de reacción la corriente de producto final. Este separador trabaja en conjunción con un grupo de válvulas de expansión situado inmediatamente antes, que vaporiza parte de la corriente reduciendo la presión; esta fracción vaporizada es la que se alimenta a la columna COL-301 donde se separa el producto final mientras la fracción líquida se recircula a los reactores.

La corriente de producto que abandona los reactores R-201 y R-202 a 29 bar y 190 °C conteniendo el medio de reacción (una mezcla de ácido acético, acetato de metilo, yoduro de metilo, agua y catalizador). Inmediatamente después del reactor la presión de esta corriente se reduce hasta 2,3 bares mediante un grupo de válvulas produciéndose la vaporización súbita de los componentes más volátiles, que absorbe calor de la mezcla reduciendo la temperatura hasta unos 124 °C. Las composiciones u caudales calculados de cada fase se muestran en la siguiente tabla:

	Cálculos		
F, mol/h	1842		
L, mol/h	1432		
V, mol/h	409		
T, °C	123,5		
Composiciones molares	Alimento	Líquido	Vapor
Metanol	0,00%	0,00%	0,00%
CO	0,69%	0,00%	3,09%
Acetato de metilo	14,80%	11,09%	27,80%
Yoduro de metilo	3,09%	2,91%	3,72%
Ácido acético	63,69%	70,54%	41,28%
CO ₂	0,09%	0,00%	0,41%
CH ₄	0,03%	0,00%	0,14%
H ₂	0,00%	0,00%	0,00%
Agua	17,22%	15,40%	23,57%
Ácido propiónico	0,03%	0,03%	0,01%

En el separador líquido-gas es crucial que el gas de salida no arrastre líquido, ya que contiene metales que actúan como catalizadores. De los separadores disponibles, de tipo rejilla y de tipo Flexifiber, se ha optado por un modelo Flexifiber IC de Koch Otto-York que garantiza una eliminación del 100% de todas las gotas de más de 3 µm, abarcando todo el rango de gotas generadas por salpicaduras y arrastre de líquido. Este separador tiene las ventajas de mantener una pérdida de

carga reducida (máximo 2,5 KPa) y de ofrecer buen rendimiento a velocidades de gas entre 1 y 2 m/s frente a los modelos IP, que no garantizan la total recuperación del catalizador, y los modelos BD que requieren un diámetro muy superior y generan una pérdida de carga muy importante que obligaría a trabajar a mayor presión y haría la destilación flash menos efectiva. Los separadores de rejilla no son aplicables porque su límite de separación se sitúa muy por encima de los 3 μm . El lecho de fibras será de lana de vidrio, material barato que no es atacado por el ácido acético y resiste bien la temperatura de operación.

Del rango de velocidades de operación del separador Flexifiber y de los caudales se ha determinado que se necesita un separador de diámetro interno estándar de 42". La altura del tanque se calcula a partir de las dimensiones del separador, las distancias recomendadas y la capacidad necesaria para actuar como tanque pulmón; se ha elegido un tiempo de residencia de 20 s para obtener una capacidad de amortiguamiento suficiente ante variaciones en la zona de reacción, cuya dinámica es del orden de segundos, aumentando lo menos posible el volumen ocupado por el medio de reacción y por tanto la cantidad del catalizador necesaria para la operación.

En el tanque la única sustancia corrosiva presente en cantidades significativas es el ácido acético y su máxima concentración es la del líquido, de un 72% molar (75% másico) a 124 °C. A partir del dato de que una mezcla acético-agua al 75% en peso a 170 °C causa una corrosión de 0,025 mm/año en acero inoxidable 316 mientras que causa una corrosión de 0,15 mm/año a 117 °C en acero AISI-304 se ha elegido como material el **AISI-316** con 1 mm de sobreespesor de corrosión tanto para el recipiente como para los elementos metálicos y soportes del demister.

El separador S-202 trabaja a una temperatura cercana a los 125 °C. Para evitar pérdidas de energía y la posibilidad de quemaduras se aislará con lana de vidrio hasta obtener una temperatura de la superficie cercana a la ambiente, resultando que 30 mm de aislante bastan para hacer las pérdidas de calor despreciables y reducir la diferencia de temperaturas entre el separador y el aire circundante a menos de 5 °C.



FIGURA 34: Demister modelo Koch Otto-York Flexifiber IC

S-301 El objetivo de este tanque separador es separar los vapores condensados de los vapores sin condensar y los gases en la corriente de destilado de la columna COL-301. Los vapores están compuestos por acetato de metilo, yoduro de metilo, agua y ácido acético, que se recirculan a la zona de reacción, mientras que los gases están formados en su mayoría por CO y CO₂, que se dirigen hacia la columna de absorción COL-501 y a su emisión.

La recuperación de los vapores se hace enfriando la corriente hasta los 25 °C en el intercambiador Co-302 y separando el condensado del gas a presión atmosférica en el tanque S-301. Las composiciones y caudales calculados se muestran en la siguiente tabla:

	Cálculos		
F, mol/h	323		
L, mol/h	304		
V, mol/h	19		
T, °C	25		
Composiciones molares	Alimento	Líquido	Vapor
Metanol	0,00%	0,00%	0,00%
CO	3,90%	0,02%	64,72%
Acetato de metilo	42,80%	44,26%	20,05%
Yoduro de metilo	5,11%	5,36%	1,30%
Ácido acético	11,96%	12,72%	0,09%
CO ₂	0,52%	0,04%	8,04%
CH ₄	0,18%	0,00%	2,86%
H ₂	0,00%	0,00%	0,00%

Agua	35,52%	37,60%	2,94%
Ácido propiónico	0,00%	0,00%	0,00%

El gas de salida del separador S-302 se mezcla con el del separador S-201 y se dirige hacia el compresor C-501, por lo que tampoco puede arrastrar gotas mayores de 40 μm . Al igual que en el caso anterior es adecuado un demister de rejilla metálica; realizando los cálculos de la misma manera con unos valores de densidad de 1047 kg/m^3 y 1,6 kg/m^3 respectivamente se obtiene un diámetro de separador estándar de 18". La altura del tanque se calcula a partir de las dimensiones del separador, las distancias recomendadas y la capacidad necesaria para actuar como tanque pulmón, que se ha calculado a partir de un tiempo de residencia de 20 s.

En el tanque separador S-302, al igual que en los anteriores, el único compuesto corrosivo presente en cantidades importantes es el ácido acético, cuya máxima concentración se da en el líquido: 13% molar (14% másico). Sabiendo que el ácido acético al 24% en agua causa una corrosión de 0,0025 mm/año a 35 °C a aceros inoxidables AISI 304 y 316, para una vida útil sobredimensionada de 30 años será necesario un sobreespesor de corrosión de 0,075 mm (0,1 mm) para el tanque y de 0,15 mm (0,2 mm) para el demister. El material escogido será de nuevo **AISI-304** por razones económicas.

8- CÁLCULO DE BOMBAS Y SOPLADORES

8.1- Bombas

Balances de energía

Para el cálculo de las bombas de la planta, se ha utilizado el balance de energía, representado de la forma siguiente:

$$\frac{P_2 - P_1}{\rho} + g \cdot (z_2 - z_1) + \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{v_2^2}{\alpha_1} - \frac{v_1^2}{\alpha_2} \right) = W \cdot \Sigma F \quad (126)$$

Donde:

α : factor de correlación que depende del régimen de circulación, 1.

ΣF : pérdidas de carga debidas a los accidentes y los equipos, J/kg.

$(z_2 - z_1)$: diferencia de alturas a superar por la bomba, m.

$(P_2 - P_1)$: diferencia de presiones entre los dos puntos, Pa.

ρ : densidad del fluido, kg/m^3 .

v : velocidad del fluido por la tubería, m/s (en casi de que el fluido esté en reposo $v_1 = 0$)

W : potencia, J/kg.

Cálculo de las pérdidas de carga

Las pérdidas de carga utilizadas para el cálculo de la potencia de la bomba se han calculado de la forma siguiente:

$$v = 2 \cdot f \cdot \frac{L}{D} \cdot v^2 \quad (127)$$

Donde:

f: factor de Fanning.

D: diámetro de la tubería, m.

L: longitudes equivalentes de los diferentes accidentes que hay a lo largo de la tubería mediante tablas tabuladas.

El valor del factor de Fanning depende del material escogido y del diámetro de esta tubería de la siguiente manera.

- Cálculo del Reynolds de circulación

$$Re = \frac{\rho \cdot v \cdot D}{\mu}$$

- Cálculo de la rugosidad relativa:

$$Rugosidad\ relativa = \frac{\varepsilon}{D} \quad (128)$$

Donde:

ε: rugosidad del material de la tubería

D: diámetro de la tubería, m.

- Calcular el número de Moody a partir de la rugosidad relativa y el cálculo del Re, en la gráfica correspondiente.

$$f = \frac{f_D}{4} \quad (129)$$

- Cálculo de la potencia real

$$W_{real} = W \cdot m \quad (130)$$

Donde:

m: caudal másica que circula por la tubería, kg/s.

W_{real}: potencia que debe suministrar el motor de la bomba para poder impulsar el fluido desde el punto 1 al punto 2.

Para el cálculo de las potencias requeridas por las bombas, se ha realizado vía web, con los parámetros anteriormente nombrados, a partir de las siguientes páginas web.

- www.cryostar.com
- www.aurorapump.com
- www.gouldspumps.com

Para ello el software requiere que introduzcamos el caudal que entra a la bomba (m^3/h) y la altura que esta ha de salvar (m) y nos selecciona las bombas que se ajustan a los requisitos.

El cálculo de potencias de las bombas centrífugas se ha obtenido de unas gráficas como la **figura 35**, donde los únicos parámetros calculados han sido el caudal y la carga total, h, de dichas bombas. Con estos parámetros el programa nos da diferentes bombas que cumplen los requisitos.

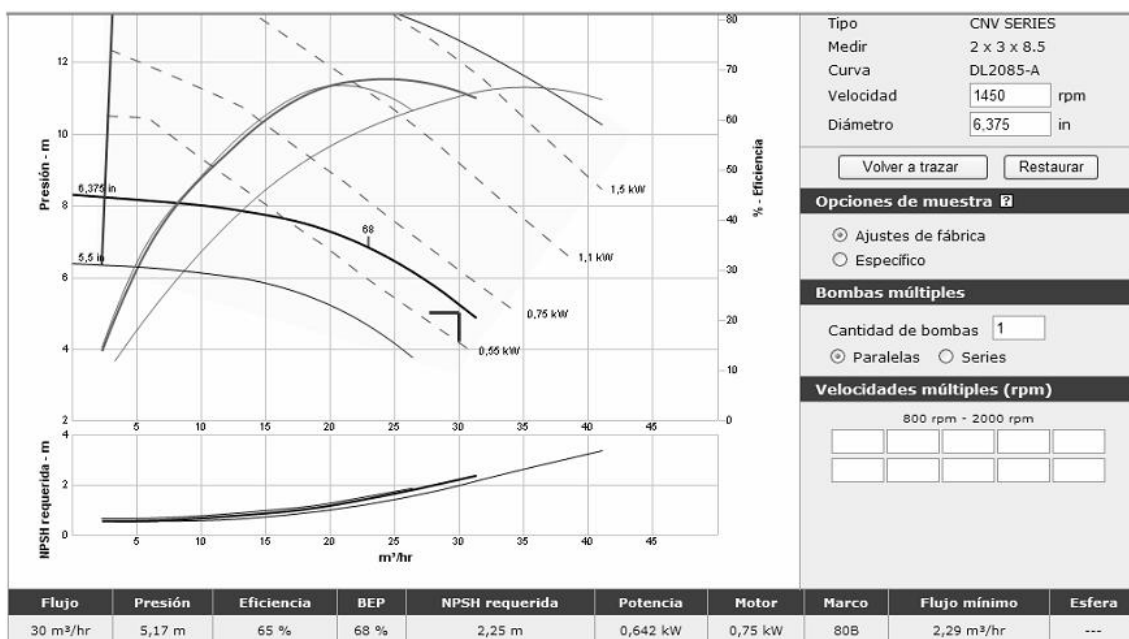


FIGURA 35

Por otro el cálculo de las bombas criogénicas, se ha obtenido a partir de la siguiente página donde se escoge la bomba que en su rango tenga nuestras necesidades de operación.

- <http://www.cryostar.com/web/cryostar-group.php>

8.2- Cálculo de la potencia de la soplante

Un compresor de gas (aire) o soplante es un dispositivo mecánico accionado por un motor eléctrico que comprime o incrementa la presión de un fluido en su estado gaseoso reduciendo su volumen. Así pues durante la producción de acético dicho soplador es utilizado para comprimir hasta la presión deseada el caudal de entrada a la columna COL-501.

Para este caso el tipo de soplador necesario tiene que ser de tipo adiabático por lo tanto para el cálculo se ha utilizado la siguiente ecuación:

$$W = N \cdot \frac{\gamma}{\gamma - 1} \cdot \frac{Z \cdot R \cdot T}{PM} \cdot \left(r^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} - 1 \right) \quad (131)$$

$$W_{real} = W \cdot m$$

Donde:

N: número de etapas del soplador.

γ : Cp/Cv

PM: peso molecular del fluido, kg/kmol

R: cte. cinética de los gases, 8,314 kJ/K·kmol.

T: temperatura de fluido, K.

r: factor de relación de presiones, P_2/P_1 .

W_{real} : potencia real del equipo, kW.

W: potencia del equipo, kJ/kg.

m: caudal másico, kg/s.

9 - DISEÑO DE LA CÁMARA DE COMBUSTIÓN

En primer lugar, para dimensionar la cámara de combustión, hemos de calcular el caudal de aire necesario para incinerar los siguientes residuos a una temperatura de 850 °C con un mínimo de exceso de oxígeno del 10%. Y por otro lado, determinar si se requiere combustible adicional y también comprobar si se cumplen las emisiones de NO_x.

Residuos	Caudal (kg/h)
Metanol	18,277
Monóxido de carbono	356,89
Dióxido de carbono	67,8
Metano	8,94
Metano de red	158,3

Balance de materia

$$C_zH_yO_x + e \cdot \left(z + \phi - \frac{x}{2}\right) O_2 + e \cdot \frac{79}{21} \cdot \left(z + \phi - \frac{x}{2}\right) N_2 \\ zCO_2 + 2 \cdot \phi \cdot H_2O + e \cdot \frac{79}{21} \cdot \left(z + \phi - \frac{x}{2}\right) N_2 + (e - 1) \cdot \left(z + \phi - \frac{x}{2}\right) O_2 \quad (131)$$

Donde:

z: número de carbonos.

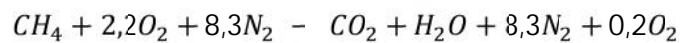
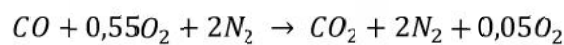
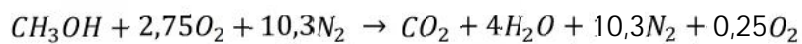
y: número de hidrógenos.

x: número de oxígenos.

φ: y/4

e: exceso de oxígeno = 1,1

A partir de la expresión del balance de materia, mostraremos las reacciones para cada residuo:



Siguiendo la expresión del balance de materia, los caudales de salida serian los siguientes:

	O ₂	N ₂	CO ₂	H ₂ O
kmol/h	28,134	105,84	23,769	22,047

Balance de energía

$$m_{rx} \cdot \Delta H_{rx} = m_{esc} \cdot C_{p_{esc}} \cdot \Delta T + m_{gases} \cdot \Delta H_{gases} + m_{H_2O, total} \cdot \Delta H_{H_2O, total} + m_{H_2O, total} \cdot \lambda_{H_2O}$$

Para poder calcular, los calores de reacción, haremos uso de la siguiente correlación:

$$H = a \cdot (T - T_0) + \frac{b}{2} \cdot (T^2 - T_0^2) + \frac{c}{3} \cdot (T^3 - T_0^3)$$

Donde:

ΔH, kmol/kcal.

$$T_0 = 15 \text{ }^\circ\text{C}$$

En el cual los parámetros a, b y c para cada componente son los siguientes:

	A	b	c
CO₂	9	0,007183	-0,000002475
N₂	6,77	0,001631	-0,000000345
O₂	6,95	0,002326	-0,00000077
H₂O	7,76	0,003096	-0,00000343
CH₄	8	0,015695	-0,0000043
CO	6,79	0,00184	-0,00000459

A partir de los parámetros a, b y c, hemos calculado los calores de combustión:

	ΔH (kcal/mol)
CO₂	9602,4
N₂	6171,3
O₂	6485,6
H₂O	6895,5
CH₄	11467,8
CO	5394,5
CH₃OH (bibliográfico)	33814

Si aplicamos el balance de energía y sustituimos por los valores, podemos decir, que no hay que añadir combustible, porque la energía que entra es superior a la que sale y se ha de aumentar el caudal de aire para mantener la temperatura a 850 °C, sino sería superior.

Recalculamos r, exceso de aire

Resolvemos el balance de materia para que la temperatura de llama sea 850 °C y la de salida de los gases sea 180 °C. El calor de vapor a intercambiar que necesitamos es de $9 \cdot 10^6$ kJ/h. Finalmente obtenemos:

r
2,83

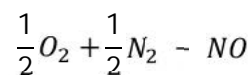
Entonces, a partir de este exceso de aire, ahora los caudales de salida son los siguientes:

	O ₂	N ₂	CO ₂	H ₂ O
kmol/h	51,611	299,996	23,769	22,047

$$Q_{\text{AIRE,CALCULADO}} = \frac{28,134 + 105,84}{1,1 \cdot r_{\text{CALC}}} = 43 \frac{\text{kmol}}{\text{h}}$$

Comprobación de las emisiones de NO_x

$$Q_{\text{GASES,SALIDA}} = 397,423 \text{ kmol/h}$$



$$k_p = 0,0034 = \frac{p \cdot X_{\text{NO}}}{p \cdot X_{\text{O}_2} \cdot p \cdot X_{\text{N}_2}} = \frac{X_{\text{NO}}}{p \cdot X_{\text{O}_2} \cdot X_{\text{N}_2}} = \frac{\frac{x}{397,423}}{\left(\frac{51,511 - 0,5x}{397,423}\right)^{0,5} \cdot \left(\frac{299,996 - 0,5x}{397,423}\right)^{0,5}}$$

x
0,45

Donde:

$$X_{\text{NO}} = x/Q_{\text{GASES,SALIDA}} = 0,00105$$

$$X_{\text{N}_2} = 0,686$$

$$X_{\text{O}_2} = 0,359$$

$$Q_V = \frac{Q_{\text{GASES,SALIDA}} \cdot R \cdot T}{P} = \frac{397,423 \cdot 0,082 \cdot (850 + 273)}{1} = 36597 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

$$[\text{NO}] = \frac{X_{\text{NO}}}{R \cdot T} = 1,14 \cdot 10^{-5} \frac{\text{kmol}}{\text{m}^3} = 342 \frac{\text{mg}}{\text{m}^3}$$

En condiciones normales: T=0 °C

$$Q_V = \frac{Q_{\text{GASES,SALIDA}} \cdot R \cdot T}{P} = \frac{397,423 \cdot 0,082 \cdot 273}{1} = 8896,7 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

$$[\text{NO}] = \frac{x}{Q_V} = 4,72 \cdot 10^{-5} \frac{\text{kmol}}{\text{m}^3 \cdot \text{h}} = 1416 \frac{\text{mg}}{\text{Nm}^3 \cdot \text{h}}$$

Sale fuera de las especificaciones, habría que tratarlos. Para ello, hemos pensado en un conversor catalítico.

Dimensionamiento de la cámara de combustión

Si partimos de $Q_v=36597 \text{ m}^3/\text{h}$ y suponemos $t = 2 \text{ s}$ y una velocidad de los gases entre 5-8 m/s.

$$\tau = \frac{V}{Q} \rightarrow A = Q \cdot \tau = 20,33\text{m}^3$$

Por otro lado:

$$Q = v \cdot A \rightarrow A = \frac{Q}{v} = 2\text{m}^2$$

$$A = \frac{\pi}{4} \cdot D^2 \rightarrow D = 1,6\text{m}$$

$$V = \frac{\pi}{4} \cdot D^2 \cdot H \cdot H = 10\text{m}$$

10.- TUBERIAS, VÁLVULAS Y BOMBAS

10.1- TUBERIAS

10.1.1- Introducción

En este apartado se incluyen todas las líneas de proceso con sus especificaciones, tal como: el diámetro nominal de estas, el tipo de fluido que por ellas circula, el caudal con su presión y temperatura y el tipo de aislamiento si este fuera necesario.

Todas estas especificaciones se encuentran recogidas en las tablas que se muestran a continuación.

10.1.2 Nomenclatura

Para poder comprender y seguir con facilidad los diagramas de ingeniería, cada línea se especifica con una denominación abreviada. Esta contiene cinco grupos de letras o números con el siguiente significado:

- **Primero:** nos indica el diámetro nominal de la tubería en pulgadas.
- **Segundo:** conjunto de letras que indican el tipo de material de construcción de dicha tubería.

Abreviatura	Tipo de material
T	Acero inoxidable AISI-316
F	Acero al carbono
H	Hastelloy

Acero al carbono: Utilizado para los equipos y tuberías donde no existe peligro de corrosión (agua de refrigeración, líneas de servicio).

Acero inoxidable (AISI-316): Tienen un coste superior pero son considerablemente más resistentes a la corrosión que los anteriores, se utilizan básicamente para las líneas de proceso y transporte de materias primas.

Hastelloy: Es el material de mayor coste ya que soporta condiciones extremas de operación, se utiliza básicamente para construcción de equipos y líneas de proceso.

-Tercero: Número de especificación propio de construcción de la tubería que incluye, presión, tipo de conexiones, accesorios...Este código consta de dos cifras donde la primera indica la presión nominal y la segunda el tipo de brida elegido.

Decenas	PN (kg/cm ²)
10	2,5
20	6
30	10
40	16
50	25
60	40
70	64
80	100

Por la unidad de estas cifras nos especifica el tipo de brida escogido.

Unidad	Tipo de brida	Uso más frecuente
0	Con cuello para soldar a tope	Condiciones de servicio (vapor)
1	Roscada	Material especial que no suelde bien
2	Plana para soldar	Condiciones de servicio poco severas
3	Loca con arco	Proceso (para desmontajes frecuentes)
4	Loca con arco para soldar a tope	Proceso (condiciones de servicio)
5	Loca por tubo rebordeado	Condiciones de servicio poco severas
6	Ciega	Tapas para prevenir ampliaciones

- **Cuarto:** Letras que nos indican el tipo de fluido que por allí circula. Las abreviaciones utilizadas son las siguientes:

CÓDIGO DE FLUIDOS			
AR	Agua de refrigeración	HACD	Acético diluido
N	Nitrógeno	VC	Vapor condensado
CO	Monóxido de carbono	V	Vapor
HAC	Acético glacial	ME	Metanol
AP	Agua de proceso	C	Condensados
GA	Gas natural	MEZCLA	Ver balances de materia
AF	Agua de chiller	AG	Agua glicolada

- **Quinto:** Nombre que indica el tramo dentro del área correspondiente.

NUMERACIÓN	ÁREAS
100	Almacenaje de Metanol
	Almacenaje de Monóxido de carbono
	Almacenaje de Nitrógeno
200	Reacción
300	Purificación
400	Almacenaje de Ácido acético
500	Tratamiento gas-líquido
600	Servicios
700	Oficinas

Ejemplo: 5"-T-34-N-604

Corresponde a la tubería con DN 5", de acero inoxidable AISI-316, con presión nominal de 10 kg/cm², brida loca con arco para soldar, que transporta nitrógeno, situada en el área 600 siendo la tubería número cuatro.

10.1.3- Aislamiento de tuberías

De acuerdo con la legislación, las superficies de las tuberías no pueden superar los 50°C. Luego, tenemos que aislar todas aquellas conducciones que estén operando a temperaturas superiores a 50°C, así como todas aquellas conducciones que estén operando a temperaturas inferiores a 5°C.

El tipo de aislamientos escogidos para las tuberías es distinto dependiendo del fluido que circule por su interior y a la temperatura a la cual lo hace.

Para las líneas de frío, temperatura por debajo de 0°C, se utiliza un sistema de aislamiento al vacío donde entre la tubería y el recubrimiento se hace el vacío, esto nos garantiza una temperatura óptima en la superficie de este. Este tipo de aislamiento es específico para las líneas de CO.

Por otro lado, para todas aquellas tuberías en donde el fluido circule por encima de los 50°C el aislamiento escogido será básicamente de tres tipos: Coquilla

Isover, Manta Spintex y Manta Teisol. Los grosores de dichos aislantes serán función de la temperatura del fluido y el diámetro de la tubería.

10.1.4- Hojas de especificaciones

La nomenclatura utilizada en las hojas de especificaciones es la siguiente:

- **DN:** diámetro nominal de la línea (pulgadas).
- **MATERIAL:** tipo de material utilizado para la construcción de dicha línea.
- **FLUIDO:** fluido que circula por el interior de dicha tubería.
- **ESTADO:** determinación del estado físico (sólido, líquido o gas) en que se encuentra el fluido que circula por el interior de dicha tubería.
- **Nº LÍNEA:** el primer número corresponde al área en la cual se encuentra y el segundo es la numeración establecida dentro de esta área.
- **TRAMO:** indica el recorrido de la línea desde el inicio hasta el final.
- **Q:** caudal que circula por el interior, m³/h.
- **PRESIÓN:** $P_{\text{diseño}} = P_{\text{máx.}} (1,2 \cdot P_{\text{trabajo}})$, kg/cm².
- **TEMPERATURA:** la temperatura de diseño es 10 °C superior a la de trabajo.
- **AISLAMIENTO:** se especifica el tipo de aislamiento escogido así como el grosor en pulgadas.

LISTADO DE LÍNEAS					PROYECTO		Planta de ácido acético					HOJA		Nomenclatura
					AREA		100					DE		
					PLANTA		Ácido acético					FECHA		
DN	Material	Fluido	Estado	Nº Línea	Tramo		Q m3/h	Presión (bar)		Temperatura (°C)		Aislamiento		
					Desde	Hasta		Trabajo	Diseño	Trabajo	Diseño	Tipo	Grosor	
50	F	MeOH	L	101	T-101	2"-F-24-ME-109	6,38	3	3,6	25	30	-	-	2"-F-24-ME-101
50	F	MeOH	L	102	T-102	2"-F-24-ME-109	6,38	3	3,6	25	30	-	-	2"-F-24-ME-102
50	F	MeOH	L	103	T-103	2"-F-24-ME-109	6,38	3	3,6	25	30	-	-	2"-F-24-ME-103
50	F	MeOH	L	104	T-104	2"-F-24-ME-109	6,38	3	3,6	25	30	-	-	2"-F-24-ME-104
50	F	MeOH	L	105	T-105	2"-F-24-ME-110	6,38	3	3,6	25	30	-	-	2"-F-24-ME-105
50	F	MeOH	L	106	T-106	2"-F-24-ME-110	6,38	3	3,6	25	30	-	-	2"-F-24-ME-106
50	F	MeOH	L	107	T-107	2"-F-24-ME-110	6,38	3	3,6	25	30	-	-	2"-F-24-ME-107
50	F	MeOH	L	108	T-108	2"-F-24-ME-110	6,38	3	3,6	25	30	-	-	2"-F-24-ME-108
50	F	MeOH	L	109	2"-F-24-ME-101	2"-F-24-ME-111	6,38	3	3,6	25	30	-	-	2"-F-24-ME-109
50	F	MeOH	L	110	2"-F-24-ME-108	2"-F-24-ME-111	6,38	3	3,6	25	30	-	-	2"-F-24-ME-110
50	F	MeOH	L	111	2"-F-24-ME-109	2"-F-24-ME-110	6,38	3	3,6	25	30	-	-	2"-F-24-ME-111
50	F	MeOH	L	112	2"-F-24-ME-111	B -101	6,38	3	3,6	25	30	-	-	2"-F-24-ME-112
50	F	MeOH	L	113	B -101	IC -101	6,38	3	3,6	25	30	-	-	2"-F-24-ME-113
50	F	MeOH	L	114	IC - 101	COL - 501	6,38	3	3,6	25	30	-	-	2"-F-24-ME-114
50	T	CO	L	115	T-121	2"-T-44CO-123	6,06	15	18	25	30	vacío	-	2"-F-44-CO-115
50	T	CO	L	116	T-122	2"-T-44CO-123	6,06	15	18	-155	-160	vacío	-	2"-F-44-CO-116
50	T	CO	L	117	T-123	2"-T-44CO-123	6,06	15	18	-155	-160	vacío	-	2"-F-44-CO-117
50	T	CO	L	118	T-124	2"-T-44CO-123	6,06	15	18	-155	-160	vacío	-	2"-F-44-CO-118
50	T	CO	L	119	T-125	2"-T-44-CO-124	6,06	15	18	-155	-160	vacío	-	2"-F-44-CO-119
50	T	CO	L	120	T-126	2"-T-44-CO-124	6,06	15	18	-155	-160	vacío	-	2"-F-44-CO-120
50	T	CO	L	121	T-127	2"-T-44-CO-124	6,06	15	18	-155	-160	vacío	-	2"-F-44-CO-121
50	T	CO	L	122	T-128	2"-T-44-CO-124	6,06	15	18	-155	-160	vacío	-	2"-F-44-CO-122
50	T	CO	L	123	2"-T-44-CO-115	2"-T-44-CO-125	6,06	15	18	-155	-160	vacío	-	2"-F-44-CO-123
50	T	CO	L	124	2"-T-44-CO-122	2"-T-44-CO-125	6,06	15	18	-155	-160	vacío	-	2"-F-44-CO-124
50	T	CO	L	125	2"-T-44-CO-123	2"-T-44-CO-124	6,06	15	18	-155	-160	vacío	-	2"-F-44-CO-125
50	T	CO	L	126	2"-T-44-CO-125	B - 121	6,06	15	18	-155	-160	vacío	-	2"-F-44-CO-126

					LISTADO DE LÍNEAS		PROYECTO		Planta de ácido acético			HOJA		
							AREA		100			DE		
							PLANTA		Ácido acético			FECHA		13/09/12
DN	Material	Fluido	Estado	Nº Línea	Tramo		Q m3/h	Presión (bar)		Temperatura (°C)		Aislamiento		Nomenclatura
					Desde	Hasta		Trabajo	Diseño	Trabajo	Diseño	Tipo	Grosor	
50	T	CO	L	127	B -121	EV - 201	6,06	30	36	-155	-160	vacío	-	2"-F-64-CO-127
80	F	MeOH	L	128	B -701	3"-F-24-ME-129	30,00	3	3,6	25	30	-	-	3"-F-23-ME-128
80	F	MeOH	L	129	3"-F-24-ME-130	3"-F-24-ME-131	30,00	3	3,6	25	30	-	-	3"-F-24-ME-129
80	F	MeOH	L	130	3"-F-24-ME-129	3"-F-24-ME-135	30,00	3	3,6	25	30	-	-	3"-F-24-ME-130
80	F	MeOH	L	131	3"-F-24-ME-129	3"-F-24-ME-136	30,00	3	3,6	25	30	-	-	3"-F-24-ME-131
80	F	MeOH	L	132	3"-F-24-ME-131	T-101	30,00	3	3,6	25	30	-	-	3"-F-24-ME-132
80	F	MeOH	L	133	3"-F-24-ME-131	T-102	30,00	3	3,6	25	30	-	-	3"-F-24-ME-133
80	F	MeOH	L	134	3"-F-24-ME-131	T-103	30,00	3	3,6	25	30	-	-	3"-F-24-ME-134
80	F	MeOH	L	135	3"-F-24-ME-131	T-104	30,00	3	3,6	25	30	-	-	3"-F-24-ME-135
80	F	MeOH	L	136	3"-F-24-ME-130	T-105	30,00	3	3,6	25	30	-	-	3"-F-24-ME-136
80	F	MeOH	L	137	3"-F-24-ME-130	T-106	30,00	3	3,6	25	30	-	-	3"-F-24-ME-137
80	F	MeOH	L	138	3"-F-24-ME-130	T-107	30,00	3	3,6	25	30	-	-	3"-F-24-ME-138
80	F	MeOH	L	139	3"-F-24-ME-130	T-108	30,00	3	3,6	25	30	-	-	3"-F-24-ME-139
80	T	CO	L	140	B -711	3"-T-44-CO-141	30,00	15	18	25	30	vacío	-	3"-T-43-CO-140
80	T	CO	L	141	3"-T-44-CO-142	3"-T-44-CO-143	30,00	15	18	-155	-160	vacío	-	3"-T-44-CO-141
80	T	CO	L	142	3"-T-44-CO-141	3"-T-44-CO-144	30,00	15	18	-155	-160	vacío	-	3"-T-44-CO-142
80	T	CO	L	143	3"-T-44-CO-141	3"-T-44-CO-148	30,00	15	18	-155	-160	vacío	-	3"-T-44-CO-143
80	T	CO	L	144	3"-T-44-CO-143	T-121	30,00	15	18	-155	-160	vacío	-	3"-T-44-CO-144
80	T	CO	L	145	3"-T-44-CO-143	T-122	30,00	15	18	-155	-160	vacío	-	3"-T-44-CO-145
80	T	CO	L	146	3"-T-44-CO-143	T-123	30,00	15	18	-155	-160	vacío	-	3"-T-44-CO-146
80	T	CO	L	147	3"-T-44-CO-143	T-124	30,00	15	18	-155	-160	vacío	-	3"-T-44-CO-147
80	T	CO	L	148	3"-T-44-CO-142	T-125	30,00	15	18	-155	-160	vacío	-	3"-T-44-CO-148
80	T	CO	L	149	3"-T-44-CO-142	T-126	30,00	15	18	-155	-160	vacío	-	3"-T-44-CO-149
80	T	CO	L	150	3"-T-44-CO-142	T-127	30,00	15	18	-155	-160	vacío	-	3"-T-44-CO-150
80	T	CO	L	151	3"-T-44-CO-142	T-128	30,00	15	18	-155	-160	vacío	-	3"-T-44-CO-151
80	F	N	L	152	B -721	T-141	30,00	15	18	-155	-160	vacío	-	3"-F-44-N-152

					LISTADO DE LÍNEAS		PROYECTO	Planta de ácido acético		HOJA				
							AREA	100		DE				
							PLANTA	Ácido acético		FECHA		13/09/12		
DN	Material	Fluido	Estado	N° Línea	Tramo		Q m3/h	Presión (bar)		Temperatura (°C)		Aislamiento		Nomenclatura
					Desde	Hasta		Trabajo	Diseño	Trabajo	Diseño	Tipo	Grosor (mm)	
32	F	N	L	153	T – 141	EV - 101	5,00	15	18	-190	-200	Coquilla Isover 30		1,25-F-44-N-153
32	F	N	G	154	EV-101	1,25"-F-24-N-155	6,00	3	3,6	25	30	-		1,25"-F-24-N-154
32	F	N	G	155	1,25"-F-24-N-154	2"-F-24-CO-127	6,00	3	3,6	25	30	-		1,25"-F-24-N-155
32	F	N	G	156	1,25"-F-24-N-154	2"-F-24-ME-113	6,00	3	3,6	25	30	-		1,25"-F-24-N-156
32	F	N	G	157	1,25"-F-24-N-154	1,25"-F-24-N-159	6,00	3	3,6	25	30	-		1,25"-F-24-N-157
32	F	N	G	158	1,25"-F-24-N-157	1,25"-F-24-N-160	6,00	3	3,6	25	30	-		1,25"-F-24-N-158
32	F	N	G	159	1,25"-F-24-N-157	1,25"-F-24-N-167	6,00	3	3,6	25	30	-		1,25"-F-24-N-159
32	F	N	G	160	1,25"-F-24-N-158	T-101	6,00	3	3,6	25	30	-		1,25"-F-24-N-160
32	F	N	G	161	1,25"-F-24-N-158	T-102	6,00	3	3,6	25	30	-		1,25"-F-24-N-161
32	F	N	G	162	1,25"-F-24-N-158	T-103	6,00	3	3,6	25	30	-		1,25"-F-24-N-162
32	F	N	G	163	1,25"-F-24-N-158	T-104	6,00	3	3,6	25	30	-		1,25"-F-24-N-163
32	F	N	G	164	1,25"-F-24-N-159	T-105	6,00	3	3,6	25	30	-		1,25"-F-24-N-164
32	F	N	G	165	1,25"-F-24-N-159	T-106	6,00	3	3,6	25	30	-		1,25"-F-24-N-165
32	F	N	G	166	1,25"-F-24-N-159	T-107	6,00	3	3,6	25	30	-		1,25"-F-24-N-166
32	F	N	G	167	1,25"-F-24-N-159	T-108	6,00	3	3,6	25	30	-		1,25"-F-24-N-167
80	F	AG	L	168	AREA 600	IC -101	9,50	3	3,6	25	30	-		1,5"-F-24-AG-168
80	F	AG	L	169	IC – 101	AREA 600	9,50	3	3,6	25	30	Coquilla Isover 30		1,5"-F-24-AG-169

LISTADO DE LÍNEAS					PROYECTO		Planta de ácido acético		HOJA		FECHA		13/09/12	
					AREA		400		DE					
					PLANTA		Ácido acético		FECHA					
DN	Material	Fluido	Estado	Nº Línea	Tramo		Q m3/h	Presión (bar)		Temperatura (°C)		Aislamiento		Nomenclatura
					Desde	Hasta		Trabajo	Diseño	Trabajo	Diseño	Tipo	Grosor (mm)	
50	T	HAC	L	401	T- 401	2"-T-24-HAC-409	5,42	2	2,4	25	30	-	-	2"-T-24-HAC-401
50	T	HAC	L	402	T- 402	2"-T-24-HAC-409	5,42	2	2,4	25	30	-	-	2"-T-24-HAC-402
50	T	HAC	L	403	T- 403	2"-T-24-HAC-409	5,42	2	2,4	25	30	-	-	2"-T-24-HAC-403
50	T	HAC	L	404	T- 404	2"-T-24-HAC-409	5,42	2	2,4	25	30	-	-	2"-T-24-HAC-404
50	T	HAC	L	405	T- 405	2"-T-24-HAC-410	5,42	2	2,4	25	30	-	-	2"-T-24-HAC-405
50	T	HAC	L	406	T- 406	2"-T-24-HAC-410	5,42	2	2,4	25	30	-	-	2"-T-24-HAC-406
50	T	HAC	L	407	T- 407	2"-T-24-HAC-410	5,42	2	2,4	25	30	-	-	2"-T-24-HAC-407
50	T	HAC	L	408	T- 408	2"-T-24-HAC-410	5,42	2	2,4	25	30	-	-	2"-T-24-HAC-408
50	T	HAC	L	409	2"-T-24-HAC-404	2"-T-24-HAC-411	5,42	2	2,4	25	30	-	-	2"-T-24-HAC-409
50	T	HAC	L	410	2"-T-24-HAC-405	2"-T-24-HAC-411	5,42	2	2,4	25	30	-	-	2"-T-24-HAC-410
50	T	HAC	L	411	2"-T-24-HAC-409	2"-T-24-HAC-410	5,42	2	2,4	25	30	-	-	2"-T-24-HAC-411
50	T	HAC	L	412	2"-T-24-HAC-411	B - 401	5,42	2	2,4	25	30	-	-	2"-T-23-HAC-412
50	T	HACD	L	413	T- 421	2"-T-24-HACD-425	5,22	1	1,2	25	30	-	-	2"-T-24-HACD-413
50	T	HACD	L	414	T- 422	2"-T-24-HACD-425	5,22	1	1,2	25	30	-	-	2"-T-24-HACD-414
50	T	HACD	L	415	T- 423	2"-T-24-HACD-425	5,22	1	1,2	25	30	-	-	2"-T-24-HACD-415
50	T	HACD	L	416	T- 424	2"-T-24-HACD-425	5,22	1	1,2	25	30	-	-	2"-T-24-HACD-416
50	T	HACD	L	417	T- 425	2"-T-24-HACD-425	5,22	1	1,2	25	30	-	-	2"-T-24-HACD-417
50	T	HACD	L	418	T- 426	2"-T-24-HACD-425	5,22	1	1,2	25	30	-	-	2"-T-24-HACD-418
50	T	HACD	L	419	T- 427	2"-T-24-HACD-426	5,22	1	1,2	25	30	-	-	2"-T-24-HACD-419
50	T	HACD	L	420	T- 428	2"-T-24-HACD-426	5,22	1	1,2	25	30	-	-	2"-T-24-HACD-420
50	T	HACD	L	421	T- 429	2"-T-24-HACD-426	5,22	1	1,2	25	30	-	-	2"-T-24-HACD-421
50	T	HACD	L	422	T- 430	2"-T-24-HACD-426	5,22	1	1,2	25	30	-	-	2"-T-24-HACD-422
50	T	HACD	L	423	T- 431	2"-T-24-HACD-426	5,22	1	1,2	25	30	-	-	2"-T-24-HACD-423
50	T	HACD	L	424	T- 432	2"-T-24-HACD-426	5,22	1	1,2	25	30	-	-	2"-T-24-HACD-424
50	T	HACD	L	425	2"-T-24-HACD-418	2"-T-24-HACD-427	5,22	1	1,2	25	30	-	-	2"-T-24-HACD-425

LISTADO DE LÍNEAS					PROYECTO		Planta de ácido acético		HOJA		13/09/12			
					AREA		400		DE					
					PLANTA		Ácido acético		FECHA					
DN	Material	Fluido	Estado	Nº Línea	Tramo		Q m3/h	Presión (bar)		Temperatura (°C)		Aislamiento		Nomenclatura
					Desde	Hasta		Trabajo	Diseño	Trabajo	Diseño	Tipo	Grosor (mm)	
50	T	HACD	L	426	2"-T-24-HACD-419	2"-T-24-HACD-427	5,22	1	1,2	25	30	-	2"-T-24-HACD-426	
50	T	HACD	L	427	2"-T-24-HACD-425	2"-T-24-HACD-426	5,22	1	1,2	25	30	-	2"-T-24-HACD-427	
50	T	HACD	L	428	2"-F-24-HACD-427	B - 421	5,22	1	1,2	25	30	-	2"-T-23-HACD-428	
80	T	HAC	L	429	T- 401	3"-T-24-HAC-437	5,42	2	2,4	25	30	-	3"-T-24-HAC-429	
80	T	HAC	L	430	T- 402	3"-T-24-HAC-437	5,42	2	2,4	25	30	-	3"-T-24-HAC-430	
80	T	HAC	L	431	T- 403	3"-T-24-HAC-437	5,42	2	2,4	25	30	-	3"-T-24-HAC-431	
80	T	HAC	L	432	T- 404	3"-T-24-HAC-437	5,42	2	2,4	25	30	-	3"-T-24-HAC-432	
80	T	HAC	L	433	T- 405	3"-T-24-HAC-438	5,42	2	2,4	25	30	-	3"-T-24-HAC-433	
80	T	HAC	L	434	T- 406	3"-T-24-HAC-438	5,42	2	2,4	25	30	-	3"-T-24-HAC-434	
80	T	HAC	L	435	T- 407	3"-T-24-HAC-438	5,42	2	2,4	25	30	-	3"-T-24-HAC-435	
80	T	HAC	L	436	T- 408	3"-T-24-HAC-438	5,42	2	2,4	25	30	-	3"-T-24-HAC-436	
80	T	HAC	L	437	3"-T-24-HAC-429	3"-T-24-HAC-439	5,42	2	2,4	25	30	-	3"-T-24-HAC-437	
80	T	HAC	L	438	3"-T-24-HAC-436	3"-T-24-HAC-439	5,42	2	2,4	25	30	-	3"-T-24-HAC-438	
80	T	HAC	L	439	3"-T-24-HAC-437	3"-T-24-HAC-438	5,42	2	2,4	25	30	-	3"-T-24-HAC-439	
80	T	HAC	L	440	3"-T-24-HAC-439	B - 731	5,42	2	2,4	25	30	-	3"-T-23-HAC-440	
80	T	HACD	L	441	T- 421	3"-T-24-HACD-453	5,22	1	1,2	25	30	-	3"-T-24-HACD-441	
80	T	HACD	L	442	T- 422	3"-T-24-HACD-453	5,22	1	1,2	25	30	-	3"-T-24-HACD-442	
80	T	HACD	L	443	T- 423	3"-T-24-HACD-453	5,22	1	1,2	25	30	-	3"-T-24-HACD-443	
80	T	HACD	L	444	T- 424	3"-T-24-HACD-453	5,22	1	1,2	25	30	-	3"-T-24-HACD-444	
80	T	HACD	L	445	T- 425	3"-T-24-HACD-453	5,22	1	1,2	25	30	-	3"-T-24-HACD-445	
80	T	HACD	L	446	T- 426	3"-T-24-HACD-453	5,22	1	1,2	25	30	-	3"-T-24-HACD-446	
80	T	HACD	L	447	T- 427	3"-T-24-HACD-454	5,22	1	1,2	25	30	-	3"-T-24-HACD-447	
80	T	HACD	L	448	T- 428	3"-T-24-HACD-454	5,22	1	1,2	25	30	-	3"-T-24-HACD-448	
80	T	HACD	L	449	T- 429	3"-T-24-HACD-454	5,22	1	1,2	25	30	-	3"-T-24-HACD-449	
80	T	HACD	L	450	T- 430	3"-T-24-HACD-454	5,22	1	1,2	25	30	-	3"-T-24-HACD-450	
80	T	HACD	L	451	T- 431	3"-T-24-HACD-454	5,22	1	1,2	25	30	-	3"-T-24-HACD-451	
80	T	HACD	L	452	T- 432	3"-T-24-HACD-454	5,22	1	1,2	25	30	-	3"-T-24-HACD-452	
80	T	HACD	L	453	3"-F-24-HACD-441	3"-F-24-HACD-455	5,22	1	1,2	25	30	-	3"-T-24-HACD-453	

LISTADO DE LÍNEAS					PROYECTO		Planta de ácido acético		HOJA		FECHA		13/09/12	
					AREA		400		DE					
					PLANTA		Ácido acético		Aislamiento					
DN	Material	Fluido	Estado	Nº Línea	Tramo		Q m3/h	Presión (bar)		Temperatura (°C)		Tipo	Grosor (mm)	Nomenclatura
					Desde	Hasta		Trabajo	Diseño	Trabajo	Diseño			
80	T	HACD	L	454	3"-F-24-HACD-452	3"-F-24-HACD-455	5,22	1	1,2	25	30	-		3"-T-24-HACD-454
80	T	HACD	L	455	3"-F-24-HACD-453	3"-F-24-HACD-454	5,22	1	1,2	25	30	-		3"-T-24-HACD-455
80	T	HACD	L	456	3"-F-24-HACD-455	B - 741	5,22	1	1,2	25	30	-		3"-T-23-HACD-456
250	F	V	G	457	CALDERA	1,25"-F-24-V-458	500	3,6	4,3	140	150	Manta Spintex	50	10"-F-24-V-457
32	F	V	G	458	10"-F-23-V-457	1"-F-24-V-459	63	3,6	4,3	140	150	Coquilla Isover	30	1,25"-F-24-V-458
25	F	V	G	459	1,25"-F-24-V-458	T - 404	31	3,6	4,3	140	150	Coquilla Isover	30	1"-F-24-V-459
25	F	V	G	460	1,25"-F-24-V-458	T - 404	31	3,6	4,3	140	150	Coquilla Isover	30	1"-F-24-V-460
32	F	V	G	461	10"-F-23-V-457	1"-F-24-V-462	63	3,6	4,3	140	150	Coquilla Isover	30	1,25"-F-24-V-461
25	F	V	G	462	1,25"-F-24-V-461	T - 403	31	3,6	4,3	140	150	Coquilla Isover	30	1"-F-24-V-462
25	F	V	G	463	1,25"-F-24-V-461	T - 403	31	3,6	4,3	140	150	Coquilla Isover	30	1"-F-24-V-463
32	F	V	G	464	10"-F-23-V-457	1"-F-24-V-465	63	3,6	4,3	140	150	Coquilla Isover	30	1,25"-F-24-V-464
25	F	V	G	465	1,25"-F-24-V-464	T - 402	31	3,6	4,3	140	150	Coquilla Isover	30	1"-F-24-V-465
25	F	V	G	466	1,25"-F-24-V-464	T - 402	31	3,6	4,3	140	150	Coquilla Isover	30	1"-F-24-V-466
32	F	V	G	467	10"-F-23-V-457	1"-F-24-V-468	63	3,6	4,3	140	150	Coquilla Isover	30	1,25"-F-24-V-467
25	F	V	G	468	1,25"-F-24-V-467	T - 401	31	3,6	4,3	140	150	Coquilla Isover	30	1"-F-24-V-468
25	F	V	G	469	1,25"-F-24-V-467	T - 401	31	3,6	4,3	140	150	Coquilla Isover	30	1"-F-24-V-469
250	F	V	G	470	CALDERA	1,25"-F-24-V-471	500	3,6	4,3	140	150	Manta Spintex	50	10"-F-24-V-470
32	F	V	G	471	10"-F-24-V-470	1"-F-24-V-472	63	3,6	4,3	140	150	Coquilla Isover	30	1,25"-F-24-V-471
25	F	V	G	472	1,25"-F-24-V-471	T - 405	31	3,6	4,3	140	150	Coquilla Isover	30	1"-F-24-V-472
25	F	V	G	473	1,25"-F-24-V-471	T - 405	31	3,6	4,3	140	150	Coquilla Isover	30	1"-F-24-V-473
32	F	V	G	474	10"-F-24-V-470	1"-F-24-V-475	63	3,6	4,3	140	150	Coquilla Isover	30	1,25"-F-24-V-474
25	F	V	G	475	1,25"-F-24-V-474	T - 406	31	3,6	4,3	140	150	Coquilla Isover	30	1"-F-24-V-475
25	F	V	G	476	1,25"-F-24-V-474	T - 406	31	3,6	4,3	140	150	Coquilla Isover	30	1"-F-24-V-476
32	F	V	G	477	10"-F-24-V-470	1"-F-24-V-478	63	3,6	4,3	140	150	Coquilla Isover	30	1,25"-F-24-V-477
25	F	V	G	478	1,25"-F-24-V-477	T - 407	31	3,6	4,3	140	150	Coquilla Isover	30	1"-F-24-V-478

LISTADO DE LÍNEAS					PROYECTO		Planta de ácido acético			HOJA		13/09/12		
					AREA		400			DE				
					PLANTA		Ácido acético			FECHA				
DN	Material	Fluido	Estado	Nº Línea	Tramo		Q m3/h	Presión (bar)		Temperatura (°C)		Aislamiento		Nomenclatura
					Desde	Hasta		Trabajo	Diseño	Trabajo	Diseño	Tipo	Grosor (mm)	
25	F	V	G	479	1,25"-F-24-V-477	T - 407	31	3,6	4,3	140	150	Coquilla Isover	30	1"-F-24-V-479
32	F	V	G	480	10"-F-24-V-470	1"-F-24-V-481	6,3	3,6	4,3	140	150	Coquilla Isover	30	1,25"-F-24-V-480
25	F	V	G	481	1,25"-F-24-V-480	T - 408	31	3,6	4,3	140	150	Coquilla Isover	30	1"-F-24-V-481
25	F	V	G	482	1,25"-F-24-V-480	T - 408	31	3,6	4,3	140	150	Coquilla Isover	30	1"-F-24-V-482
25	F	VC	L	483	T - 401	1"-F-24-V-485	0,7	3,6	4,3	140	150	Coquilla Isover	30	1"-F-24-V-483
25	F	VC	L	484	T - 401	1"-F-24-V-485	0,7	3,6	4,3	140	150	Coquilla Isover	30	1"-F-24-V-484
25	F	VC	L	485	1"-F-24-V-484	1,25"-F-24-V-486	1,4	3,6	4,3	140	150	Coquilla Isover	30	1"-F-24-V-485
32	F	VC	L	486	1"-F-24-V-485	CALDERA	5,6	3,6	4,3	140	150	Coquilla Isover	30	1,25"-F-24-V-486
25	F	VC	L	487	T - 402	1"-F-24-V-489	0,7	3,6	4,3	140	150	Coquilla Isover	30	1"-F-24-V-487
25	F	VC	L	488	T - 402	1"-F-24-V-489	0,7	3,6	4,3	140	150	Coquilla Isover	30	1"-F-24-V-488
25	F	VC	L	489	1"-F-24-V-488	1,25"-F-24-V-486	1,4	3,6	4,3	140	150	Coquilla Isover	30	1"-F-24-V-489
25	F	VC	L	490	T - 403	1"-F-24-V-492	0,7	3,6	4,3	140	150	Coquilla Isover	30	1"-F-24-V-490
25	F	VC	L	491	T - 403	1"-F-24-V-492	0,7	3,6	4,3	140	150	Coquilla Isover	30	1"-F-24-V-491
25	F	VC	L	492	1"-F-24-V-491	1,25"-F-24-V-486	1,4	3,6	4,3	140	150	Coquilla Isover	30	1"-F-24-V-492
25	F	VC	L	493	T - 404	1"-F-24-V-495	0,7	3,6	4,3	140	150	Coquilla Isover	30	1"-F-24-V-493
25	F	VC	L	494	T - 404	1"-F-24-V-495	0,7	3,6	4,3	140	150	Coquilla Isover	30	1"-F-24-V-494
25	F	VC	L	495	1"-F-24-V-494	1,25"-F-24-V-486	1,4	3,6	4,3	140	150	Coquilla Isover	30	1"-F-24-V-495
25	F	VC	L	496	T - 408	1"-F-24-V-498	0,7	3,6	4,3	140	150	Coquilla Isover	30	1"-F-24-V-496
25	F	VC	L	497	T - 408	1"-F-24-V-498	0,7	3,6	4,3	140	150	Coquilla Isover	30	1"-F-24-V-497
25	F	VC	L	498	1"-F-24-V-497	1,25"-F-24-V-499	1,4	3,6	4,3	140	150	Coquilla Isover	30	1"-F-24-V-498
32	F	VC	L	499	1"-F-24-V-498	CALDERA	5,6	3,6	4,3	140	150	Coquilla Isover	30	1,25"-F-24-V-499
25	F	VC	L	4100	T - 407	1"-F-24-V-4102	0,7	3,6	4,3	140	150	Coquilla Isover	30	1"-F-24-V-4100
25	F	VC	L	4101	T - 407	1"-F-24-V-4102	0,7	3,6	4,3	140	150	Coquilla Isover	30	1"-F-24-V-4101
25	F	VC	L	4102	1"-F-24-V-4101	1,25"-F-24-V-499	1,4	3,6	4,3	140	150	Coquilla Isover	30	1"-F-24-V-4102
25	F	VC	L	4103	T - 406	1"-F-24-V-4105	0,7	3,6	4,3	140	150	Coquilla Isover	30	1"-F-24-V-4103
25	F	VC	L	4104	T - 406	1"-F-24-V-4105	0,7	3,6	4,3	140	150	Coquilla Isover	30	1"-F-24-V-4104

					LISTADO DE LÍNEAS		PROYECTO	Planta de ácido acético		HOJA				
							AREA	400		DE				
							PLANTA	Ácido acético		FECHA		13/09/12		
DN	Material	Fluido	Estado	Nº Línea	Tramo		Q m3/h	Presión (bar)		Temperatura (°C)		Aislamiento		Nomenclatura
					Desde	Hasta		Trabajo	Diseño	Trabajo	Diseño	Tipo	Grosor (mm)	
25	F	VC	L	4105	4104	1,25"-F-24-V-499	1,4	3,6	4,3	140	150	Coquilla Isover	30	1"-F-24-V-4105
25	F	VC	L	4106	T - 405	1"-F-24-V-4108	0,7	3,6	4,3	140	150	Coquilla Isover	30	1"-F-24-V-4106
25	F	VC	L	4107	T - 405	1"-F-24-V-4108	0,7	3,6	4,3	140	150	Coquilla Isover	30	1"-F-24-V-4107
25	F	VC	L	4108	4107	1,25"-F-24-V-499	1,4	3,6	4,3	140	150	Coquilla Isover	30	1"-F-24-V-4108
80	F	AG	L	4109	CHILLER	1,25"-F-24-V-4110	3,5	2	2,4	0	10	Coquilla Isover	30	3"-F-24-V-4109
32	F	AG	L	4110	3"-F-24-V-4109	1"-F-24-V-4111	4,4	2	2,4	0	10	Coquilla Isover	30	1,25"-F-24-V-4110
25	F	AG	L	4111	1,25"-F-24-V-4110	T - 404	2,2	2	2,4	0	10	Coquilla Isover	30	1"-F-24-V-4111
25	F	AG	L	4112	1,25"-F-24-V-4110	T - 404	2,2	2	2,4	0	10	Coquilla Isover	30	1"-F-24-V-4112
32	F	AG	L	4113	3"-F-24-V-4109	1"-F-24-V-4114	4,4	2	2,4	0	10	Coquilla Isover	30	1,25"-F-24-V-4113
25	F	AG	L	4114	1,25"-F-24-V-4113	T - 403	2,2	2	2,4	0	10	Coquilla Isover	30	1"-F-24-V-4114
25	F	AG	L	4115	1,25"-F-24-V-4113	T - 403	2,2	2	2,4	0	10	Coquilla Isover	30	1"-F-24-V-4115
32	F	AG	L	4116	3"-F-24-V-4109	1"-F-24-V-4117	4,4	2	2,4	0	10	Coquilla Isover	30	1,25"-F-24-V-4116
25	F	AG	L	4117	1,25"-F-24-V-4116	T - 402	2,2	2	2,4	0	10	Coquilla Isover	30	1"-F-24-V-4117
25	F	AG	L	4118	1,25"-F-24-V-4116	T - 402	2,2	2	2,4	0	10	Coquilla Isover	30	1"-F-24-V-4118
32	F	AG	L	4119	3"-F-24-V-4109	1"-F-24-V-4120	4,4	2	2,4	0	10	Coquilla Isover	30	1,25"-F-24-V-4119
25	F	AG	L	4120	1,25"-F-24-V-4119	T - 401	2,2	2	2,4	0	10	Coquilla Isover	30	1"-F-24-V-4120
25	F	AG	L	4121	1,25"-F-24-V-4119	T - 401	2,2	2	2,4	0	10	Coquilla Isover	30	1"-F-24-V-4121
80	F	AG	L	4122	CHILLER	1,25"-F-24-V-4123	35	2	2,4	0	10	Coquilla Isover	30	3"-F-24-V-4122
32	F	AG	L	4123	3"-F-24-V-4122	1"-F-24-V-4124	4,4	2	2,4	0	10	Coquilla Isover	30	1,25"-F-24-V-4123
25	F	AG	L	4124	1,25"-F-24-V-4123	T - 405	2,2	2	2,4	0	10	Coquilla Isover	30	1"-F-24-V-4124
25	F	AG	L	4125	1,25"-F-24-V-4123	T - 405	2,2	2	2,4	0	10	Coquilla Isover	30	1"-F-24-V-4125
32	F	AG	L	4126	3"-F-24-V-4122	1"-F-24-V-4127	4,4	2	2,4	0	10	Coquilla Isover	30	1,25"-F-24-V-4126
25	F	AG	L	4127	1,25"-F-24-V-4126	T - 406	2,2	2	2,4	0	10	Coquilla Isover	30	1"-F-24-V-4127
25	F	AG	L	4128	1,25"-F-24-V-4126	T - 406	2,2	2	2,4	0	10	Coquilla Isover	30	1"-F-24-V-4128
32	F	AG	L	4129	3"-F-24-V-4122	1"-F-24-V-4130	4,4	2	2,4	0	10	Coquilla Isover	30	1,25"-F-24-V-4129
25	F	AG	L	4130	1,25"-F-24-V-4129	T - 407	2,2	2	2,4	0	10	Coquilla Isover	30	1"-F-24-V-4130
25	F	AG	L	4131	1,25"-F-24-V-4129	T - 407	2,2	2	2,4	0	10	Coquilla Isover	30	1"-F-24-V-4131

					LISTADO DE LÍNEAS		PROYECTO		Planta de ácido acético		HOJA			
							AREA		400		DE			
							PLANTA		Ácido acético		FECHA		13/09/12	
DN	Material	Fluido	Estado	Nº Línea	Tramo		Q m3/h	Presión (bar)		Temperatura (°C)		Aislamiento		Nomenclatura
					Desde	Hasta		Trabajo	Diseño	Trabajo	Diseño	Tipo	Grosor (mm)	
25	F	AG	L	4133	1,25"-F-24-V-4132	T - 408	2,2	2	2,4	0	10	Coquilla Isover	30	1"-F-24-V-4133
25	F	AG	L	4134	1,25"-F-24-V-4132	T - 408	2,2	2	2,4	0	10	Coquilla Isover	30	1"-F-24-V-4134
25	F	AG	L	4135	T - 401	1,25"-F-24-V-4137	2,2	2	2,4	0	10	Coquilla Isover	30	1"-F-24-V-4135
25	F	AG	L	4136	T - 401	1,25"-F-24-V-4137	2,2	2	2,4	0	10	Coquilla Isover	30	1"-F-24-V-4136
32	F	AG	L	4137	1"-F-24-V-4136	3"-F-24-V-4138	4,4	2	2,4	0	10	Coquilla Isover	30	1,25"-F-24-V-4137
80	F	AG	L	4138	1,25"-F-24-V-4137	CHILLER	35	2	2,4	0	10	Coquilla Isover	30	3"-F-24-V-4138
25	F	AG	L	4139	T - 402	1,25"-F-24-V-4141	2,2	2	2,4	0	10	Coquilla Isover	30	1"-F-24-V-4139
25	F	AG	L	4140	T - 402	1,25"-F-24-V-4141	2,2	2	2,4	0	10	Coquilla Isover	30	1"-F-24-V-4140
32	F	AG	L	4141	1"-F-24-V-4140	3"-F-24-V-4138	4,4	2	2,4	0	10	Coquilla Isover	30	1,25"-F-24-V-4141
25	F	AG	L	4142	T - 403	1,25"-F-24-V-4144	2,2	2	2,4	0	10	Coquilla Isover	30	1"-F-24-V-4142
25	F	AG	L	4143	T - 403	1,25"-F-24-V-4144	2,2	2	2,4	0	10	Coquilla Isover	30	1"-F-24-V-4143
32	F	AG	L	4144	4143	3"-F-24-V-4138	4,4	2	2,4	0	10	Coquilla Isover	30	1,25"-F-24-V-4144
25	F	AG	L	4145	T - 404	1,25"-F-24-V-4147	2,2	2	2,4	0	10	Coquilla Isover	30	1"-F-24-V-4145
25	F	AG	L	4146	T - 404	1,25"-F-24-V-4147	2,2	2	2,4	0	10	Coquilla Isover	30	1"-F-24-V-4146
32	F	AG	L	4147	1"-F-24-V-4146	3"-F-24-V-4138	4,4	2	2,4	0	10	Coquilla Isover	30	1,25"-F-24-V-4147
25	F	AG	L	4148	T - 408	1,25"-F-24-V-4150	2,2	2	2,4	0	10	Coquilla Isover	30	1"-F-24-V-4148
25	F	AG	L	4149	T - 408	1,25"-F-24-V-4150	2,2	2	2,4	0	10	Coquilla Isover	30	1"-F-24-V-4149
32	F	AG	L	4150	1"-F-24-V-4149	1"-F-24-V-4151	4,4	2	2,4	0	10	Coquilla Isover	30	1,25"-F-24-V-4150
80	F	AG	L	4151	1,25"-F-24-V-4150	CHILLER	35	2	2,4	0	10	Coquilla Isover	30	3"-F-24-V-4151
25	F	AG	L	4152	T - 407	1",25-F-24-V-4154	2,2	2	2,4	0	10	Coquilla Isover	30	1"-F-24-V-4152
25	F	AG	L	4153	T - 407	1",25-F-24-V-4154	2,2	2	2,4	0	10	Coquilla Isover	30	1"-F-24-V-4153
32	F	AG	L	4154	1"-F-24-V-4153	3"-F-24-V-4151	4,4	2	2,4	0	10	Coquilla Isover	30	1",25-F-24-V-4154
25	F	AG	L	4155	T - 406	1,25"-F-24-V-4157	2,2	2	2,4	0	10	Coquilla Isover	30	1"-F-24-V-4155
25	F	AG	L	4156	T - 406	1,25"-F-24-V-4157	2,2	2	2,4	0	10	Coquilla Isover	30	1"-F-24-V-4156
32	F	AG	L	4157	1"-F-24-V-4156	3"-F-24-V-4151	4,4	2	2,4	0	10	Coquilla Isover	30	1,25"-F-24-V-4157
25	F	AG	L	4158	T - 405	1,25"-F-24-V-4160	2,2	2	2,4	0	10	Coquilla Isover	30	1"-F-24-V-4158
25	F	AG	L	4159	T - 405	1,25"-F-24-V-4160	2,2	2	2,4	0	10	Coquilla Isover	30	1"-F-24-V-4159
32	F	AG	L	4160	1"-F-24-V-4159	3"-F-24-V-4151	4,4	2	2,4	0	10	Coquilla Isover	30	1,25"-F-24-V-4160

LISTADO DE LÍNEAS					PROYECTO		Planta de ácido acético		HOJA		FECHA		13/09/12	
					AREA		300		DE					
					PLANTA		Ácido acético		FECHA					
DN	Material	Fluido	Estado	N° Línea	Tramo		Q m3/h	Presión (bar)		Temperatura (°C)		Aislamiento		Nomenclatura
					Desde	Hasta		Trabajo	Diseño	Trabajo	Diseño	Tipo	Grosor(mm)	
350	T	MEZCLA	G	307	20"-T-23-MEZ-227	COL - 301	7245	1	1,2	125	135	Manta Spintex	200	14"-T-24-MEZ-307
350	T	MEZCLA	G	309	20"-T-23-MEZ-227	COL - 301	7245	1	1,2	125	135	Manta Spintex	200	14"-T-24-MEZ-309
200	T	MEZCLA	L	301	Co - 302	S - 301	499	1	1,2	24	34	-	-	8"-T-24-MEZ-301
400	T	MEZCLA	G	302	Co - 301	Co - 302	9610	1	1,2	85	95	Manta Spintex	130	16"-T-24-MEZ-302
65	T	MEZCLA	L	303	Co - 301	T - 301	18	1	1,2	85	95	Coquilla Isover	90	2,5"-T-24-MEZ-303
65	T	MEZCLA	L	304	T - 301	COL - 301	18	1	1,2	85	95	Coquilla Isover	90	2,5"-T-24-MEZ-304
600	T	MEZCLA	G	305	COL - 301	Co - 301	21480	1	1,2	95	105	Manta Spintex	160	24"-T-24-MEZ-305
200	T	MEZCLA	L	306	COL - 301	KR - 301	30,95	1,5	1,8	117	127	Coquilla Isover	170	8"-T-24-MEZ-306
400	T	MEZCLA	G	308	KR - 301	COL - 301	10800	1,5	1,8	117	127	-	-	16"-T-24-MEZ-308
150	T	HAC	L	310	KR - 301	B - 301	10	1,5	1,8	117	127	-	-	6"-T-23-HAC-310
150	T	HAC	L	311	B - 301	IC - 301	10	1,5	1,8	117	127	-	-	6"-T-23-HAC-311
150	T	HAC	L	312	IC - 301	1"-T-24-HAC-313	9	1,5	1,8	35	45	-	-	6"-T-24-HAC-312
25	T	HAC	L	313	6"-T-24-HAC-312	M - 301	3,5	1,5	1,8	35	45	-	-	1"-T-24-HAC-313
100	T	HACD	L	315	M - 301	B - 421	5,5	1,5	1,8	18	28	-	-	4"-T-23-HACD-315
100	T	HAC	L	314	6"-T-24-HAC-312	B - 401	5,5	1,5	1,8	18	28	-	-	4"-T-23-HAC-314
20	T	AP	L	316	DES-601	M - 301	1,7	1,5	1,8	18	28	-	-	0,75"-T-23-AP-316
250	F	AR	L	317	TORRE	Co - 301	300	2	2,4	40	50	-	-	10"-F-24-AR-317
250	F	AR	L	318	Co - 301	TORRE	300	2	2,4	40	50	-	-	10"-F-24-AR-318
100	F	AR	L	319	TORRE	IC - 301	61	2	2,4	40	50	-	-	4"-F-24-AR-319
100	F	AR	L	320	IC - 301	TORRE	61	2	2,4	40	50	-	-	4"-F-24-AR-320
200	F	V	G	321	10"-F-24-V-232	KR - 301	2600	3,6	4,3	140	150	Manta Spintex	50	8"-F-24-V-321
25	F	VC	L	322	KR - 301	1,25"-F-24-VC-239	3	2	2,4	140	150	Coquilla Isover	30	1"-F-24-VC-322
300	F	AF	L	323	CHILLER	Co - 302	500	2	2,4	20	30	-	-	12"-F-24-AF-323
300	F	AF	L	324	Co - 302	CHILLER	500	2	2,4	20	30	-	-	12"-F-24-AF-324

					LISTADO DE LÍNEAS		PROYECTO		Planta de ácido acético		HOJA			
							AREA		500		DE			
							PLANTA		Ácido acético		FECHA		13/09/12	
DN	Material	Fluido	Estado	N° Línea	Tramo		Q m3/h	Presión (bar)		Temperatura (°C)		Aislamiento		Nomenclatura
					Desde	Hasta		Trabajo	Diseño	Trabajo	Diseño	Tipo	Grosor(mm)	
80	T	MEZCLA	G/L	501	Co – 501	COL - 501	262	1,5	1,8	15	25	-	-	3"-T-24-MEZ-501
80	T	MEZCLA	L	502	COL – 501	CALDERA	240	1,5	1,8	7	17	-	-	3"-T-24-MEZ-502
80	T	MeOH	G/L	503	IC – 101	COL - 501	262	1,5	1,8	15	25	-	-	3"-T-24-ME-503
100	T	MEZCLA	G	504	C – 501	Co - 501	354	1,5	1,8	65	75	Coquilla Isover	110	4"-T-24-MEZ-504
40	T	MEZCLA	L	505	COL – 501	B-501	6,69	2	2,4	10	20	-	-	1,25"-T-24-MEZ-505
80	T	MEZCLA	L	506	T – 501	B-521	30	2	2,4	25	35	-	-	3"-T-24-MEZ-506
80	T	MEZCLA	L	507	B-521	AREA 700	30	2	2,4	25	35	-	-	3"-T-24-MEZ-507
25	F	AF	L	508	AREA 600	Co - 501	30	2	2,4	25	35	-	-	1"-F-24-AF-508
25	F	AF	L	509	Co – 501	AREA 600	30	2	2,4	25	35	-	-	1"-F-24-AF-509

					LISTADO DE LÍNEAS		PROYECTO	Planta de ácido acético				HOJA		
							AREA	200				DE		
							PLANTA	Ácido acético				FECHA		13/09/12
DN	Material	Fluido	Estado	N° Línea	Tramo		Q m3/h	Presión (bar)		Temperatura (°C)		Aislamiento		Nomenclatura
					Desde	Hasta		Trabajo	Diseño	Trabajo	Diseño	Tipo	Grosor(mm)	
40	T	MEZCLA	L	201	B-501	T - 201	6,69	2	2,4	10	20	-	-	1,25"-T-24-MEZ-201
150	T	MEZCLA	L	202	S - 202	B - 202	83	2	2,4	125	135	Coquilla Isover	140	6"-T-24-MEZ-202
65	T	MEZCLA	L	203	S - 301	T - 201	16	1,5	1,8	25	35	-	-	2,5"-T-24-MEZ-203
80	T	MEZCLA	L	204	T - 201	B - 201	23	2	2,4	95	110	Coquilla Isover	130	3"-T-24-MEZ-204
50	T	CO	G	205	EV - 201	1,5"-T-64-CO-206	137	29	34,8	20	30	-	-	2"-T-64-CO-205
40	T	CO	G	206	2"-T-64-CO-205	R - 201	69	29	34,8	20	30	-	-	1,5"-T-64-CO-206
40	T	CO	G	209	2"-T-64-CO-205	R - 202	69	29	34,8	20	30	-	-	1,5"-T-64-CO-209
80	H	MEZCLA	L	207	B - 201	6"-H-64-MEZ-231	23	29	34,8	95	110	Coquilla Isover	130	3"-H-64-MEZ-207
100	H	MEZCLA	L	210	6"-H-64-MEZ-231	R - 201	52	29	34,8	95	110	Coquilla Isover	120	4"-H-64-MEZ-210
100	H	MEZCLA	L	208	6"-H-64-MEZ-231	R - 202	52	29	34,8	95	110	Coquilla Isover	120	4"-H-64-MEZ-208
100	H	MEZCLA	L	211	R - 201	5"-H-63-MEZ-215	69	29	34,8	190	200	Coquilla Isover	250	4"-H-64-MEZ-211
100	H	MEZCLA	L	212	R - 202	5"-H-63-MEZ-215	69	29	34,8	190	200	Coquilla Isover	250	4"-H-64-MEZ-212
15	H	MEZCLA	G	213	R - 201	1/2"-H-64-MEZ-216	0,28	29	34,8	190	200	Coquilla Isover	160	1/2"-H-64-MEZ-213
15	H	MEZCLA	G	214	R - 202	1/2"-H-64-MEZ-216	0,28	29	34,8	190	200	Coquilla Isover	160	1/2"-H-64-MEZ-214
15	H	MEZCLA	G	216	1/2"-H-64-MEZ-214	Co - 201	0,53	29	34,8	190	200	Coquilla Isover	161	1/2"-H-64-MEZ-216
125	H	MEZCLA	L	215	4"-H-64-MEZ-212	PSV - 205	125,77	29	34,8	190	200	Coquilla Isover	260	5"-H-63-MEZ-215
450	T	MEZCLA	L/G	217	PSV - 205	18"-T-24-MEZ-222	7195	3	3,6	125	135	Manta Telisol	210	18"-T-23-MEZ-217
150	T	MEZCLA	L/G	223	PSV - 206	18"-T-24-MEZ-222	432	3	3,6	25	35	-	-	6"-T-23-MEZ-223
450	T	MEZCLA	L/G	222	18"-T-23-MEZ-217	S - 202	7194	2,5	3	125	135	Manta Telisol	210	18"-T-24-MEZ-222
15	H	MEZCLA	L	221	S - 201	PSV - 206	0,009	29	34,8	25	35	-	-	1"-H-63-MEZ-221
8	H	MEZCLA	G	220	S - 201	PSV - 201	0,2	29	34,8	25	35	-	-	1/4"-H-63-MEZ-220
15	T	MEZCLA	G	219	PSV - 201	4"-T-24-MEZ-226	5,96	2	2,4	25	35	-	-	1/2"-T-23-MEZ-219
100	T	MEZCLA	G	224	S - 301	4"-T-24-MEZ-226	483	1	1,2	25	35	-	-	4"-T-24-MEZ-224
100	T	MEZCLA	G	226	4"-T-24-MEZ-224	C - 501	488	1	1,2	25	35	-	-	4"-T-24-MEZ-226
350	T	MEZCLA	G	225	S - 202	PSV - 202	7130	2	2,4	125	135	Manta Spintex	200	14"-T-23-MEZ-225
500	T	MEZCLA	G	227	PSV - 202	T	14490	1	1,2	125	135	Manta Spintex	210	20"-T-23-MEZ-227
25	H	MEZCLA	L	218	Co - 201	S - 201	0,21	29	34,8	25	35	-	-	1"-H-23-MEZ-218

LISTADO DE LÍNEAS					PROYECTO		Planta de ácido acético					HOJA		Nomenclatura
					AREA		200					DE		
					PLANTA		Ácido acético					FECHA		
DN	Material	Fluido	Estado	Nº Línea	Tramo		Q m3/h	Presión (bar)		Temperatura (°C)		Aislamiento		
					Desde	Hasta		Trabajo	Diseño	Trabajo	Diseño	Tipo	Grosor(mm)	
150	T	MEZCLA	L	228	B – 202	6"-H-64-MEZ-231	83	29	34,8	125	135	Coquilla Isover	140	6"-H-64-MEZ-228
150	T	MEZCLA	L	229	T – 202	6"-T-24-MEZ-202	83	2	2,4	125	135	Coquilla Isover	140	6"-T-24-MEZ-229
150	T	MEZCLA	L	230	6"-T-24-MEZ-202	T - 202	83	2	2,4	125	135	Coquilla Isover	140	6"-T-24-MEZ-230
150	H	MEZCLA	L	231	3"-H-64-MEZ-207	4"-H-64-MEZ-210	100	29	34,8	95	110	Coquilla Isover	130	6"-H-64-MEZ-231
250	F	V	G	232	CALDERA	2,5"-F-24-V-234	500	3,6	4,3	140	150	Manta Spintex	50	10"-F-24-V-232
32	T	N	G	233	1,25"-F-24-N-154	T - 201	6	3,6	4,3	25	35	-	-	1,25"-F-24-N-233
32	T	N	G	234	1,25-F-24-N-154	1,25"-F-24-N-236	6	3,6	4,3	25	35	-	-	1,25"-F-24-N-234
250	F	V	G	235	CALDERA	2,5"-F-24-V-237	500	3,6	4,3	140	150	Manta Spintex	50	10"-F-24-V-235
32	T	N	G	236	1,25"-F-24-N-234	1,5"-T-64-CO-206	6	3,6	4,3	25	35	-	-	1,25"-F-24-N-236
32	T	N	G	237	1,25"-F-24-N-236	1,5"-T-64-CO-209	6	3,6	4,3	25	35	-	-	1,25"-F-24-N-237
15	F	VC	L	238	R - 201	CALDERA	0,4	2	2,4	140	150	Coquilla Isover	30	0,5"-F-24-VC-238
15	F	VC	L	239	R - 202	CALDERA	0,4	2	2,4	140	150	Coquilla Isover	30	0,5"-F-24-VC-239
100	F	AR	L	240	TORRE	R - 201	400	3	3,6	40	50	-	-	4"-F-24-AR-240
65	F	AR	L	241	R - 201a	4"-F-24-AR-243	20	3	3,6	40	50	-	-	2,5"-F-24-AR-241
65	F	AR	L	242	R - 201b	4"-F-24-AR-243	20	3	3,6	40	50	-	-	2,5"-F-24-AR-242
100	F	AR	L	243	2,5"-F-24-AR-242	TORRE	400	3	3,6	40	50	-	-	4"-F-24-AR-243
100	F	AR	L	244	TORRE	R - 202	400	3	3,6	40	50	-	-	2,5"-F-24-AR-244
65	F	AR	L	245	R - 202a	4"-F-24-AR-247	20	3	3,6	40	50	-	-	2,5"-F-24-AR-245
65	F	AR	L	246	R - 202b	4"-F-24-AR-247	20	3	3,6	40	50	-	-	2,5"-F-24-AR-246
100	F	AR	L	247	4"-F-24-AR-246	TORRE	400	3	3,6	40	50	-	-	4"-F-24-AR-247
15	F	AF	L	248	CHILLER	Co - 201	0,3	3	3,6	15	25	-	-	0,5"-F-24-AF-248

					LISTADO DE LÍNEAS		PROYECTO	Planta de ácido acético				HOJA		
							AREA	200				DE		
							PLANTA	Ácido acético				FECHA	13/09/12	
DN	Material	Fluido	Estado	Nº Línea	Tramo		Q m3/h	Presión (bar)		Temperatura (°C)		Aislamiento		Nomenclatura
					Desde	Hasta		Trabajo	Diseño	Trabajo	Diseño	Tipo	Grosor(mm)	
15	F	AF	L	249	Co - 201	CHILLER	0,3	3	3,6	15	25	-	-	0,5"-F-24-AF-249
32	F	AG	L	250	CHILLER	T - 201	5,3	3	3,6	0	10	Coquilla Isover	30	1,25"-F-24-AG-250
32	F	AG	L	251	T - 201	CHILLER	5,3	3	3,6	0	10	Coquilla Isover	30	1,25"-F-24-AG-251
40	F	AG	L	252	CHILLER	T - 202	7,6	3	3,6	0	10	Coquilla Isover	30	1,5"-F-24-AG-252
40	F	AG	L	253	T - 202	CHILLER	7,6	3	3,6	0	10	Coquilla Isover	30	1,5"-F-24-AG-253
32	T	N	L	254	1,25-F-24-N-154	6"-T-24-MEZ-230	6	3	3,6	25	30	-	-	1,25"-T-24-N-254
32	T	N	G	255	T - 202	ATMOSFERA	6	3,6	4,3	25	35	-	-	1,25"-F-24-N-256
32	T	N	G	256	T - 201	ATMOSFERA	6	3,6	4,3	25	35	-	-	1,25"-F-24-N-257

10.2- VÁLVULAS

10.2.1- Nomenclatura

Todas las válvulas utilizadas a lo largo del proceso siguen la siguiente nomenclatura por tal de poder facilitar su identificación. Esta denominación sigue estructura de cuatro bloques formados por grupos de letras o cifras, al igual que las tuberías, con el siguiente significado.

- Bloque 1: Cifra que identificar el diámetro nominal de la válvula, coincide con el diámetro nominal de la tubería a la que va acoplada. En el caso de las válvulas de tres vías esta cifra indica el diámetro de la tubería de la cual proviene el líquido.
- Bloque 2: Letra que nos especifica el material de construcción de dicha válvula. En este caso también coincide con el material de la tubería correspondiente.

Abreviación	Tipo de material
T	Acero inoxidable AISI-316
F	Acero al carbono
H	Hastelloy

- Bloque 3: Letra que nos permite identificar el tipo de válvula según el criterio descrito anteriormente.

Abreviación	Tipo de válvula
B	Válvula de bola
P	Válvula de mariposa
S	Válvula de seguridad
R	Válvula de retención
Z	Válvula de tres vías
E	Válvula de asiento
PCV	Válvula reductora de presión autopilotada

- Bloque 4: Nombre de identificación de la válvula según el área donde este situada.

Este tipo de nomenclatura solo es aplicada a las válvulas de proceso, todas las válvulas de control siguen una nomenclatura propia.

		LISTADO DE VALVULAS		Proyecto	
		Planta: Producción Acético		Diseño:	Área: 200
		Localización: Zona Franca		Hoja:	Fecha: 13/09/12
DN	TIPO	MATERIAL	PN	NOMENCLATURA	
250	B	F	6	10"-F-B-201	
100	P	H	40	4"-H-P-202	
15	B	H	40	1/2"-H-B-303	
65	B	F	6	2,5"-F-B-204	
65	E	F	6	2,5"-F-E-205	
65	B	F	6	2,5"-F-B-206	
65	B	F	6	2,5"-F-B-207	
65	B	F	6	2,5"-F-B-208	
100	P	H	40	4"-H-P-209	
15	B	F	6	1/2"-F-B-210	
100	B	F	6	4"-F-B-211	
40	B	T	40	1,5"-T-B-212	
100	P	H	40	4"-H-P-213	
50	B	H	40	2"-H-B-214	
50	B	H	40	2"-H-B-215	
15	B	H	40	1/2"-H-B-216	
15	B	H	40	1/2"-H-B-217	
25	B	F	6	2"-F-B-218	
25	B	H	40	1"-H-B-219	
25	B	H	40	1"-H-B-220	
25	B	H	40	1"-H-B-221	
10	B	H	40	1/4"-H-B-222	
10	B	H	40	1/4"-H-B-223	
15	B	H	40	1/2"-H-B-224	
100	B	H	40	4"-H-B-225	
450	P	T	6	18"-T-P-226	
150	P	T	6	6"-T-P-227	
150	P	T	6	6"-T-P-228	
150	P	T	6	6"-T-P-229	
150	P	T	6	6"-T-P-230	
150	P	T	6	6"-T-P-231	
150	P	T	6	6"-T-P-232	
150	P	T	6	6"-T-P-233	
125	P	H	40	5"-H-P-235	
450	P	T	6	18"-T-P-236	
50	B	H	40	4"-H-P-237	
80	B	T	40	3"-T-B-238	
65	B	F	6	2,5"-F-B-239	
65	B	F	6	2,5"-F-B-241	
65	E	F	6	2,5"-F-E-242	
65	B	F	6	2,5"-F-B-243	
65	B	F	6	2,5"-F-B-244	
100	P	H	40	4"-H-P-247	
40	B	T	6	1,5"-T-B-248	
40	B	F	6	1,5"-F-B-249	
100	B	F	6	4"-F-B-250	

		LISTADO DE VALVULAS		Proyecto	
		Planta: Producción Acético		Diseño:	Área: 200
		Localización: Zona Franca		Hoja:	Fecha: 13/09/12
DN	TIPO	MATERIAL	PN	NOMENCLATURA	
150	E	T	6	6"-T-E-251	
150	E	T	6	6"-T-E-252	
150	E	T	6	6"-T-E-253	
150	E	T	6	6"-T-E-254	
150	R	T	6	6"-T-R-255	
150	R	T	6	6"-T-R-256	
80	E	H	40	3"-H-E-257	
80	E	H	40	3"-H-E-258	
80	R	H	40	3"-H-R-259	
80	R	H	40	3"-H-R-260	
80	E	H	40	3"-H-E-261	
80	E	H	40	3"-H-E-262	
80	B	H	40	3"-H-B-263	
32	B	F	6	1,25"-F-B-263	
32	B	F	6	1,25"-F-B-264	
65	B	T	6	2,5"-T-B-265	
32	B	T	6	1,25"-T-B-266	
350	P	T	6	14"-T-P-267	
350	P	T	6	14"-T-P-268	
500	P	T	6	20"-T-P-269	
40	B	F	6	1,5"-F-B-270	
40	B	F	6	1,5"-F-B-271	
450	R	H	6	18"-H-R-272	
125	P	H	40	5"-H-P-273	
450	R	H	6	18"-H-R-274	
450	P	H	6	18"-T-P-275	
10	PCV	H	6	PCV-201	
350	PCV	T	40	PCV-202	
125	PCV	H	6	PCV-203	
125	PCV	H	40	PCV-204	
125	PCV	H	40	PCV-205	
150	PCV	H	6	PCV-206	

		LISTADO DE VALVULAS		Proyecto	
		Planta: Producción Acético		Diseño:	Área: 500
		Localización: Zona Franca		Hoja:	Fecha: 13/09/12
DN	TIPO	MATERIAL	PN	NOMENCLATURA	
100	E	T	6	4"-T-E-501	
100	E	T	6	4"-T-E-502	
100	R	T	6	4"-T-R-503	
100	E	T	6	4"-T-E-504	
100	R	T	6	4"-T-R-505	
100	E	T	6	4"-T-E-506	
100	P	T	6	4"-T-P-507	
25	B	F	6	1"-F-B-508	
25	B	F	6	1"-F-B-509	
80	B	T	6	3"-T-B-510	
80	B	T	6	3"-T-B-511	
80	B	T	6	3"-T-B-512	
80	B	T	6	3"-T-B-513	
80	B	T	6	3"-T-B-514	
32	E	T	6	1,25"-T-E-515	
32	E	T	6	1,25"-T-E-516	
32	R	T	6	1,25"-T-R-517	
32	E	T	6	1,25-T-E-518	
32	E	T	6	1,25-T-E-519	
32	R	T	6	1,25-T-R-520	
80	B	T	6	3"-T-B-521	
80	E	T	6	3"-T-E-522	
80	E	T	6	3"-T-E-523	
80	R	T	6	3"-T-R-524	

		LISTADO DE VALVULAS		Proyecto	
		Planta: Producción Acético		Diseño:	
		Localización: Zona Franca		Hoja:	
				Área: 100	
				Fecha: 13/09/12	
DN	TIPO	MATERIAL	PN	NOMENCLATURA	
80	B	F	6	3"-F-B-101	
32	B	F	16	1,25"-F-B-102	
32	B	F	16	1,25"-F-B-103	
32	B	F	6	1,25"-F-B-104	
32	B	F	6	1,25"-F-B-106	
32	B	F	6	1,25"-F-B-107	
80	B	T	6	3"-T-B-108	
32	B	T	6	1,25"-T-B-109	
80	B	T	6	3"-T-B-110	
32	B	T	6	1,25"-T-B-111	
80	B	T	6	3"-T-B-112	
32	B	T	6	1,25"-T-B-113	
80	B	T	6	3"-T-B-114	
50	B	F	6	2"-F-B-116	
50	B	F	6	2"-F-B-117	
50	B	F	6	2"-F-B-118	
50	B	F	6	2"-F-B-119	
80	B	T	6	3"-T-B-162	
32	B	T	6	1,25"-T-B-123	
80	B	T	6	3"-T-B-120	
32	B	T	6	1,25"-T-B-124	
80	B	T	6	3"-T-B-121	
32	B	T	6	1,25"-T-B-125	
80	B	T	6	3"-T-B-122	
32	B	T	6	1,25"-T-B-126	
50	B	F	6	2"-F-B-127	
50	B	F	6	2"-F-B-128	
50	B	F	6	2"-F-B-129	
50	B	F	6	2"-F-B-130	
50	E	F	6	2"-F-E-131	
50	E	F	6	2"-F-E-132	
50	E	F	6	2"-F-E-133	
50	E	F	6	2"-F-E-134	
50	R	F	6	2"-F-R-135	
50	R	F	6	2"-F-R-136	
50	B	F	6	2"-F-B-137	
50	B	F	6	2"-F-B-138	
32	B	F	6	1,5"-F-B-139	
32	B	F	6	1,5"-F-B-140	

		LISTADO DE VALVULAS		Proyecto	
		Planta: Producción Acético		Diseño:	Área: 100
		Localización: Zona Franca		Hoja:	Fecha: 13/09/12
DN	TIPO	MATERIAL	PN	NOMENCLATURA	
80	B	T	16	3"-T-B-141	
80	B	T	16	3"-T-B-142	
80	B	T	16	3"-T-B-143	
80	B	T	16	3"-T-B-144	
32	B	T	16	2"-T-B-145	
32	B	T	16	2"-T-B-146	
32	B	T	16	2"-T-B-147	
32	B	T	16	2"-T-B-148	
80	B	T	16	3"-T-B-149	
80	B	T	16	3"-T-B-150	
80	B	T	16	3"-T-B-151	
80	B	T	16	3"-T-B-152	
32	B	F	16	2"-F-B-153	
32	B	F	16	2"-F-B-154	
32	B	F	16	2"-F-B-155	
32	E	F	16	2"-F-E-156	
32	E	F	16	2"-F-E-157	
32	E	F	16	2"-F-E-158	
32	E	F	16	2"-F-E-159	
32	R	F	16	2"-F-R-160	
32	R	F	16	2"-F-R-163	
32	B	F	16	2"-F-B-161	

		LISTADO DE VALVULAS		Proyecto	
		Planta: Producción Acético		Diseño:	Área: 400
		Localización: Zona Franca		Hoja:	Fecha: 13/09/12
DN	TIPO	MATERIAL	PN	NOMENCLATURA	
100	E	T	6	4"-T-E-401	
100	E	T	6	4"-T-E-402	
100	E	T	6	4"-T-E-403	
100	E	T	6	4"-T-E-404	
100	R	T	6	4"-T-R-405	
100	R	T	6	4"-T-R-406	
40	B	F	6	1,25"-F-B-407	
40	B	F	6	1,25"-F-B-408	
40	B	F	6	1,25"-F-B-409	
40	B	F	6	1,25"-F-B-410	
40	E	F	6	1,25"-F-E-411	
40	E	F	6	1,25"-F-E-412	
40	E	F	6	1,25"-F-E-413	
40	E	F	6	1,25"-F-E-414	
50	B	T	6	2"-T-B-415	
50	B	T	6	2"-T-B-416	
50	B	T	6	2"-T-B-417	
50	B	T	6	2"-T-B-418	
80	B	T	6	3-T-B-419	
80	B	T	6	3-T-B-420	
80	B	T	6	3-T-B-421	
80	B	T	6	3-T-B-422	
40	B	F	6	1,25"-F-B-423	
40	B	F	6	1,25"-F-B-424	
40	B	F	6	1,25"-F-B-425	
40	B	F	6	1,25"-F-B-426	
25	B	F	6	1"-F-B-427	
25	B	F	6	1"-F-B-428	
25	B	F	6	1"-F-B-429	
25	B	F	6	1"-F-B-430	
40	B	F	6	1,25"-F-B-431	
40	B	F	6	1,25"-F-B-432	
40	B	F	6	1,25"-F-B-433	
40	B	F	6	1,25"-F-B-434	
40	E	F	6	1,25"-F-E-435	
40	E	F	6	1,25"-F-E-436	
40	E	F	6	1,25"-F-E-437	
40	E	F	6	1,25"-F-E-438	
50	B	T	6	2"-T-B-439	
50	B	T	6	2"-T-B-440	

		LISTADO DE VALVULAS		Proyecto	
		Planta: Producción Acético		Diseño:	Área: 400
		Localización: Zona Franca		Hoja:	Fecha: 13/09/12
DN	TIPO	MATERIAL	PN	NOMENCLATURA	
50	B	T	6	2"-T-B-441	
50	B	T	6	2"-T-B-442	
80	B	T	6	3"-T-B-443	
80	B	T	6	3"-T-B-444	
80	B	T	6	3"-T-B-445	
80	B	T	6	3"-T-B-446	
40	B	F	6	1,25"-F-B-447	
40	B	F	6	1,25"-F-B-448	
40	B	F	6	1,25"-F-B-449	
40	B	F	6	1,25"-F-B-450	
25	B	F	6	1"-F-B-451	
25	B	F	6	1"-F-B-452	
25	B	F	6	1"-F-B-453	
25	B	F	6	1"-F-B-454	
80	E	T	6	3"-T-E-455	
80	E	T	6	3"-T-E-456	
80	E	T	6	3"-T-E-457	
80	E	T	6	3"-T-E-458	
80	R	T	6	3"-T-R-459	
80	R	T	6	3"-T-R-460	
40	B	T	6	2"-T-B-461	
40	B	T	6	2"-T-B-462	
40	B	T	6	2"-T-B-463	
40	B	T	6	2"-T-B-464	
40	B	T	6	2"-T-B-465	
40	B	T	6	2"-T-B-466	
80	B	T	6	3"-T-B-467	
80	B	T	6	3"-T-B-468	
80	B	T	6	3"-T-B-469	
80	B	T	6	3"-T-B-470	
80	B	T	6	3"-T-B-471	
40	B	T	6	3"-T-B-472	
40	B	T	6	2"-T-B-473	
40	B	T	6	2"-T-B-474	
40	B	T	6	2"-T-B-475	
40	B	T	6	2"-T-B-476	
40	B	T	6	2"-T-B-477	
80	B	T	6	2"-T-B-484	
80	B	T	6	3"-T-B-478	
80	B	T	6	3"-T-B-479	
80	B	T	6	3"-T-B-480	
80	B	T	6	3"-T-B-481	
80	B	T	6	3"-T-B-482	
80	B	T	6	3"-T-B-483	

		LISTADO DE VALVULAS		Proyecto	
		Planta: Producción Acético		Diseño:	Área: 300
		Localización: Zona Franca		Hoja:	Fecha: 13/09/12
DN	TIPO	MATERIAL	PN	NOMENCLATURA	
600	P	T		24"-T-P-301	
350	P	T		14"-T-P-302	
65	B	T		2,5"-T-B-303	
350	P	T		14"-T-P-304	
250	P	T		10"-F-P-305	
600	P	T		24"-T-P-306	
400	P	T		16"-T-P-307	
400	P	T		16"-T-P-308	
250	P	T		10"-F-P-310	
65	B	T		2,5"-T-B-311	
65	B	T		2,5"-T-B-312	
65	B	T		2,5"-T-B-313	
400	P	T		16"-T-P-314	
400	P	T		16"-T-P-315	
200	P	T		8"-T-P-316	
200	E	T		8"-T-E-317	
200	P	T		8"-T-P-318	
50	B	T		2"-T-B-319	
50	E	T		2"-T-E-320	
50	E	T		2"-T-E-321	
50	E	T		2"-T-E-322	
50	E	T		2"-T-E-323	
50	R	T		2"-T-R-324	
50	R	T		2"-T-R-325	
50	B	T		2"-T-B-326	
50	B	T		2"-T-B-327	
100	P	T		4"-T-P-329	
25	B	T		1"-T-B-330	
40	B	T		1,5"-T-B-331	
20	B	T		0,75"-T-B-332	
300	P	T		12"-F-P-333	
300	P	T		12"-F-P-334	
200	P	T		8"-T-P-335	
200	P	T		8"-T-P-336	
100	P	T		4"-T-P-337	
65	P	T		2,5"-T-P-338	

10.3- BOMBAS

10.3.1- Introducción

Las bombas utilizadas en este proceso desplazan el fluido y/o aumentar la presión.

Todas las bombas de la planta están dobladas ya que se supone que son críticas para el proceso, excepto la bomba impulsora de nitrógeno, ya que solo es precisa en el caso de parada de la planta en el momento de inertizar los equipos durante el vacío.

Todas las bombas de la planta irán precedidas de un filtro para evitar problemas con posibles partículas. Por otro lado, todas las bombas irán seguidas de una válvula de retención para evitar que esta pueda quedar desensamblada durante una parada.

La selección del tipo de la bomba se ha hecho mediante diferentes criterios: la capacidad, la distancia de recorrido y la altura a la cual se tiene que impulsar el fluido.

Por otro lado se ha utilizado el balance de energía mecánica para comparar con los diferentes catálogos de bombas cual de ellas es la más adecuada para nuestro caso.

Las bombas utilizadas en la planta son todas centrífugas.

10.3.2- Aspectos generales de las bombas

La función de toda bomba es la de proporcionar al fluido la energía necesaria para vencer la pérdida de carga entre dos puntos diferentes de la planta.

Los parámetros que se han seguido para el cálculo y descripción de todas las bombas son los siguientes (la forma de cálculo de estas se muestra en el manual de cálculos en el apartado correspondiente al dimensionado de Bombas).

Q: caudal, m³/h.

D: densidad, kg/m³.

μ: viscosidad, cp.

Z: altura manométrica, m.

d: diámetro nominal de las tuberías, m. Como no en todos los casos el diámetro de aspiración es igual al de impulsión para los cálculos se ha utilizado el diámetro de aspiración.

L: Es la longitud total de la tubería, m.

ΔP: Incremento de presión.

m: caudal másico, kg/s.

Consumo: es la potencia calculada del motor del rodete, kW.

En todas las tuberías el fluido circula en régimen turbulento, es decir, $Re > 10000$.

10.3.3- Listado de bombas

		LISTADO DE BOMBAS			PROYECTO				HOJA	1
					AREA		PLANTA ENTRERA		DE	1
					PLANTA		PROCUCCION ACETICO		FECHA	13/09/2012
NOMBRE	TIPO	DESDE	HASTA	DUPLICADA	Z (m)	ΔP	v (m/s)	RE	h (m)	Consumo (Kw)
B - 101	Centrifuga	AREA 100 MeOH	COL - 501	sí	0	0	0,90	49827,66	9,17	0,462
B - 121	Desplazamiento positivo	AREA 100 C0	EV - 201	sí	0	142,86	1,48	570289,70	154,00	16,4
B - 421	Centrifuga	AREA 400	TANQUES HACD	sí	11	0	0,78	46864,32	9,05	0,473
B - 401	Centrifuga	AREA 400	TANQUES HAC	sí	9	0	0,75	44169,05	11,12	0,484
B - 741	Centrifuga	TANQUES HACD	AREA 700	sí	4	0	1,94	172718,63	4,99	0,642
B - 731	Centrifuga	TANQUES HAC	AREA 700	sí	4	0	1,94	168928,05	4,88	0,642
B - 701	Centrifuga	AREA 700	TANQUES MeOH	sí	11	0	1,94	158310,36	21,78	2,9
B - 711	Centrifuga	AREA 700	TANQUES CO	sí	14	0	1,94	1449759,74	60,00	5,5
B - 201	Centrifuga	T - 201	R - 201/202	sí	0	265,31	1,49	196069,50	266,64	17
B - 202	Centrifuga	S - 202	R - 201/203	sí	5	272,96	1,36	379404,07	278,58	3,5
B - 501	Centrifuga	COL - 501	T - 201	sí	5	0	2,47	267540,03	11,17	0,75
B - 721	Centrifuga	AREA 700	TANQUES N	no	10	0	1,59	12467933,78	60,00	5,5
B - 601	Centrifuga/eléctrica	AREA 600	PLANTA	Sí	13	40,82	2,30	459780,95	100,00	74,6
B - 602	Centrifuga/diesel	AREA 600	PLANTA	no	13	40,82	2,30	459780,95	100,00	74,6
B - 301	Centrifuga	KR - 301	IC - 301	sí	4	10,20	1,41	44169,8	18,3	1,5

ANEJO II:
RESUMEN DE
EQUIPOS

ANEJO II: RESUMEN DE EQUIPOS

1.- Listado de equipos

2.- Hojas de especificaciones

1- LISTADO DE EQUIPOS

Los equipos necesarios para el funcionamiento de la planta están enumerados y clasificados por áreas en las siguientes tablas:

ÁREA 100					
Ítem	Denominación	Características principales	Potencia (kW)	Material	Referencia
T-101/T-106	Tanque de almacenamiento de MeOH	L = 18,83 m D = 3,7 m 6 unidades		AISI-316	
T-121/T-126	Tanque de almacenamiento de CO	L = 38 m D = 3,66 m 6 unidades		Acero al carbono recubierto de AISI-316	Universal Industrial Gases Inc.
T-140	Tanque de almacenamiento de N ₂	L = 11,63 m D = 2,5 m 1 unidad		Acero al carbono recubierto de AISI-316	Linde
IC-101	Intercambiador de carcasa y tubos	A = 19,7 m ² D _s = 0,354 m d _t = 0,01 m/ N _t =243 L = 3 m		AISI-316	
EV-101	Evaporador de Nitrógeno	A = 19 m ² H _{total} = 1,8 m Anchura = 1,5 m		Aluminio	
B-101a/ B-101b	Bomba centrífuga del metanol de entrada	Q = 6.38 m ³ /h 2 unidades	0,46	Acero al carbono	Met-Pro Corporation
B-121a/ B-121b	Bomba criogénica de desplazamiento positivo del CO de entrada	Q = 6,06 m ³ /h 2 unidades	16,4	Acero al carbono	Met-Pro Corporation

ÁREA 200					
Ítem	Denominación	Características principales	Potencia (kW)	Material	Referencia
R-201 / R-202	Reactor con media caña y agitador	L = 3,7 m D = 1,8 m $A_{\text{intercambio, media caña}} = 5 \text{ m}^2$ 2 unidades	$P_{\text{agitador}} = 22,5$	Hastelloy	
EV-201	Evaporador de CO	L = 127 m ² $H_{\text{total}} = 4,8 \text{ m}$ Anchura = 5,4 m		SS 304	
S-201	Separador gas-líquido de corriente de proceso	L = 1 m D = 27 mm Rejilla metálica de 393 m ³ /m ²		AISI-304	
S-202	Separador gas-líquido para eliminar el condensado de la línea de gas	L = 3,21 m ² D = 1,08 m $V_{\text{líquido}} = 0,60 \text{ m}^3$		Lecho: fibra de vidrio Rejilla del separador: AISI-316	
Co-201	Condensador, de doble tubo, de vapores de venteo del reactor	$A = 13 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$ L = 0,31 m $d_a = 21 \text{ mm} / d_t = 14 \text{ mm}$		AISI-316	
T-201	Tanque pulmón de alimentación del reactor	L = 3,31 m D = 1,6 m		AISI-316	
T-202	Tanque de almacenamiento de la mezcla de reacción, con serpentín	L = 5,4 m D = 1,8 m		AISI-316	
B-201a/ B-201b	Bomba centrífuga de presurización del reactor	$Q = 6,38 \text{ m}^3/\text{h}$ 2 unidades	17	Acero inoxidable	Met-Pro Corporation
B-202a/ B-202b	Bomba centrífuga de recirculación	$Q = 6,06 \text{ m}^3/\text{h}$ 2 unidades	35,5	Acero inoxidable	Met-Pro Corporation

ÁREA 300					
Ítem	Denominación	Características principales	Potencia (kW)	Material	Referencia
IC-301	Intercambiador de doble tubo del ácido acético	$d_t = 0,06$ m $d_a = 0,114$ m $L = 19,6$ m		AISI-316	
Co-301	Condensador de gases de salida de la columna	$D_s = 0,582$ m $d_t = 0,01$ m $N_t = 1087$ $L = 3,5$ m		AISI-316	
Co-302	Condensador de productos ligeros a la salida del Co-301	$D_s = 0,735$ m $d_t = 0,014$ m $N_t = 1042$ $L = 3,5$ m		AISI-316	
KR-301	Kettle-Reboiler a la salida del líquido de la columna	$D_s = 1,76$ m $d_t = 0,021$ m $N_t = 702$ $L = 2$ m		AISI-316	
COL-301	Columna de platos de destilación del producto final	$L = 9,1$ m $D = 2,15$ m $N_{\text{platos}} = 11$		AISI-316	
S-301	Separador de los vapores condensador de la corriente de cabezas	$L = 2,3$ m $D = 0,46$ m $V_{\text{líquido}} = 0,088$ m ³		AISI-316	
T-301	Tanque pulmón del reflujo de la columna	$L = 2,2$ m $D = 1$ m		AISI-316	
B-301a/ B-302-b	Bomba de producto final desde KR-301 hacia IC-301	$Q = 10$ m ³ /h 2 unidades	1,5	Acero al carbono	Met-Pro Corporation
M-301	Mezclador de agua para producir acético al 70%	$L = 0,23$ m $D = 1,5$		AISI-316	

ÁREA 400					
Ítem	Denominación	Características principales	Potencia (kW)	Material	Referencia
T-401 / T-405	Tanque de almacenamiento de acético glacial	L = 18,83 m D = 3,7 m 1 serpentín de 579,17 m 5 unidades		AISI-316	
T-421 / T-425	Tanque de almacenamiento de acético al 70%	L = 18,83 m D = 3,7 m 5 unidades		AISI-316	
B-401a/B-401b	Bomba centrífuga de producto final concentrado hacia la entrada de tanques	Q = 5,3 m ³ /h 2 unidades	1,5	Acero al carbono	Met-Pro Corporation
B-421a/B-421b	Bomba centrífuga de producto final diluido hacia la entrada de tanques	Q = 5,5 m ³ /h 2 unidades	1,5	Acero al carbono	Met-Pro Corporation

ÁREA 500					
Ítem	Denominación	Características principales	Potencia (kW)	Material	Referencia
Co-501	Condensador de gases ligeros a la entrada de la columna de extracción	$d_t = 0,089$ m $d_a = 0,1$ m $L = 3$ m		AISI-316	
COL-501	Columna de extracción, de lavado de los gases de escape con metanol	$L = 4,6$ m $D = 0,305$ m Relleno: miniring		Columna: AISI-316 Relleno: Cerámica	
T-501	Tanque de recogida de aguas pluviales, contraincendios y vertidos	$L = 3$ m $D = 3,3$ m		Acero inoxidable	
B-501a/B-501b	Bomba centrífuga de metanol de salida de la COL-501 hasta T-201	$Q = 6,7$ m ³ /h 2 unidades	0,52	Acero inoxidable	Met-Pro Corporation
C-501a/C-501b	Soplador de vapores de entrada a COL-501	$Q = 488$ m ³ /h 2 unidades	29,4	Acero al carbono	Huston Service Industries Inc.

ÁREA 600					
Ítem	Denominación	Características principales	Potencia (kW)	Material	Referencia
B-601a/ B-601b	Bomba centrífuga jockey para impulsar agua para la red contra incendios.	$Q = 260 \text{ m}^3/\text{h}$ 2 unidades	74,6	Acero al carbono	Met-Pro Corporation
B-602	Bomba centrífuga diesel para impulsar agua contra incendios en caso de fallo de las jockey	$Q = 260 \text{ m}^3/\text{h}$ 1 unidades	74,6	Acero al carbono	Met-Pro Corporation
CH-601a/ CH-601b	Chiller para enfriar circuito de agua glicolada (de 7 °C hasta 0 °C)	$Q_v = 0,015 \text{ m}^3/\text{h}$ 2 unidades	383		Carrier: modelo 30XA AQUAFORCE
CH-602	Chiller para enfriar circuito de agua descalcificada (de 25 °C hasta 20 °C)	$Q_v = 0,16 \text{ m}^3/\text{h}$	3000		Carrier: modelo 23XRV Evergreen duplicado
CH-603	Chiller para enfriar circuito de agua descalcificada (de 35 °C hasta 30 °C)	$Q_v = 0,0195 \text{ m}^3/\text{h}$	357		Carrier: modelo 16JL
TR-601a/ TR-601b	Torre de refrigeración	$Q = 0,11 \text{ m}^3/\text{h}$ $\Delta T = 10 \text{ °C}$	$P_{\text{ventilador}} = 11$	Relleno polipropileno	Sulzer: modelo EWK 900/09
CA-601	Caldera de vapor	$V_{\text{cámara}} = 20,3 \text{ m}^3$ $Q_v = 1,02 \text{ m}^3/\text{h}$	2600	Acero Inoxidable	Cerney
DES-601	Descalcificador de agua de proceso y de servicio	$Q_v = 4,48 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3/\text{h}$			Aquatecnia: 1500I / 17881 €

ÁREA 600					
Ítem	Denominación	Características principales	Potencia (kW)	Material	Referencia/
B-601a/ B-601b	Bomba centrífuga en zona de descarga hacia tanques de metanol	Q = 30 m ³ /h 2 unidades	2,9	Acero al carbono	Met-Pro Corporation
B-601a/ B-601b	Bomba centrífuga en zona de descarga hacia tanques de CO	Q = 30 m ³ /h 1 unidades	5,5	Acero inoxidable	Met-Pro Corporation
B-601a/ B-601b	Bomba centrífuga en zona de descarga hacia tanques de N ₂	Q _v = 30 m ³ /h 2 unidades	5,5	Acero al carbono	Met-Pro Corporation
B-601a/ B-601b	Bomba centrífuga en zona de carga del acético glacial	Q _v = 30 m ³ /h 2 unidades	0,65	Acero inoxidable	Met-Pro Corporation
B-601a/ B-601b	Bomba centrífuga en zona de carga del acético diluido	Q _v = 30 m ³ /h 2 unidades	0,65	Acero inoxidable	Met-Pro Corporation

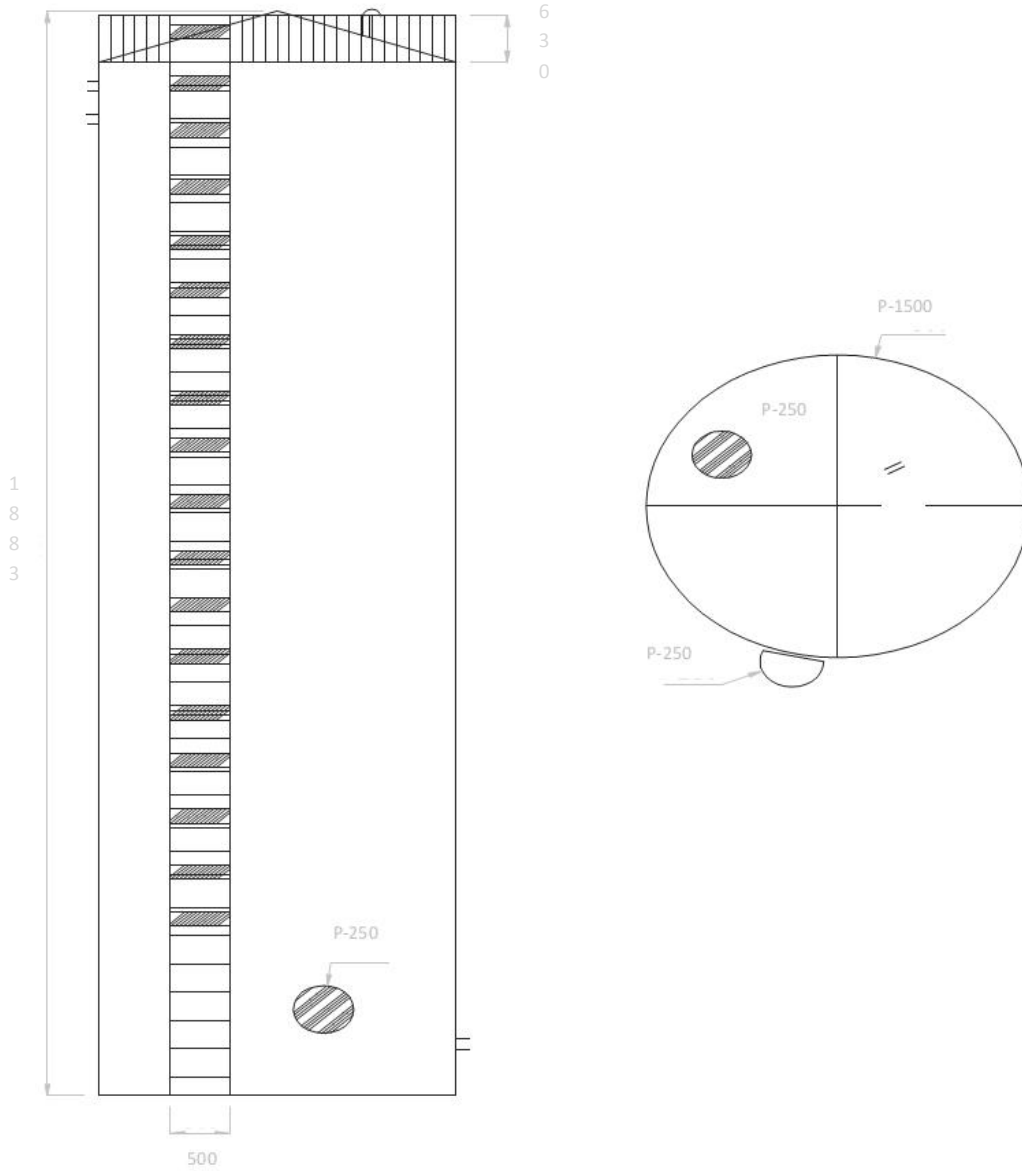
2- HOJAS DE ESPECIFICACIONES:

		TANQUE DE ALMACENAJE			Item nº: T-101/T-106	Aprobado	
					Proyecto:	Área	100
		Planta: Producción ácido acético			Diseño:	Fecha:	13/09/12
		Localización: Zona Franca (BCN)			Hoja:1 de 2	Página	
Denominación		Tanque de almacenamiento de metanol puro					
DATOS GENERALES							
Posición	Vertical	Densidad (Kg/m ³)	791,2				
Longitud (m)	18,83	Producto	CH ₃ OH				
Diámetro (m)	3,7	Capacidad (m ³)	75				
DATOS DE DISEÑO							
Material de construcción				AISI-316			
Temperatura de trabajo (C°)				20			
Temperatura de diseño (C°)				40			
Presión de trabajo interna (bar)				1,0132			
Presión de diseño interna (bar)				2,035			
Norma de diseño				ASME			
Grosor cuerpo cilíndrico (mm)				11,1			
Grosor fondo inferior (mm)				Plano, 11,1			
Grosor fondo superior (mm)				Cónico, 11,1			
Grosor de corrosión (mm)				1,5			
RELACION DE CONEXIONES Y ACCESORIOS				DETALLES DE DISEÑO			
Marca	Tamaño	Denominación		Norma de diseño	ASME		
A	3"	Entrada		Tratamiento térmico	No		
B	2"	Salida		Radiografiado	0,85		
C	-	Sensor de nivel		Eficacia de soldadura	Parcial		
D	20"	Boca de hombre		Recubrimiento	Aluminio		
E	1,25"	Entrada nitrógeno		Aislamiento	Panel PI-256		
				Juntas	-		
				Volumen total	179,60		
REVISIONES				Volumen fondo inferior (m ³)	-		
Rev.	Fecha	Denominación	D	V	Volumen fondo superior (m ³)	1,93	
					OBSERVACIONES		

	TANQUE DE ALMACENAJE	Item nº: T-101/T-108	Aprobado	
		Proyecto	Área	100
	Planta: Producción ácido acético	Diseño:	Fecha:	
	Localización: Zona Franca (BCN)	Hoja:	Página	

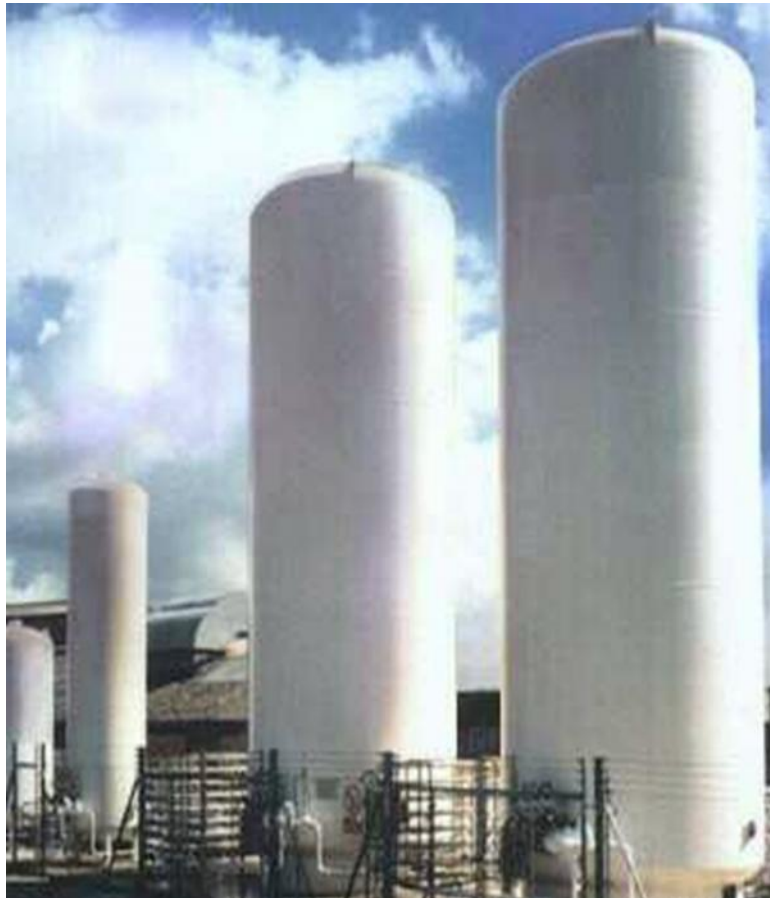
Denominación

Tanque de almacenamiento de metanol puro



	TANQUE DE ALMACENAJE		Item n°: T-121 a T-126	Aprobado			
			Proyecto:	Área	100		
	Planta: Producción ácido acético		Diseño:	Fecha:	13/09/12		
	Localización: Zona Franca (BCN)		Hoja:1 de 2	Página			
Denominación		Tanque de almacenamiento de monóxido de carbono					
DATOS GENERALES							
Posición	Vertical	Densidad (Kg/m ³)	653,1				
Longitud (m)	38	Producto	CO				
Diámetro (m)	3,66	Capacidad (m ³)	79,4				
DATOS DE DISEÑO proporcionados por Universal Industrial Gases Inc.							
Presión de almacenamiento (bar)			9				
Temperatura de almacenamiento (°C)			-164,2				
MODEL:	45000	50000	60000	65000	70000	75000	80000
Water volume Gall (Lt):	49323 (186708)	54858 (207660)	60393 (228612)	65928 (249563)	71462 (270515)	76997 (291467)	82532 (312418)
Net Liquid Capacity Gall (Lt):	46857 (177373)	52115 (197277)	57373 (217181)	62631 (237085)	67889 (256989)	73147 (276893)	78406 (296797)
MAWP psig (Kg/cm2):	81 / 125 / 155 (5.7 / 8.78 / 10.9)						
Product:	LIN/ LOX/ LAR						
Product Weight (LOX) Lb (Kg):	446568 (202560)	496680 (225290)	546792 (248021)	596904 (270751)	647016 (293482)	697128 (316212)	747240 (338942)
Product Weight (LAR) Lb (Kg):	544719 (247081)	605845 (274807)	666971 (302533)	728098 (330260)	789224 (357986)	850350 (385712)	911476 (413439)
Length Ft (m):	76.69 (23.37)	84.69 (25.8)	92.69 (28.25)	100.69 (30.69)	108.69 (33.13)	116.69 (35.56)	124.69 (38.00)
Width Ft (m):	12 (3.658)						

	TANQUE DE ALMACENAJE	Item nº: T-121 a T-126	Aprobado	
		Proyecto:	Área	100
	Planta: Producción ácido acético	Diseño:	Fecha:	13/09/12
	Localización: Zona Franca (BCN)	Hoja:2 de 2	Página	
Denominación		Tanque de almacenamiento de monóxido de carbono		



	TANQUE DE ALMACENAJE	Item n°: T-140	Aprobado	
		Proyecto:	Área	100
	Planta: Producción ácido acético	Diseño:	Fecha:	13/09/12
	Localización: Zona Franca	Hoja:1 de 2	Página	

Denominación Tanque de almacenamiento de nitrógeno

DATOS GENERALES

Posición	Vertical	Densidad (Kg/m ³)	810	
Longitud (m)	11,53	Producto	N ₂	
Diámetro (m)	2,5	Capacidad (m ³)	3,160	

DATOS DE ALMACENAMIENTO proporcionados por la casa LINDE

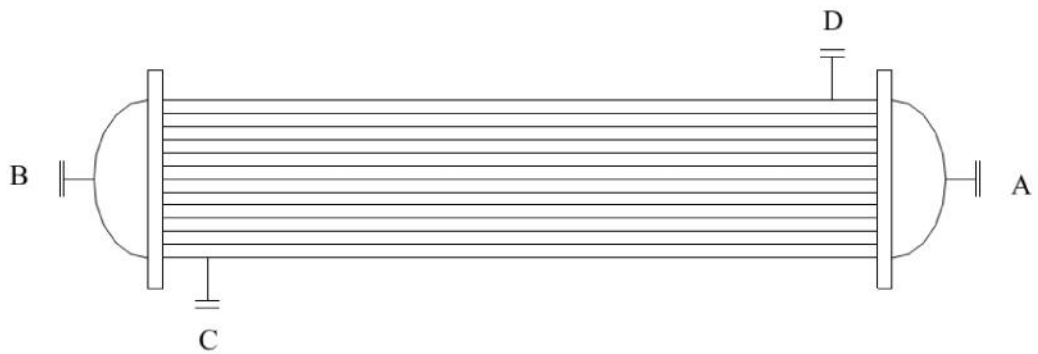
Presión de almacenamiento (bar)	9
temperatura de almacenamiento (°C)	-195

Type of tank	T18 S32	T18 S64	T18 S117	T18 S190	T18 S310	T18 S480	T18 S600	T18 S790
Max. operating pressure								
Standard tank (bar)	18	18	18	18	18	18	18	18
High-pressure tank (bar)	36	36	36	36	36	36	36	-
Geometric volume (litre)	3,160	6,400	11,700	19,600	30,800	48,000	60,000	79,400
Capacity (m ³ at 1 bar, 15 °C)								
Oxygen (m ³)	2,560	5,115	9,500	15,865	24,980	39,195	48,620	64,050
Nitrogen (m ³)	2,075	4,155	7,675	12,850	20,180	31,800	39,330	51,850
Argon (m ³)	2,515	5,030	9,290	15,530	24,500	38,575	47,620	62,700
Diameter (mm)	1,600	1,600	2,000	2,500	2,500	3,000	3,000	3,800
Depth across fittings (mm)	2,250	2,250	2,580	3,250	3,250	3,700	3,400	4,400
Height (mm)	4,110	7,020	7,250	8,130	11,530	11,510	14,200	13,977
Foundation plate (minimum size)	2.2 x 2.2	2.8 x 2.8	2.8 x 2.8	3.5 x 3.5	3.5 x 3.5	3.5 x 3.5	3.5 x 3.5	5 x 5
Weight, empty (kg)	2,200	3,800	5,500	10,200	16,000	21,000	24,500	34,200
Weight, filled								
with oxygen (kg)	5,620	10,640	18,900	31,420	49,400	73,400	89,500	120,000
with nitrogen (kg)	4,630	8,660	15,180	25,250	39,600	58,200	70,500	95,000
with argon (kg)	6,400	12,200	21,710	36,130	56,900	85,400	104,000	139,000

	TANQUE DE ALMANAJE		Item nº T-140	Aprobado																												
			Proyecto	Área	100																											
	Planta: Producción ácido acético		Diseño	Fecha:																												
	Localización: Zona Franca		Hoja:	Página																												
Denominación		Tanque de almacenamiento de nitrógeno																														
<p>Example of type designation: T18 S310</p> <p>T = Type of tank 18 = Pressure rating 18 bar S = Standing version 310 = Geometric volume (310 x 100 = 31,000 litres)</p> <table border="1"> <caption>Dimensions of T18 S Tanks</caption> <thead> <tr> <th>Model</th> <th>Diameter (mm)</th> <th>Height (mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>T18 S 32</td> <td>1600</td> <td>4110</td> </tr> <tr> <td>T18 S 64</td> <td>1800</td> <td>7020</td> </tr> <tr> <td>T18 S 117</td> <td>2000</td> <td>7260</td> </tr> <tr> <td>T18 S 190</td> <td>2500</td> <td>8130</td> </tr> <tr> <td>T18 S 310</td> <td>2500</td> <td>11630</td> </tr> <tr> <td>T18 S 480</td> <td>3000</td> <td>11610</td> </tr> <tr> <td>T18 S 600</td> <td>3000</td> <td>14200</td> </tr> <tr> <td>T18 S 790</td> <td>3900</td> <td>13977</td> </tr> </tbody> </table>						Model	Diameter (mm)	Height (mm)	T18 S 32	1600	4110	T18 S 64	1800	7020	T18 S 117	2000	7260	T18 S 190	2500	8130	T18 S 310	2500	11630	T18 S 480	3000	11610	T18 S 600	3000	14200	T18 S 790	3900	13977
Model	Diameter (mm)	Height (mm)																														
T18 S 32	1600	4110																														
T18 S 64	1800	7020																														
T18 S 117	2000	7260																														
T18 S 190	2500	8130																														
T18 S 310	2500	11630																														
T18 S 480	3000	11610																														
T18 S 600	3000	14200																														
T18 S 790	3900	13977																														

	INTERCAMBIADOR DE CARCASA Y TUBOS		Ítem nº: IC-101		APROBADO:	
			Proyecto: Planta ácido acético		Área: 100	
	Planta: Producción Acido Acético		Diseño:		Fecha: 13/09/12	
Localización: Zona Franca (Barcelona)		Hoja:1 De:2		Pág nº:		
Denominación			Intercambiador de carcasa y tubos			
Finalidad del intercambio			Enfriar el metanol antes de entrar en la columna de absorción para favorecer la absorción.			
Productos manipulados:			Metanol, agua descalcificada con 10% de etilenglicol.			
DATOS DE OPERACIÓN			TUBOS		CARCASA	
			Entrada	Salida	Entrada	Salida
Fluido			Metanol	Metanol	Agua glicolada	Agua glicolada
Fase			Líquido	Líquido	Líquido	Líquido
Caudal total: kg/s			1,41	1,41	2,73	2,73
Temperatura: °C			20	5	0	7
Presión trabajo: Pa			$1,01 \cdot 10^5$	$8,36 \cdot 10^4$	$1,01 \cdot 10^5$	$6,15 \cdot 10^4$
Densidad: kg/m ³			780,81	806,55	1038,8	1033,6
Viscosidad: kg/(m·s)			$5,08 \cdot 10^{-4}$	$7,36 \cdot 10^{-4}$	$1,95 \cdot 10^{-3}$	$1,65 \cdot 10^{-3}$
Calor específico J/(kg·°C)			$3,62 \cdot 10^3$	$3,55 \cdot 10^3$	$4,01 \cdot 10^3$	$3,96 \cdot 10^3$
Cond. térmica: W/(m·°C)			0,1776	0,1881	0,5614	0,5726
Velocidad: m/s			0,797		0,421	
Núm. de pasos			4		2	
Pérdida de carga: Kpa			17,72		39,82	
Coef. Intercambio: W/m ² °C			1945		3492,78	
Factores incrustaciones: W/m ² °C			5000		3000	
Calor intercambiado: W			76541,85	Área intercambio: m ²		19,6604
Coef. Global (U): W/m ² °C			500	ΔTml		7,79
DATOS DE CONSTRUCCIÓN			TUBOS		CARCASA	
Temperatura de diseño: °C			100		100	
Presión diseño: Pa			$2,02 \cdot 10^5$		$2,02 \cdot 10^5$	
Material			AISI-316		AISI-316	
Peso del equipo vacío kg			219		275	
Peso del equipo en operación kg			236		507	
Diámetro ext./grosor: mm			10/2		354/3	
Longitud: m			2,5		3	
PANTALLAS DEFLECTORAS						
Nº tubos		243	Nº pantallas		14	Disposición Cuadrada
Material		AISI-316	Tipo		segmentadas	Pitch mm 13
Corte pantalla: mm		106	Espacio entre pantallas Mm		177	Calidad y norma: ASME
RELACIÓN DE CONEXIONES						
			Marca	Tamaño	Temperatura (°C)	
Entrada a tubos del metanol			A	1 ¼"	20	
Salida de tubos del metanol			B	1 ¼"	5	
Entrada a carcasa del agua glicolada			C	2"	0	
Salida de carcasa del agua glicolada			D	2"	7	

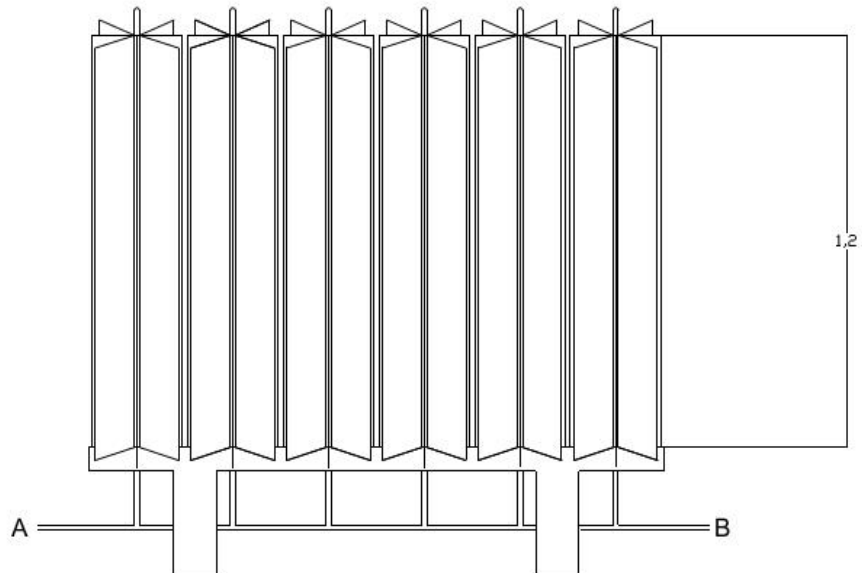
	INTERCAMBIADOR DE CARCASA Y TUBOS	Ítem nº: IC-101	APROBADO:
		Proyecto nº:	Área: 100
	Planta: Producción Acido acético	Diseño:	Fecha:
	Localización: Zona Franca (Barcelona)	Hoja: De:	Pág nº:
Denominación	Intercambiador de carcasa y tubos		
Finalidad del intercambio	Enfriar el metanol antes de entrar en la columna de absorción para favorecer la absorción.		
Productos manipulados:	Metanol, agua descalcificada con 10% de etilenglicol.		



	EVAPORADOR ATMOSFÉRICO		Ítem nº: EV-101		APROBADO:	
			Proyecto:		Área: 100	
	Planta: Producción Ácido Acético		Diseño:		Fecha: 13/09/12	
	Localización: Zona Franca		Hoja: 2 de 2		Pág nº:	
Denominación			Evaporador atmosférico			
Finalidad del intercambio			Vaporizar y calentar el nitrógeno de purgado			
Productos manipulados:			Nitrógeno			
DATOS DE OPERACIÓN			TUBOS			
			Entrada		Salida	
Fluido			Monóxido de carbono		Monóxido de carbono	
Fase			Líquido		Gas	
Caudal esperado: kg/h			10		10	
Caudal máximo tratable: kg/h			650		650	
Temperatura: °C			-258		0-20	
Presión trabajo bar			15		15	
Densidad: kg/m ³			810		18	
Viscosidad: kg/(m·s)			0,17		1,8 10 ⁻³	
Calor específico J/(kg·°C)			2500		1013	
Cond. térmica: W/(m·°C)			0,33		0,025	
Velocidad: m/s			1,5-30 m/s			
Pérdida de carga: kPa			8,3			
Factor de incrustaciones: W/m ² °C			---			
Calor intercambiado: W			1482		Área intercambio: m ² 19	
Coef. Global (U): W/m ² °C			42		Tpromedio (°C) 125	
DATOS DE CONSTRUCCIÓN						
Temperatura mínima diseño: °C			-250 °C			
Código de diseño			ANSI B31.5-1983			
Presión diseño: Pa			24 bar			
Material			Aluminio			
Peso del equipo vacío kg			246			
Peso del equipo en operación kg			250			
Tubos en paralelo			6			
Tubos en serie			2			
Tipo de conducciones			1" schedule SS40			
Longitud de conducciones: m			1,2			
Anchura: m			1,5			
Longitud: m			1,8			
Modelo			Universal Industrial Gases Inc. modelo 1			
RELACIÓN DE CONEXIONES						
	Marca	Tamaño	Temperatura (°C)			
Entrada de nitrógeno	A	1"	-250			
Salida de nitrógeno	B	1"	5-20			

	EVAPORADOR ATMOSFÉRICO	Item n°: EV-101	APROBADO:
		Proyecto n°:	Área: 100
	Planta: Producción Acido acético	Diseño:	Fecha:
	Localización: Zona Franca	Hoja: 2 de 2	Pág n°:

Denominación	Evaporador atmosférico
Finalidad del intercambio	Vaporizar y calentar el nitrógeno de purgado
Productos manipulados:	Nitrógeno



		ESPECIFICACIÓN BOMBA		Item: B-101a/B-101b	
		Planta: Producción Ácido Acético		Proyecto:	
				diseño:	
		Localización: Zona Franca		Area: 100	13/09/12
DATOS GENERALES					
DENOMINACIÓN: Bomba de metanol			CANTIDAD: 2		
SERVICIO: Impulsar el metanol de la zona de almacenaje hacia COL – 501					
CARACTERÍSTICAS DE DISEÑO					
Fluido		Metanol			
Caudal de Operación (m ³ /h)		6,38			
Caudal Mínimo (m ³ /h)		1.91			
Viscosidad (cP)		0,73			
Densidad (Kg/m ³)		806			
Carga Total (m)		9,2			
NPSH (m)		1,25			
Temperatura de Operación (°C)		25			
DATOS DE CONSTRUCCIÓN					
Diámetro del rodete (in)		3,75			
Material de construcción		Acero al Carbono			
Tipo		Centrifuga			
Modelo		DL 75-1.5			
Fabricante		Met-Pro Corporation			
Velocidad de giro (rpm)		2900			
Posición		Horizontal			
Dimensiones (m)		1,5x1,5			
Potencia (Kw)		0,462			
Eficiencia (%)		35			
MOTOR			OBSERVACIONES		
Tipo		ATEX			
Marca		-			
Potencia (Kw)		0,75			
Voltaje (V)		-			
Velocidad del eje (rpm)		-			

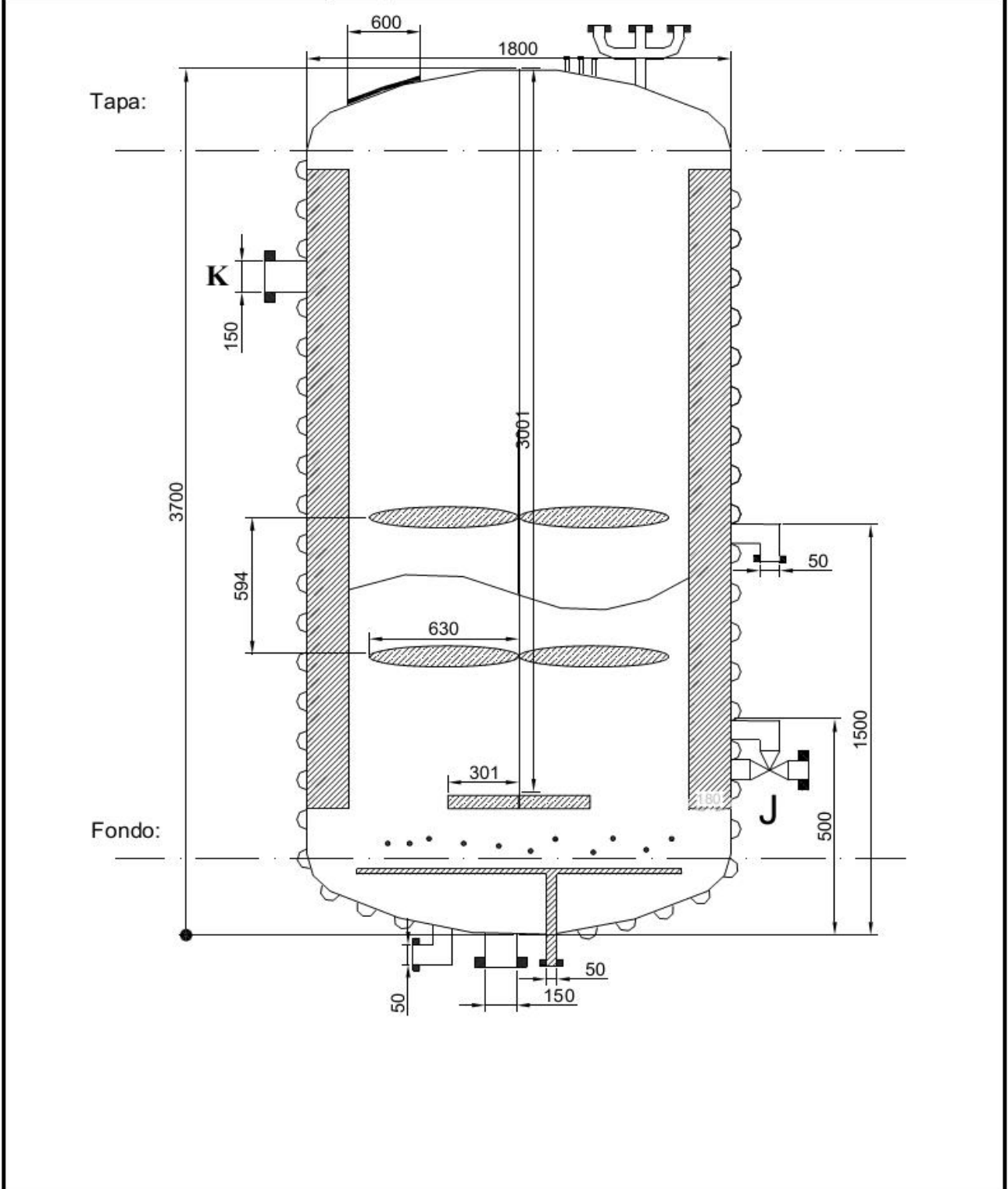
	ESPECIFICACIÓN BOMBA	Item: B-121a / B-121b
		Proyecto:
	Planta: Producción Ácido Acético	diseño:
	Localización: Zona Franca	Area: 100
DATOS GENERALES		
DENOMINACIÓN: Bomba de CO		CANTIDAD: 2
SERVICIO: Impulsar el monóxido de carbono de la zona de almacenaje al EV – 201		
CARACTERÍSTICAS DE DISEÑO		
Fluido	Co	
Caudal de Operación (m ³ /h)	6.06	
Caudal Mínimo (m ³ /h)	---	
Viscosidad (cP)	6.6·10 ⁻²	
Densidad (Kg/m ³)	629	
Carga Total (m)	154	
NPSHr (m)	---	
Temperatura de Operación (°C)	-160	
DATOS DE CONSTRUCCIÓN		
Diámetro del rodete (in)	3,14	
Material de construcción	Acero al Carbono	
Tipo	Desplazamiento Positivo	
Modelo	LDPD	
Fabricante	CRYOSTAR	
Velocidad de giro (rpm)	---	
Posición	Horizontal	
Dimensiones (m)	---	
Potencia (Kw)	16,4	
Eficiencia (%)	0,3	
MOTOR		OBSERVACIONES
Tipo		
Marca		
Potencia (Kw)		
Voltaje (V)		
Velocidad del eje (rpm)		

	REACTOR		Ítem nº: R-201 / R-202	Aprobado	
			Proyecto:	Área	200
	Planta: Producción acético		Diseño:	Fecha:	13/09/12
	Localización: Zona Franca		Hoja: 1 de 3	Página	
Denominación		Tanque de reacción			
DATOS GENERALES					
Posición	Vertical	Capacidad (m ³)	9,10	Subproductos	CO ₂ , CH ₄ , propiónico
Longitud (m)	3,7	Densidad (Kg/m ³)	970		
Diámetro (m)	1,8	Producto	CH ₃ COOH		
DATOS DE DISEÑO					
Material de construcción			Hastelloy		
Posición			Vertical		
Temperatura de trabajo (°C) / diseño (°C)			200/220		
Presión de diseño interna (bar) / externa (bar)			11 / 3,6		
Grosor del cilindro (mm)			75,02		
Grosor de los fondos (mm)			23,07		
Diámetro entrada alimento (mm) / salida producto (mm)			150		
Norma de diseño			ASTM		
AGITADOR					
Marca/ Modelo			Milton Roy Gama Robin		
Motor (Kw)			22,5		
Características eléctricas			230/400 Trifásico/50 Hz/IP55		
Tipo de agitador			SR y MIG (2)		
Material de construcción			Hastelloy		
Velocidad de agitación (rpm)			60		
Peso (Kg)			400		
Diámetro de las palas (m) / Diámetro de la turbina (m)			1,26 / 0,59		
Longitud del eje (m)			3		
MEDIA CAÑA					
Material de construcción			AISI 316		
A _{intercambio} (m ²) / A _{paso fluido servicio} (m ²)			5,52 / 2,78·10 ⁻³		
Caudal de refrigeración (m ³ /h)			20		
Presión de diseño interna (bar)			3,6		
Material del aislante empleado para el recubrimiento			40 mm Spintex 322-G-70		
RELACION DE CONEXIONES Y ACCESORIOS					OBSERVACIONES
Marca	Tamaño	Denominación			
A	1/	Tubuladura válvula seguridad			
B	1/	Tubuladura salida de gases			
C	2	Tubuladura disco de ruptura			
D	2	Agujero de Hombre			
E	1/	Orificio para medida			
F	--	Motor de agitación			
G	2	Entrada de fluido de servicio			
H	2	Entrada de Co			
I	6	Salida de producto			
J	2,5"	Válvula de tres vias, salida de fluido de Servicio			

K	6	Entrada de mezcla de reacción	
---	---	-------------------------------	--

	REACTOR	item nº: R-201 / R-202	Aprobado	
		Proyecto nº:	Área	200
	Planta: Producción acético	Diseño:	Fecha:	
	Localización: Zona Franca	Hoja: 2 / 3	Página	

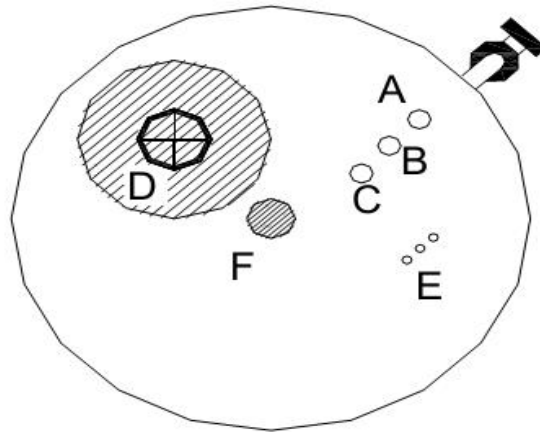
Denominación: Tanque de reacción



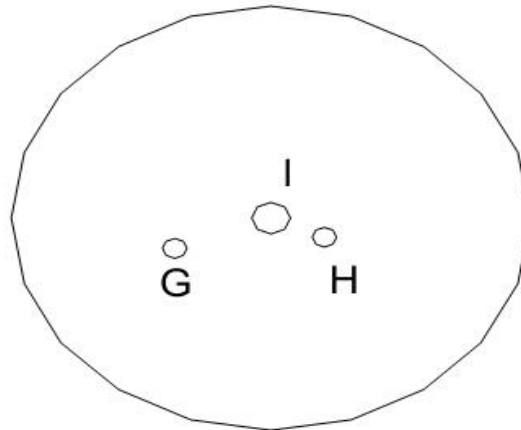
	REACTOR	item n°: R-201 / R-202	Aprobado	
		Proyecto n°:	Área	200
	Planta: Producción acético	Diseño:	Fecha:
	Localización: Zona Franca	Hoja: 3 / 3	Página	

Denominación Tanque de reacción

Tapa:

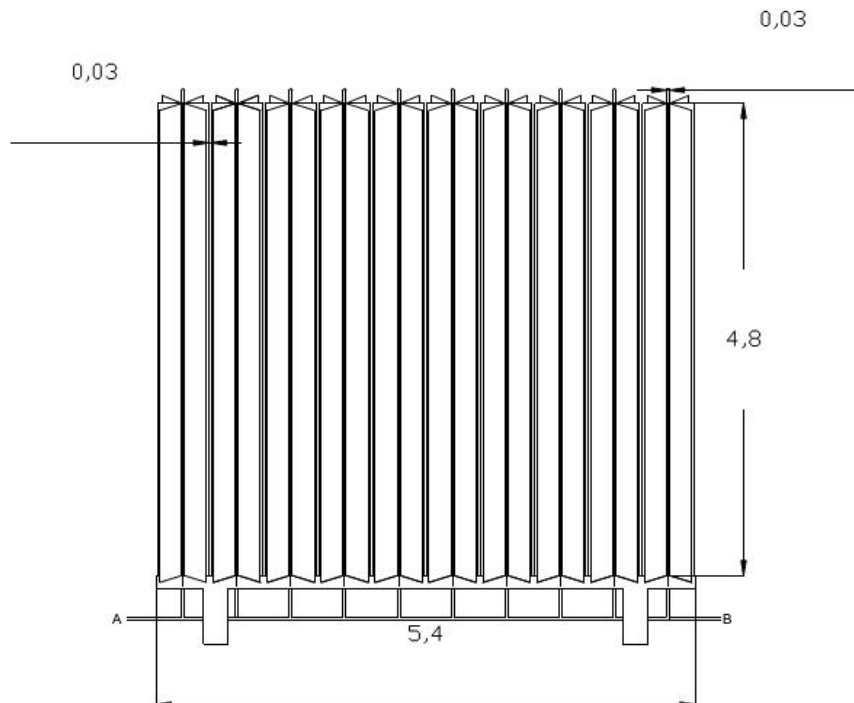


Fondo:



EVAPORADOR ATMOSFÉRICO		Ítem n°: EV-201		APROBADO:			
		Proyecto:		Área: 200			
		Planta: Producción Ácido acético		Diseño:		Fecha:	
		Localización: Zona Franca		Hoja: 1 de 2		Pág n°:	
Denominación		Evaporador atmosférico					
Finalidad del intercambio		Vaporizar y calentar el monóxido de carbono licuado para reacción de carbonilación gas-líquido					
Productos manipulados:		Monóxido de carbono					
DATOS DE OPERACIÓN		TUBOS					
		Entrada		Salida			
Fluido		Monóxido de carbono		Monóxido de carbono			
Fase		Líquido		Gas			
Caudal total:	kg/h	4846		4846			
Temperatura:	°C	-160		5 a 20			
Presión trabajo	bar	32		32			
Densidad:	kg/m ³	700		34			
Viscosidad:	kg/(m·s)	8,8 10 ⁻⁵		1,85 10 ⁻¹			
Calor específico	J/(kg·°C)	2254		1037			
Cond. térmica:	W/(m·°C)	0,16		0,026			
Velocidad:	m/s	1,5 - 30 m/s					
Pérdida de carga:	Kpa	Despreciable					
Factor de incrustaciones:	W/m ² °C	Despreciable					
Calor intercambiado:	W	465000 – 490000		Área intercambio:	m ² 127		
Coef. Global (U):	W/m ² °C	35-50 (sin hielo) 0,4-15 (con hielo)		Tpromedio (°C)	90-100		
DATOS DE CONSTRUCCIÓN							
Temp de diseño:	°C	25					
Código de diseño		ANSI B31.5-1983					
Presión diseño:	Pa	130 bar					
Material		SS 304					
Peso del equipo vacío	kg	400					
Peso del equipo en operación	kg	405					
Tubos en paralelo		10					
Tubos en serie		2					
Tipo de conducciones		1" schedule SS40					
Longitud de conducciones:	m	4,8					
Anchura:	m	2,5					
Altura del soporte:	m	0,7					
Longitud:	m	5,4					
Modelo		Universal Industrial Gases Inc. modelo 9					
RELACIÓN DE CONEXIONES							
		Marca	Tamaño	Temperatura (°C)			
Entrada de monóxido de carbono		A	1"	-160			
Salida de monóxido de carbono		B	1"	5-20			

	EVAPORADOR ATMOSFÉRICO	Item n°: EV-201	APROBADO:
		Proyecto n°:	Área: 200
	Planta: Producción Acido acético	Diseño:	Fecha:
	Localización: Zona Franca	Hoja: 1 de 2	Pág n°:
Denominación	Evaporador atmosférico		
Finalidad del intercambio	Vaporizar y calentar el monóxido de carbono licuado para reacción de carbonilación gas-líquido		
Productos manipulados:	Monóxido de carbono		



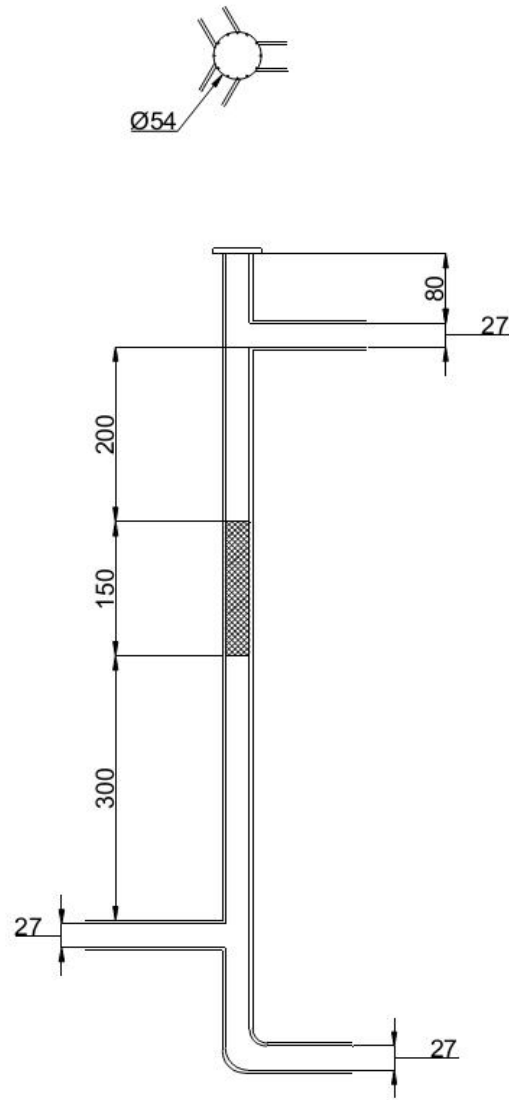
	SEPARADOR GAS-LÍQUIDO		Item n° S-201	Aprobado	
			Proyecto	Área	200
	Planta: Producción Ac. acético		Diseño:	Fecha:	13/09/12
	Localización: Zona franca		Hoja: 1 de 3	Página	
Denominación		Separador líquido-gas			
Datos de operación					
Número requerido		1	Capacidad		609 cm ³
Densidad del contenido (líquido)		1017 kg/m ³	Densidad del contenido (gas)		32 kg/m ³
Diámetro			1" 40S (27 mm)		
Longitud			1 m		
Código de diseño			ASME		
Presión máxima admisible			225 bar		
Presión de trabajo			29 bar		
Temperatura máxima admisible			350 °C		
Temperatura de trabajo			25 °C		
Presión de prueba (hidrostática)			44 bar		
Diferencia de presión en el líquido			+1 kPa		
Tiempo de residencia del líquido			< 1 s		
Volumen de líquido en operación			Despreciable		
Volumen máximo de líquido			170 cm ³		
Datos de construcción					
	Pared lateral		Fondo superior	Fondo inferior	
Tipo			Brida ciega	Codo de 45°	
Eficacia de junta	1		Brida	1	
Sobreespesor de corrosión	0,5 mm		0,5 mm	0,5 mm	
Grosor	schedule 40S		schedule 40S	schedule 40S	
Material	AISI 304		AISI 304	AISI 304	
Radiografiado	Parcial		Pintura	No	
Aislamiento	5 cm		Material aislante	-	
	Peso		Vacío	2,5 kg	
Lleno de líquido	3,1 kg		Operación	2,5 kg	
Relación de conexiones					
Conducciones	Número		Denominación	Diámetro nominal	
A	1		Entrada de mezcla	1"	
B	1		Salida de líquido	1"	
C	1		Salida de gas	1"	
D	1		Brida ciega	1"	
Observaciones					

	Demister	Item nº S-201	Aprobado	
		Proyecto	Área	200
	Planta: Producción Ac. acético	Diseño:	Fecha:	13/09/12
	Localización: Zona franca	Hoja: 2 de 3	Página	
Denominación		Demister del separador gas-líquido S-201		
Datos de operación				
Origen de las gotas		Mecánico		
Temperatura de operación		25 °C		
Presión de operación		29 bar		
Datos de la fase gas				
Caudal volumétrico		0,21 m ³ /h		
Velocidad		1,52 m/s		
Densidad		32 kg/m ³		
Masa molecular media		28,4 g/mol		
Composición molar		95% CO, 3% CO ₂ , 2% CH ₄		
Datos de la fase líquida				
Densidad		1017 kg/m ³		
Viscosidad		7,4 10 ⁻⁴ kg/ms		
Tensión superficial		0,044 N/m		
Composición molar		35% ácido acético, 30% agua, 32% acetato de metilo		
Contenido de sólidos		No contiene sólidos		
Caída de presión máxima admisible		27 bar		
Caída de presión		750 Pa		
Rango de caudales de operación		0,2 a 0,7 m ³ /h		
Datos de construcción e instalación				
Modelo de separador		Rejilla metálica		
Diámetro del recipiente		27 mm		
Área específica de la rejilla		393 m ³ /m ²		
Grosor del demister		6"		
Material de construcción				
Rejilla del separador		Acero inoxidable AISI 304		
Elementos de soporte		Acero inoxidable AISI 304		
Sobreespesor de corrosión de rejilla y soporte		1 mm		
Método de instalación		Apertura brida ciega		
Observaciones				

	SEPARADOR GAS-LÍQUIDO	Item nº S-201	Aprobado	
		Proyecto	Área	200
	Planta: Producción ác. acético	Diseño:	Fecha:	
	Localización: Zona franca	Hoja: 3 de 3	Página	

Denominación

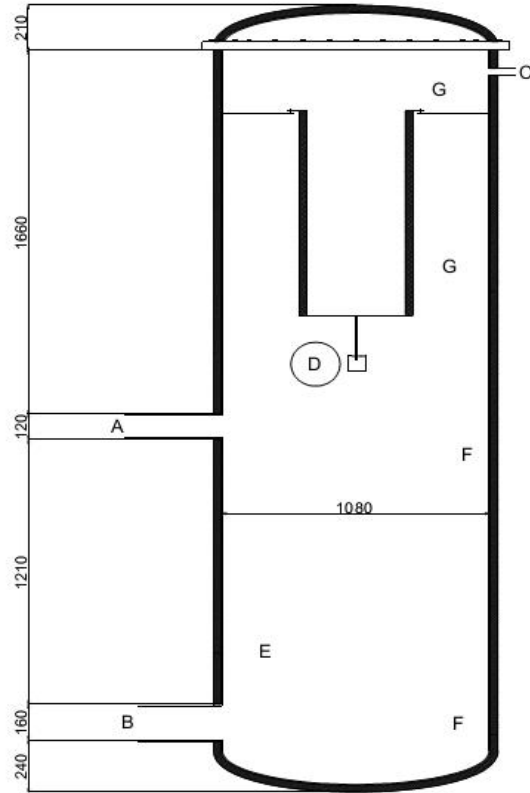
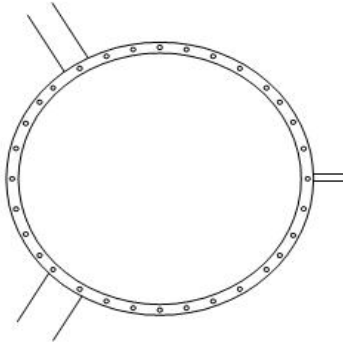
Separador líquido-gas



	SEPARADOR GAS-LÍQUIDO	Item n° S-202	Aprobado		
		Planta: Producción Ac. acético	Proyecto	Área	200
	Localización: Zona franca	Diseño:	Fecha:	13/09/12	
		Hoja: 1 de 3	Página		
Denominación		Separador líquido-gas			
Datos de operación					
Número requerido	1	Capacidad	2,485 m ³		
Densidad del contenido (líquido)	955 kg/m ³	Densidad del contenido (gas)	3,9 kg/m ³		
Diámetro		42" (1,08 m)			
Longitud		3,21 m			
Código de diseño		ASME			
Presión máxima de operación		2,5 bar			
Presión de operación		2,2 bar			
Temperatura máxima admisible		150°C			
Temperatura de operación		123°C			
Presión de prueba (hidrostática)		3,75 bar			
Caída de presión del líquido		0,3 kPa			
Tiempo de residencia del líquido		25 s			
Volumen de líquido en operación		0,60 m ³			
Volumen máximo de líquido		0,90 m ³			
Datos de construcción					
	Pared lateral	Cabeza	Fondo		
Tipo	-	Toriesférica decimal	Toriesférico decimal		
Eficacia de junta	0,85	Brida	0,85		
Sobreespesor de corrosión	1 mm	1 mm	1 mm		
Grosor	4 mm	5 mm	5 mm		
Material	AISI 316	AISI 316	AISI 316		
Radiografiado	Parcial	Pintura	No		
Aislamiento	7 cm	Material aislante	Lana de vidrio		
Revestimiento exterior		Aluminio brillante			
Peso		Vacío	400 kg		
Lleno de líquido	2770 kg	Operación	980 kg		
Conducciones	Número	Denominación	Diámetro nominal		
A	1	Entrada de mezcla	14"		
B	1	Salida de líquido	6"		
C	1	Salida de gas	1"		
D	1	Boca de hombre	12"		
E	1	Tubuladura sensor T	-		
F	2	Tubuladura sensor nivel	-		
G	2	Tubuladura sensor ΔP	-		
Observaciones					
<p>Es necesaria una plataforma a 2 m de altura para permitir la apertura de las bridas del cabezal del separador en la operación de cambio del demister. La cabeza debe ir unida al resto del recipiente mediante bridas.</p>					

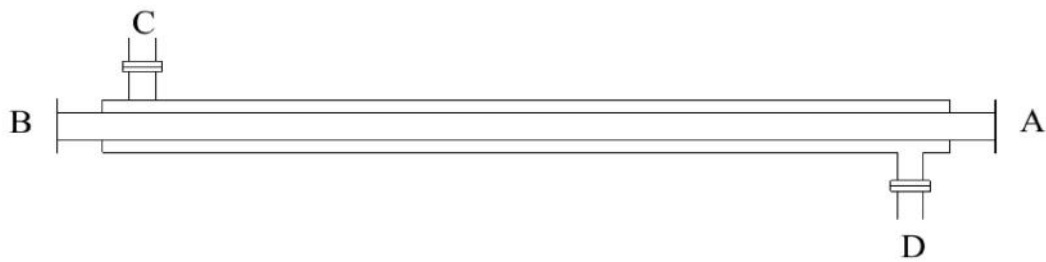
DEMISTER		Item nº S-202	Aprobado	
		Proyecto	Área	200
Planta: Producción Ac. acético		Diseño:	Fecha:	13/09/12
Localización: Zona franca		Hoja: 2 de 3	Página	
Denominación		Demister del separador gas-líquido S-202		
Datos de operación				
Origen de las gotas		Mecánico		
Temperatura de operación		123 °C		
Presión de operación		2,2 bar		
Datos de la fase gas				
Caudal volumétrico		32 m ³ /h		
Velocidad		1,52 m/s		
Densidad		3,92 kg/m ³		
Masa molecular media		55,8 g/mol		
Composición molar		41% ác. acético, 28% acetato de metilo, 24% agua		
Datos de la fase líquida				
Densidad		995 kg/m ³		
Viscosidad		5,1 10 ⁻⁴ kg/ms		
Tensión superficial		0,028 N/m		
Composición molar		70% ácido acético, 15% agua, 11% acetato de metilo		
Contenido de sólidos		No contiene sólidos		
Caída de presión máxima admisible		1,1 bar		
Caída de presión		0,03 bar		
Caudal máximo de operación		38 m ³ /h		
Datos de construcción e instalación				
Modelo de separador		Koch Otto-York IC		
Diámetro del separador		1,07 m		
Drenaje de líquido		Hacia la parte inferior del separador		
Material de construcción				
Lecho de fibras		Fibra de vidrio		
Rejilla del separador		AISI 316		
Elementos de soporte		AISI 316		
Sobreespesor de corrosión de rejilla y soporte		1 mm		
Método de instalación		Apertura del cabezal del separador		
Método de sujeción		Atornillado		
Observaciones				

SEPARADOR GAS-LÍQUIDO	Item n° S-202	Aprobado	
	Proyecto	Área	200
Planta: Producción ác. acético	Diseño:	Fecha:	
Localización: Zona franca	Hoja: 3 de 3	Página	



	CONDENSADOR		Ítem nº: CO-201		APROBADO:	
			Proyecto nº:		Área: 200	
	Planta: Producción Acido acético		Diseño:		Fecha: 13/09/12	
	Localización: Zona Franca (Barcelona)		Hoja: 1 De: 2		Pág. nº:	
Denominación	Condensador parcial de doble tubo					
Finalidad del intercambio	Enfriar los gases de salida del reactor y conseguir una mayor separación de los componentes en el flash que va a continuación.					
Productos manipulados:	Mezcla multicomponente de productos orgánicos (en su mayoría CO, MeAc y HAc), y agua descalcificada.					
DATOS DE OPERACIÓN	TUBOS				ANULO	
	Entrada		Salida		Entrada	Salida
Fluido	Mezcla vapores y líquidos orgánicos		Mezcla de vapores y líquidos orgánicos		Agua descalcificada	
Fase	V	L	V	L	L	L
Caudal total: kg/s	4,53·10 ⁻³		4,53·10 ⁻³		8,00·10 ⁻²	8,00·10 ⁻²
Fracción másica del líquido	0,06		0,58		1	1
Temperatura: °C	185,2		25		20	25
Presión trabajo: Pa	2,90·10 ⁶		2,90·10 ⁶		1,01·10 ⁵	1,01·10 ⁶
Densidad: kg/m ³	29,29	843,8	33,25	1034	1011,1	1007,3
Viscosidad: kg/(m·s)	2,03·10 ⁻⁴	3,46·10 ⁻⁴	1,85·10 ⁻⁵	7,43·10 ⁻⁴	1,00·10 ⁻³	8,90·10 ⁻⁴
Calor específico J/(kg·°C)	1,31·10 ³	2,14·10 ³	1,04·10 ³	1,855·10 ³	4,20·10 ³	4,20·10 ³
Cond. térmica: W/(m·K)	3,22·10 ⁻²	0,165	2,66E-02	0,258	0,6034	0,6110
Velocidad: m/s	1,26				1,64	
Pérdida de carga: Kpa	2,57·10 ⁻⁷				2,89·10 ⁻⁵	
Coef. Intercambio: W/m ² °C	1270				1,25·10 ⁴	
Factores incrustaciones: W/m ² °C	5000				3000	
Calor intercambiado: W					Área intercambio: m ²	13·10 ⁻³
Coef. Global (U): W/m ² °C					ΔTml	44,76
DATOS DE CONSTRUCCIÓN	TUBOS				ANULO	
Temperatura de diseño: °C	200				200	
Presión diseño: Pa	3,5·10 ⁶				3,5·10 ⁶	
Material	AISI-316L				AISI-316L	
Peso del equipo vacío kg	1,93·10 ⁻¹				3,91·10 ⁻¹	
Peso del equipo en operación kg	1,94·10 ⁻¹				4,06·10 ⁻¹	
Diámetro ext./grosor: mm	14/5				21/6	
Longitud: m	0,31				0,31	
RELACIÓN DE CONEXIONES						
	Marca	Tamaño	Temperatura (°C)			
Entrada a tubos de la mezcla Orgánica	A	1/4"	185,2			
Salida de tubos de la mezcla Orgánica	B	1/4"	25			
Entrada al anulo de agua descalcificada	C	1/4"	20			
Salida del anulo de agua descalcificada	D	1/4"	25			

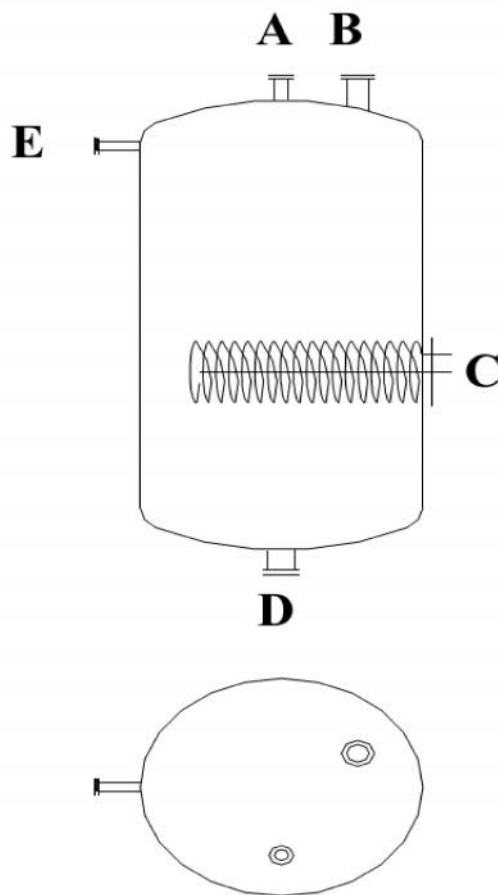
	CONDENSADOR	Ítem nº: CO-201	APROBADO:
		Proyecto nº:	Área: 200
	Planta: Producción Acido acético	Diseño:	Fecha:
	Localización: Zona Franca (Barcelona)	Hoja: 2 De: 2	Pág nº:
Denominación	Condensador parcial de doble tubo		
Finalidad del intercambio	Enfriar los gases de salida del reactor y conseguir una mayor separación de los componentes en el flash que va a continuación.		
Productos manipulados:	Mezcla multicomponente de productos orgánicos (en su mayoría CO, MeAc y HAc), y agua descalcificada.		



		TANQUE PULMÓN			Item n°: T-201	Aprobado	
					Proyecto	Área	200
		Planta: Producción ácido acético			Diseño:	Fecha:	13/09/12
		Localización: Zona Franca (BCN)			Hoja:	Página	
Denominación	Tanque de almacenamiento de mezcla orgánica, de la salida líquida de la columna de absorción, composición en peso: 95% de MeOH, 4% MeAc, trazas de MeI)						
DATOS GENERALES							
Posición	Vertical	Capacidad (m ³)	5				
Longitud (m)	3,31	Densidad (Kg/m ³)	805	Productos	MeOH, MeAc, MeI y agua glicolada (serpentín)		
Diámetro (m)	1,600						
DATOS DE DISEÑO TANQUE							
Material de construcción				AISI-316			
Temperatura de trabajo (C°)				7			
Temperatura de diseño (C°)				100			
Presión de trabajo interna (bar)				1,013			
Presión de diseño interna (bar)				2,035			
Presión de trabajo externa (bar)				1,013			
Presión de diseño externa (bar)				2,035			
Norma de diseño				ASME			
Grosor cuerpo cilíndrico (mm)				6			
Tipo fondo inferior/ Grosor (mm)				Torisférico, 10			
Tipo fondo superior/ Grosor (mm)				Torisférico, 10			
DATOS DE DISEÑO CADA SERPENTÍN							
L (m)				14,4			
D _i (mm)				35			
Δx (mm)				4			
r _{giro} (mm)				225			
Número de vueltas				12			
P _{vacío} (kg) / P _{operación} (kg)				194 / 208			
RELACION DE CONEXIONES Y ACCESORIOS				DETALLES DE DISEÑO			
Marca	Tamaño	Denominación		Norma de diseño	ASME		
A	1,25"	Entrada de metanol y nitrógeno		Tratamiento térmico	No		
B	2,5"	Entrada de mezcla de reactivos del S-301		Radiografiado	0,85		
C	20"	Boca de hombre (entrada y salida de líquido refrigerante)		Eficacia de soldadura	Parcial		
D	3"	Salida mezcla		Recubrimiento	Aluminio		
E	1,25"	Salida de nitrógeno		Aislamiento	Panel PI-256		
REVISIONES							
Rev.	Fecha	Denomina	D	V	Δx (mm)	90	
					OBSERVACIONES		

	TANQUE PULMÓN	Item n°: T-201	Aprobado	
		Proyecto	Área	200
	Planta: Producción ácido acético	Diseño:	Fecha:	
	Localización: Zona Franca (BCN)	Hoja:	Página	

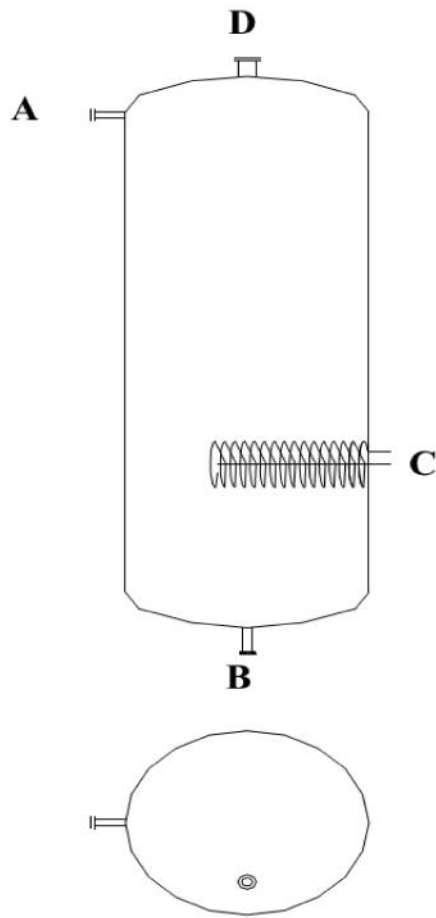
Denominación Tanque de almacenamiento de mezcla orgánica, de la salida líquida de la columna de absorción, composición en peso: 95% de MeOH, 4% MeAc, trazas de MeI)



		TANQUE DE ALMACENAJE		Item n°: T-202	Aprobado	
				Proyecto	Área	200
		Planta: Producción ácido acético		Diseño:	Fecha:	13/09/12
		Localización: Zona Franca (BCN)		Hoja:	Página	
Denominación		Tanque de almacenamiento de mezcla orgánica de recirculación (75% en peso de HAc, 12% MeAc, 7% MeI y 5 % H ₂ O)				
DATOS GENERALES						
Posición	Vertical	Capacidad (m ³)	15			
Longitud (m)	5,4	Densidad (Kg/m ³)	960	Productos	HAc, MeAc, MeI, H ₂ O y H ₂ O glicolada	
Diámetro (m)	1,8					
DATOS DE DISEÑO TANQUE						
Material de construcción				AISI-316		
Temperatura de trabajo (C°)				30		
Temperatura de diseño (C°)				200		
Presión de trabajo interna (bar)				1,0132		
Presión de diseño interna (bar)				2,035		
Presión de trabajo externa (bar)				1,013		
Presión de diseño externa (bar)				2,035		
Norma de diseño				ASME		
Grosor cuerpo cilíndrico (mm)				6		
Tipo fondo inferior/ Grosor (mm)				Torisférico, 10		
Tipo fondo superior/ Grosor (mm)				Torisférico, 10		
DATOS DE DISEÑO SERPENTÍN						
L (m)				23,3		
D _i (mm)				41		
Δx (mm)				4		
r _{giro} (mm)				225		
Número de vueltas				16		
P _{vacío} (kg) / P _{operación} (kg)				375 / 407		
RELACION DE CONEXIONES Y ACCESORIOS				DETALLES DE DISEÑO		
Marca	Tamaño	Denominación		Norma de diseño	ASME	
A	6"	Entrada mezcla orgánica y nitrógeno para inertizar		Tratamiento térmico	No	
B	6"	Salida mezcla orgánica		Radiografiado	0,85	
C	20"	Boca de hombre (entrada y salida de líquido refrigerante)		Eficacia de soldadura	Parcial	
D	1,25"	Salida nitrógeno		Recubrimiento	Aluminio	
				Aislamiento		Panel PI-256
REVISIONES						
Rev.	Fecha	Denominación	D	V	Δx (mm)	80
					OBSERVACIONES	

	TANQUE DE ALMACENAJE	Item n°: T-202	Aprobado	
		Proyecto	Área	200
	Planta: Producción ácido acético	Diseño:	Fecha:	
	Localización: Zona Franca (BCN)	Hoja:	Página	

Denominación Tanque de almacenamiento de mezcla orgánica de recirculación (75% en peso de HAc, 12% MeAc, 7% MeI y 5 % H₂O)



		ESPECIFICACIÓN BOMBA		Item: B-201a / B-201b	
		Planta: Producción Acido Acetico		Proyecto:	
		Localización: Zona Franca		diseño:	
				Area: 200	
DATOS GENERALES					
DENOMINACIÓN: Bomba de mezcla			CANTIDAD: 2		
SERVICIO: Impulsar la mezcla del T - 201 hacia los reactores R - 201/202					
CARACTERÍSTICAS DE DISEÑO					
Fluido		metanol + impurezas			
Caudal de Operación (m ³ /h)		23			
Caudal Mínimo (m ³ /h)		--			
Viscosidad (cP)		5,50·10 ⁻⁴			
Densidad (Kg/m ³)		981			
Carga Total (m)		266			
NPSH (m)		1,37			
Temperatura de Operación (°C)		20			
DATOS DE CONSTRUCCIÓN					
Diámetro del rodete (in)		10,62			
Material de construcción		Acero Inoxidable			
Tipo		Centrifuga			
Modelo		3700			
Fabricante		ITT Industries			
Velocidad de giro (rpm)		3550			
Posición		Horizontal			
Dimensiones (m)		1x2-11A-SA			
Potencia (Kw)		17			
Eficiencia (%)		8			
MOTOR			OBSERVACIONES		
Tipo	---				
Marca	---				
Potencia (Kw)	---				
Voltaje (V)	---				
Velocidad del eje (rpm)	---				

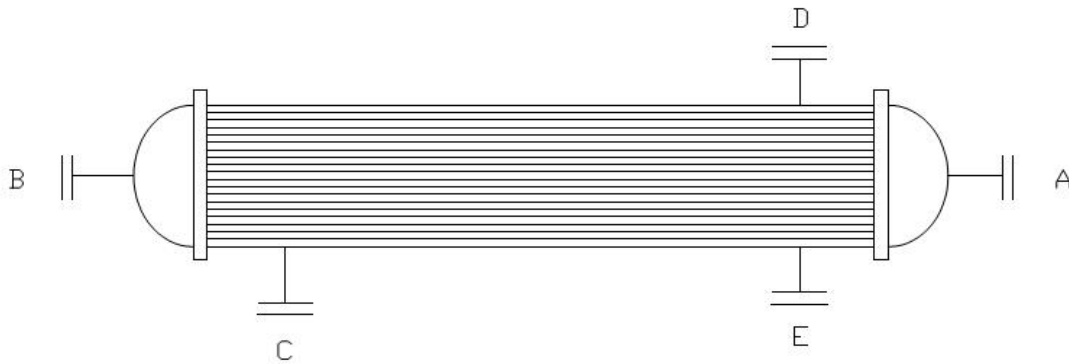
		ESPECIFICACIÓN BOMBA		Item: B-202a/B-202b	
		Planta: Producción Acido Acetico		Proyecto:	
		Localización: Zona Franca		diseño:	
				13/09/12	
DATOS GENERALES					
DENOMINACIÓN: Bomba de metanol			CANTIDAD: 2		
SERVICIO: Impulsar la mezcla del S - 202 hacia los reactores R - 201/202					
CARACTERÍSTICAS DE DISEÑO					
Fluido					
Caudal de Operación (m ³ /h)			80		
Caudal Mínimo (m ³ /h)			----		
Viscosidad (cP)			5,00 · 10 ⁻⁴		
Densidad (Kg/m ³)			955		
Carga Total (m)			278		
NPSH (m)			1,44		
Temperatura de Operación (°C)			125		
DATOS DE CONSTRUCCIÓN					
Diámetro del rodete (in)			6,12		
Material de construcción			Acero Inoxidable		
Tipo			Centrifuga		
Modelo			3355		
Fabricante			ITT Industries		
Velocidad de giro (rpm)			3550		
Posición			Horizontal		
Dimensiones (m)			1,5x2,5-7 A/RS		
Potencia (Kw)			35,3		
Eficiencia (%)			40,5		
MOTOR			OBSERVACIONES		
Tipo	---				
Marca	---				
Potencia (Kw)	---				
Voltaje (V)	---				
Velocidad del eje (rpm)	---				

		INTERCAMBIADOR		Ítem nº: IC-301		APROBADO:		
				Proyecto nº:		Área: 300		
		Planta: Producción Acido acético		Diseño:		Fecha: 13/09/12		
		Localización: Zona Franca (Barcelona)		Hoja: 1 De: 2		Pág nº:		
Denominación		Intercambiador doble tubo						
Finalidad del intercambio		Enfriar el ácido acético glacial, antes de almacenarse para favorecer unas condiciones más seguras de almacenamiento.						
Productos manipulados:		Ácido acético glacial, agua descalcificada.						
DATOS DE OPERACIÓN		TUBO			ANULO			
		Entrada		Salida		Entrada		Salida
Fluido		Ácido acético glacial		Ácido acético glacial		Agua descalcificada		Agua descalcificada
Fase		Líquido		Líquido		Líquido		Líquido
Caudal total		kg/s		2,64		1,70·10 ¹		1,70·10 ¹
Temperatura:		°C		117		30		35
Presión trabajo:		Pa		1,50·10 ⁵		1,01·10 ⁵		1,01·10 ⁵
Densidad:		kg/m ³		945,34		1003,6		999,77
Viscosidad:		kg/(m·s)		2,74·10 ⁻⁴		7,97·10 ⁻⁴		7,18·10 ⁻⁴
Calor específico		J/(kg·°C)		1,72·10 ³		4,22·10 ³		4,23·10 ³
Cond. térmica:		W/(m·°C)		1,45·10 ⁻¹		0,6182		0,6251
Velocidad:		m/s		1,22		3,17		
Pérdida de carga:		Kpa		1,09·10 ⁻⁵		1,65·10 ⁻⁴		
Coef. Individual intercambio:		W/m ² °C		2,00·10 ³		1,12·10 ⁴		
Factores incrustaciones:		W/m ² °C		5000		3000		
Calor intercambiado:		W		3,53·10 ⁵		Área intercambio: m ²		3,72
Coef. Global (U):		W/m ² °C		1,51·10 ³		ΔTml		27,53
DATOS DE CONSTRUCCIÓN		TUBO			ANULO			
Temperatura de diseño:		°C		125		125		
Presión diseño:		Pa		3·10 ⁵		3·10 ⁵		
Material		AISI-316		AISI-316		AISI-316		
Peso del equipo vacío		kg		1,07·10 ²		3,15·10 ²		
Peso del equipo en operación		kg		1,49·10 ²		4,20·10 ²		
Diámetro ext/grosor:		mm		60/7		114/12		
Longitud:		m		19,6		19,6		
Nº horquillas (de 3,66m)				6		6		
RELACIÓN DE CONEXIONES								
		Marca		Tamaño		Temperatura (°C)		
Entrada a tubo del ácido acético		A		2"		117		
Salida de tubo del ácido acético		B		2"		35		
Entrada al anulo de agua descal.		C		4"		30		
Salida del anulo de agua descal.		D		4"		35		

INTERCAMBIADOR		Ítem nº: IC-301	APROBADO:
		Proyecto nº:	Área: 300
Planta: Producción Acido acético		Diseño:	Fecha:
Localización: Zona Franca (Barcelona)		Hoja: 2 De: 2	Pág nº:
Denominación	Intercambiador doble tubo		
Finalidad del intercambio	Enfriar el ácido acético glacial, antes de almacenarse para favorecer unas condiciones más seguras de almacenamiento.		
Productos manipulados:	Ácido acético glacial, agua descalcificada.		

	CONDENSADOR		Ítem nº: CO-301		APROBADO:	
			Proyecto nº:		Área: 300	
	Planta: Producción Acido acético		Diseño:		Fecha: 13/09/12	
	Localización: Zona Franca (Barcelona)		Hoja: 1 De: 2		Pág nº:	
Denominación		Condensador parcial de carcasa y tubos				
Finalidad del intercambio		Enfriar los gases de salida de la columna para recircular el líquido condensado y no recircular los compuestos más volátiles.				
Productos manipulados:		Mezcla multicomponente de productos orgánicos (en su mayoría metil acetato, ácido acético, ioduro de metilo y agua), y agua descalcificada.				
DATOS DE OPERACIÓN		TUBOS		CARCASA		
		Entrada	Salida	Entrada	Salida	
Fluido		Agua descalcificada		Mezcla orgánica	Mezcla orgánica (rica en MeAc)	Mezcla orgánica (rica en HAc)
Fase		L	L	V	V	L
Caudal total: kg/s		83,7	83,7	9,87	4,84	5,03
Temperatura: °C		40	50	95	84	
Presión trabajo: Pa		1,01·10 ⁵	9,99·10 ⁴	1,01·10 ⁵	761·10 ⁴	
Densidad: kg/m ³		996	996	1,654	1,816	1022,5
Viscosidad: kg/(m·s)		1,00·10 ⁻³	1,00·10 ⁻³	9,32·10 ⁻⁶	9,56·10 ⁻⁶	6,88·10 ⁻⁴
Calor específico J/(kg·°C)		4,18·10 ³	4,18·10 ³	1,25·10 ³	1,21·10 ³	1,98·10 ³
Cond. térmica: W/(m·K)		0,0110	0,0115	1,76·10 ⁻²	1,686	0,3032
Velocidad: m/s		2,1		1,08		
Pérdida de carga: Kpa		1,38		25,23		
Coef. Intercambio: W/m ² °C		2756		10808		
Factores incrustaciones: W/m ² °C		5000		5000		
Calor intercambiado: W		3,5E+06		Área intercambio: m ²	105,4	
Coef. Global (U): W/m ² °C		750		ΔTml	44,3	
DATOS DE CONSTRUCCIÓN		TUBOS		CARCASA		
Temperatura de diseño: °C		200		200		
Presión diseño: Pa		2,02·10 ⁵		2,02·10 ⁵		
Material		AISI-316		AISI-316		
Peso del equipo vacío kg		1174		548		
Peso del equipo en operación kg		1294		1225		
Diámetro/grosor: mm		10/2		582/3		
Longitud: m		3		3,5		
PANTALLAS DEFLECTORAS						
Nº tubos	1087	Nºpantallas	17	Disposición	cuadrada	
Material	AISI-316	Tipo	Segmentadas, con drenaje	Pitch mm	13	
Corte pantalla: %	35% D _s	Espacio entre pantallas mm	175	Calidad y norma:	ASME	
RELACIÓN DE CONEXIONES						
		Marca	Tamaño	Temperatura (°C)		
Entrada a tubos del agua descal.		A	10"	40		
Salida de tubos del agua descal.		B	10"	50		
Entrada a carcasa de mezcla org.		C	24"	95		
Salida de carcasa de vapores org.		D	16"	84		
Salida de carcasa de líquidos org.		E	1 1/2"	84		

	CONDENSADOR	Item nº: CO-301	APROBADO:
		Proyecto nº:	Área: 300
	Planta: Producción Acido acético	Diseño:	Fecha:
	Localización: Zona Franca (Barcelona)	Hoja: 2 De: 2	Pág nº:
Denominación	Condensador parcial de carcasa y tubos		
Finalidad del intercambio	Enfriar los gases de salida de la columna para recircular el líquido condensado y no recircular los compuestos más volátiles.		
Productos manipulados:	Mezcla multicomponente de productos orgánicos (en su mayoría metil acetato, ácido acético, yoduro de metilo y agua), y agua descalcificada.		

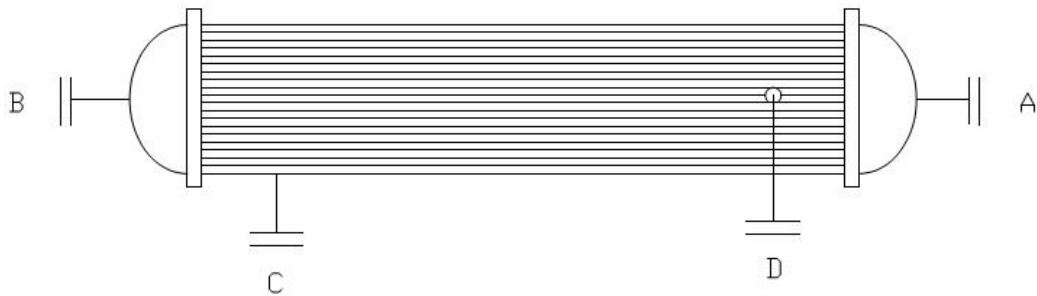


Detalle pantallas deflectoras con drenaje:



CONDENSADOR		Ítem nº: CO-302		APROBADO:	
		Proyecto nº:		Área: 300	
Planta: Producción Acido acético		Diseño:		Fecha: 13/09/12	
Localización: Zona Franca (Barcelona)		Hoja: 1 De: 2		Pág nº:	
Denominación		Condensador parcial de carcasa y tubos			
Finalidad del intercambio		Enfriar los gases de salida de la columna para aumentar la separación en el flash.			
Productos manipulados:		Mezcla multicomponente de productos orgánicos (metil acetato, también con ioduro de metilo, agua y ácido acético), y agua descalcificada.			
DATOS DE OPERACIÓN		TUBOS		CARCASA	
		Entrada	Salida	Entrada	Salida
Fluido		Agua descalcificada		Mezcla compuestos orgánicos	
Fase		L	L	V	V L
Caudal total:	kg/s	140	140	4,85	4,85
Fracción másica del líquido		1	1	0	0,96
Temperatura:	°C	20	25	84	25
Presión trabajo:	Pa	$1,00 \cdot 10^5$	$9,58 \cdot 10^4$	$1,01 \cdot 10^5$	$7,61 \cdot 10^4$
Densidad:	kg/m ³	1011,1	1007,3	1,8153	1,59 1047,3
Viscosidad:	kg/(m·s)	$1,00 \cdot 10^{-3}$	$8,90 \cdot 10^{-4}$	$9,56 \cdot 10^{-6}$	$1,44 \cdot 10^{-5}$ $5,48 \cdot 10^{-4}$
Calor específico	J/(kg·°C)	$4,20 \cdot 10^3$	$4,20 \cdot 10^3$	$1,21 \cdot 10^3$	$1,03 \cdot 10^3$ $1,9 \cdot 10^3$
Cond. térmica:	W/(m·K)	0,6110	0,6110	$1,69 \cdot 10^{-2}$	$2,05 \cdot 10^{-2}$ 0,2831
Velocidad:	m/s	2		2,4	
Pérdida de carga:	Kpa	25,22		4,18	
Coef. Indiv. Intercambio:	W/m ² °C	9287		4284	
Factores incrustaciones:	W/m ² °C	5000		5000	
Calor intercambiado:	W	2,94E+06	Área intercambio:		m ² 134,9
Coef. Global (U):	W/m ² °C	1000	ΔTml		21,8
DATOS DE CONSTRUCCIÓN		TUBOS		CARCASA	
Temperatura de diseño:		°C 200		200	
Presión diseño:		Pa $2,0 \cdot 10^5$		$2,0 \cdot 10^5$	
Material		AISI-316		AISI-316	
Peso del equipo vacío	kg	1969		700	
Peso del equipo en operación	kg	2178		1770	
Diámetro/grosor:	mm	14/5		735/3	
Longitud:	m	3		3,5	
PANTALLAS DEFLECTORAS					
Nº tubos	1042	Nº pantallas	4	Disposición	cuadrada
Material	AISI-316	Tipo	Segmentadas, con drenaje	Pitch	mm 17
Corte pantalla: %	25% D _s	Espacio entre pantallas	mm 735	Calidad y norma:	ASME
RELACIÓN DE CONEXIONES					
		Marca	Tamaño	Temperatura (°C)	
Entrada a tubos del agua des.		A	12"	20	
Salida de tubos del agua des.		B	12"	25	
Entrada a carcasa de mezcla org.		C	16"	84	
Salida de carcasa de mezcla org. líquida, que arrastra vapor		D	8"	25	

	CONDENSADOR	Ítem nº: CO-302	APROBADO:
		Proyecto nº:	Área: 300
	Planta: Producción Acido acético	Diseño:	Fecha:
	Localización: Zona Franca (Barcelona)	Hoja: 2 De: 2	Pág nº:
Denominación	Condensador parcial de carcasa y tubos		
Finalidad del intercambio	Enfriar los gases de salida de la columna para aumentar la separación en el flash.		
Productos manipulados:	Mezcla multicomponente de productos orgánicos (metil acetato, tambien con ioduro de metilo, agua y acido acético), y agua descalcificada.		

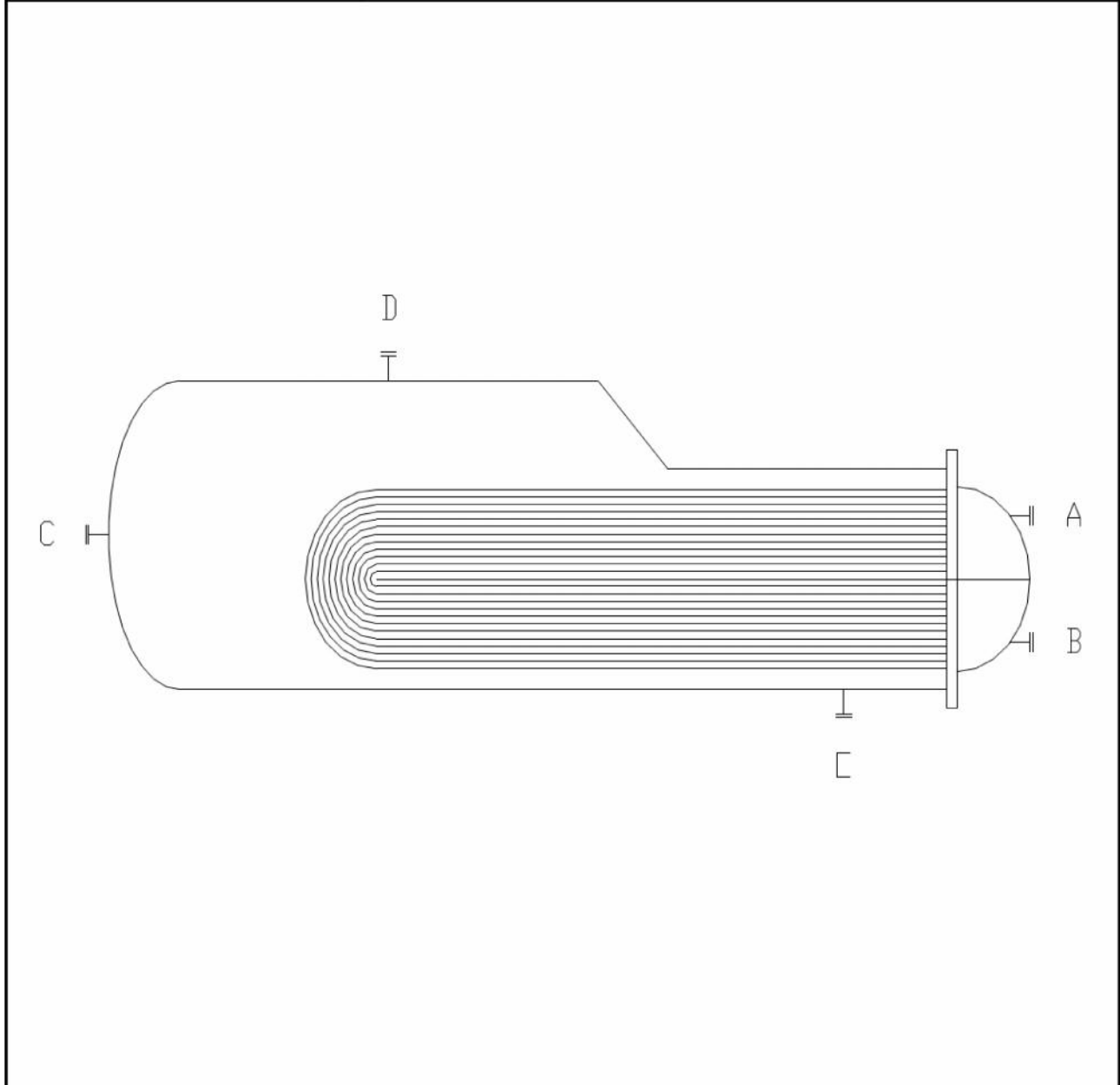


Detalle pantallas deflectoras con drenaje:



	KETTLE REBOILER		Ítem nº: KR-301		APROBADO:		
			Proyecto nº:		Área: 300		
	Planta: Producción Acido acético		Diseño:		Fecha: 13/09/12		
	Localización: Zona Franca (Barcelona)		Hoja: 1 De: 2		Pág nº:		
Denominación			Kettle reboiler				
Finalidad del intercambio			Evaporar parte del líquido que sale por colas de la columna de destilación.				
Productos manipulados:			Mezcla multicomponente de productos orgánicos (en su mayoría HAc, agua y trazas de ácido propiónico), y agua de servicio (en estado gas y líquido).				
DATOS DE OPERACIÓN			TUBOS		CARCASA		
			Entrada	Salida	Entrada	Salida	
Fluido			Agua descalcificada de servicio		Mezcla multicomponente (mayoritariamente W, HAc y propiónico)		
Fase			V	L	L	V	L
Caudal total: kg/s			1,016		8,14	5,50	2,64
Fracción másica del líquido			0	1	1	0	1
Temperatura: °C			140	140	116,5	117	117
Presión trabajo: Pa			$3,60 \cdot 10^5$		$1,01 \cdot 10^5$		
Densidad: kg/m ³			1,42	913	945,5	183	945,2
Viscosidad: kg/(m·s)			$1,36 \cdot 10^{-5}$	0,0002	$3,33 \cdot 10^{-4}$	$7,82 \cdot 10^{-6}$	$2,74 \cdot 10^{-4}$
Calor específico J/(kg·°C)			2290	4280	1726	1345	1722
Cond. térmica: W/(m·K)			$2,84 \cdot 10^{-2}$	0,688	0,147	$1,73 \cdot 10^{-2}$	0,145
Calor latente: kJ/kg					2160	369	369
Velocidad: m/s			5,71				
Pérdida de carga: Kpa			28,7				
Coef. Intercambio: W/m ² °C			24738		1219		
Factores incrustaciones: W/m ² °C			2500		2500		
Calor intercambiado: W			$7,88 \cdot 10^6$	Área intercambio: m ²		171,14	
Coef. Global (U): W/m ² °C			550	ΔTml		23,3	
DATOS DE CONSTRUCCIÓN			TUBOS		CARCASA		
Temperatura de diseño: °C			300		300		
Presión diseño: Pa			$7 \cdot 10^6$		$3,5 \cdot 10^6$		
Material			AISI-316		AISI-316		
N _t			640				
Peso del equipo vacío kg			2,54		4292		
Peso del equipo en operación kg			2,74		6599		
Diámetro/grosor: mm			21/3		1760/10		
Longitud: m			2		2,25		
RELACIÓN DE CONEXIONES							
			Marca	Tamaño	Temperatura (°C)		
Entrada a tubos del vapor de agua			A	8"	140		
Salida de tubos del agua líquida			B	1"	140		
Entrada a la carcasa de líquido de colas de la columna			C	3"	116,5		
Salida del vapor orgánico que entra de nuevo en la columna			D	18"	117		
Salida del líquido orgánico (enriquecido en acético)			E	1 ½"	117		

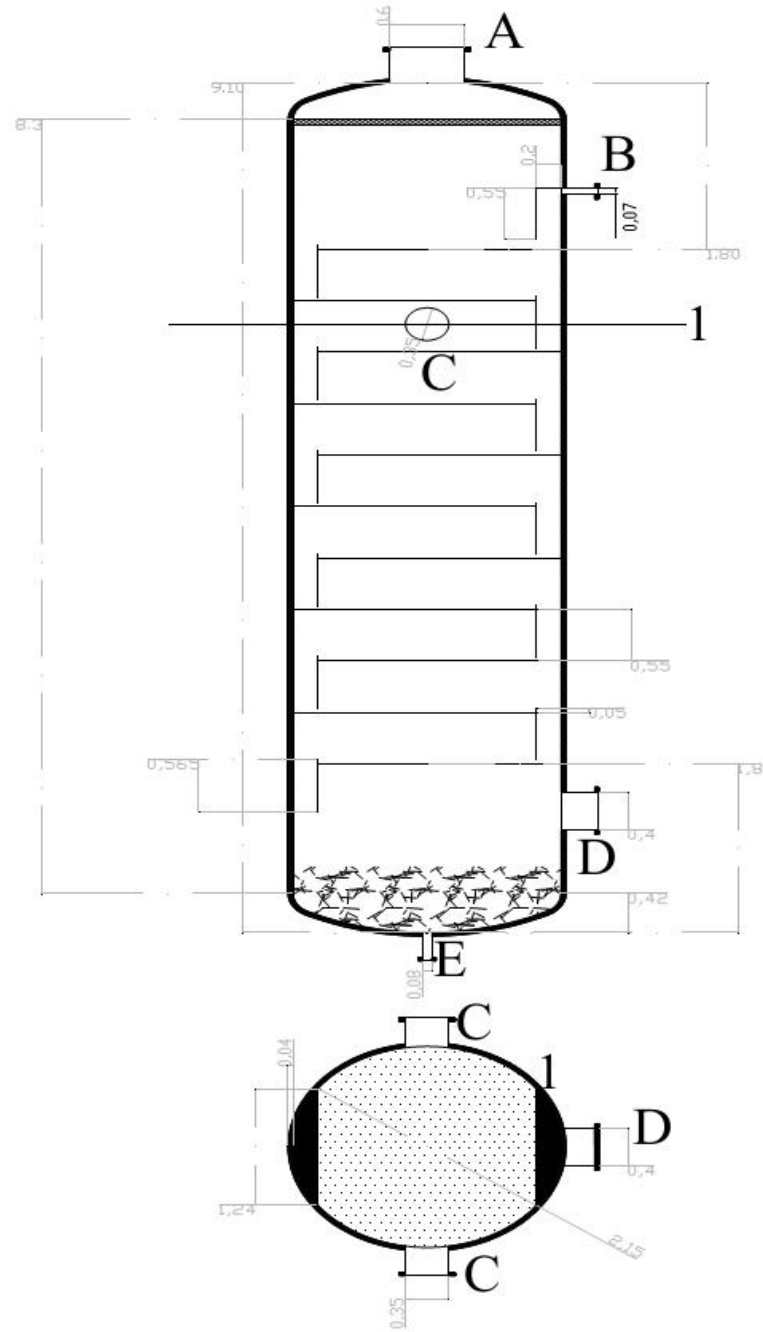
	KETTLE REBOILER	Ítem nº: KR-301	APROBADO:
		Proyecto nº:	Área: 300
	Planta: Producción Acido acético	Diseño:	Fecha:
	Localización: Zona Franca (Barcelona)	Hoja: 2 De: 2	Pág nº:
Denominación	Kettle reboiler		
Finalidad del intercambio	Evaporar parte del líquido que sale por colas de la columna de destilación.		
Productos manipulados:	Mezcla multicomponente de productos orgánicos (en su mayoría HAc, agua y trazas de ácido propiónico), y agua de servicio (en estado gas y líquido).		



		COLUMNA DESTILACIÓN		ítem n° COL-301	Aprobado	
				Proyecto	Area	300
		Planta		Diseño:	Fecha	13/09/12
		Localización		Hoja:1/2	Página	
Denominacion		Columna de destilación				
DATOS GENERALES						
Posición	Vertical	Volumen (m ³)	32,2			
Longitud (m)	9,1	N° de Platos	11			
Diámetro (m)	2,15					
DATOS DE DISEÑO						
Material de construcción			SA-240 AISI 316			
Temperatura de trabajo Cabeza / Colas (C°)			95 / 117			
Temperatura de diseño (C°)			130			
Presión de trabajo (bar_a)			1,1			
Presión de diseño (bar)			3			
Presión de prueba (bar)			2			
Factor de junta			0,85			
Tipo de fondos			Torisférico			
Espesor de chapa Cilindro/Fondos (mm)			5 / 8			
Tipo de Aislamiento / Espesor (mm)			Spintex 322-G-70 / 40			
Revestimiento exterior			Aluminio			
Norma diseño			ASTM-ASME			
PLATOS						
Material de construcción			SA-240 AISI 316			
Espesor de chapa (mm)			4			
Distancia entre Platos (m)			0,55			
Longitud de Rebosadero (m)			1,24			
Altura del Rebosadero (mm)			55			
Distancia entre Plato y Downcomer (m)			35			
Longitud del Downcomer (m)			0,515			
Área Activa (m ²)			3,25			
Diámetro de agujeros (mm)			4			
Pitch (mm)			12			
Área Perforada (m ²)			0,33			
RELACION DE CONEXIONES Y ACCESORIOS					OBSERVACIONES	
Marca	Tamaño (in)	Denominación				
A	24	Tubuladura Vapor Salida				
B	2 1/2	Tubuladura Liquido Entrada				
C	14	Tubuladura Alimento				
D	16	Tubuladura Vapor Entrada				
E	3	Tubuladura Liquido Salida				
F						

	COLUMNA DESTILACIÓN		item nº COL-301	Aprobado	
			Proyecto	Area	
	Planta		Diseño:	Fecha	
	Localización		Hoja:2/2	Página	

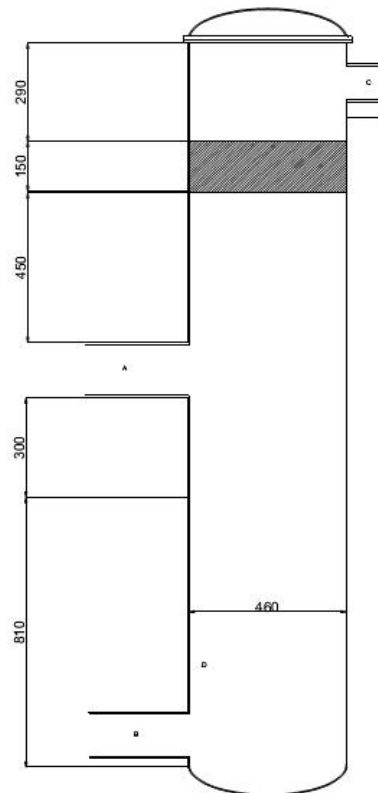
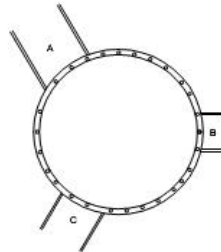
Denominación Columna de destilación



	SEPARADOR GAS-LÍQUIDO		Item n° S-301	Aprobado	
			Proyecto	Área	300
	Planta: Producción ác. acético		Diseño:	Fecha:	13/09/12
	Localización: Zona franca		Hoja: 1 de 3	Página	
Denominación		Separador líquido-gas			
Datos de operación					
Número requerido		1	Capacidad		0,34 m ³
Densidad del contenido (líquido)		1047 kg/m ³	Densidad del contenido (gas)		1,6 kg/m ³
Diámetro			18" (0,46 m)		
Longitud			2,3 m		
Código de diseño			ASME		
Presión máxima admisible			2 bar		
Presión de trabajo			1 bar		
Temperatura máxima admisible			200 °C		
Temperatura de trabajo			25 °C		
Presión de prueba (hidrostática)			3 bar		
Caída de presión en el líquido			0,007 bar		
Tiempo de residencia del líquido			20 s		
Volumen de líquido en operación			0,088 m ³		
Volumen máximo de líquido			0,133 m ³		
Datos de construcción					
	Pared lateral		Cabeza		Fondo
Tipo	-		Torisférica decimal		Torisférico decimal
Eficacia de junta	0,85		Brida		0,85
Sobre espesor de corrosión	0,1 mm		0,1 mm		0,1 mm
Grosor	4 mm		4 mm		4 mm
Material	AISI 304		AISI 304		AISI 304
Radiografiado	Parcial		Pintura		No
Aislamiento	No		Material aislante		-
Peso			Vacío		54 kg
Lleno de líquido	411 kg		Operación		194 kg
Conducciones		Número	Denominación		Diámetro nominal
A	1		Entrada de mezcla		6"
B	1		Salida de líquido		3"
C	1		Salida de gas		4"
D	2		Tubuladura de sensor de nivel		-
Observaciones					
Es necesario prever una plataforma de acceso al agujero de hombre, que se encontrará a 2,4 m de altura					

	DEMISTER	Item n° S-301	Aprobado	
		Proyecto	Área	300
	Planta: Producción ác. acético	Diseño:	Fecha:	13/09/12
	Localización: Zona franca	Hoja: 2 de 3	Página	
Denominación		Demister del separador gas-líquido S-302		
Datos de operación				
Origen de las gotas		Mecánico		
Temperatura de operación		25 °C		
Presión de operación		1 bar		
Datos de la fase gas				
Caudal volumétrico		480 m ³ /h		
Velocidad		0,812 m/s		
Densidad		1,6 kg/m ³		
Masa molecular media		39,4 g/mol		
Composición molar		65% CO, 20% acetato de metilo, 8% CO ₂		
Datos de la fase líquida				
Densidad		1047 kg/m ³		
Viscosidad		5,5 10 ⁻⁴ kg/ms		
Tensión superficial		0,048 N/m		
Composición molar		44% acetato de metilo, 37% agua, 13% ácido acético		
Contenido de sólidos		No contiene sólidos		
Caída de presión máxima admisible		0,2 bar		
Caída de presión		25 Pa		
Rango de caudales de operación		360 a 1200 m ³ /h		
Datos de construcción e instalación				
Modelo de separador		Rejilla metálica		
Diámetro del recipiente		0,46 m		
Densidad de la rejilla		224 kg/m ³		
Área específica de la rejilla		393 m ³ /m ²		
Grosor del demister		6"		
Material de construcción				
Rejilla del separador		Acero inoxidable AISI 304		
Elementos de soporte		Acero inoxidable AISI 304		
Sobre espesor de corrosión de rejilla y soporte		0,2 mm		
Método de instalación		Apertura cabeza bridada		
Observaciones				

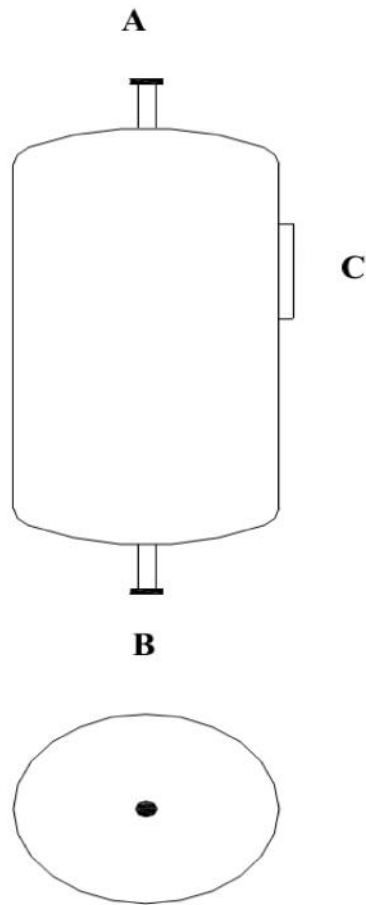
	SEPARADOR GAS-LÍQUIDO	Item nº S-301	Aprobado	
		Proyecto	Área	300
	Planta: Producción ác. acético	Diseño:	Fecha:	
	Localización: Zona franca	Hoja: 3 de 3	Página	
Denominación		Separador líquido-gas		



		TANQUE DE ALMACENAJE		Item n°: T-301	Aprobado
				Proyecto	Área
		Planta: Producción ácido acético	Diseño:	Fecha:	13/09/12
		Localización: Zona Franca (BCN)	Hoja: 1/2	Página	
Denominación		Tanque de almacenamiento, de la mezcla orgánica, del reflujo de la columna (53% en peso de HAc, 18% MeAc, 16% H ₂ O y 13% MeI)			
DATOS GENERALES					
Posición	Vertical	Capacidad (m ³)	1,5		
Longitud (m)	2,2	Densidad (Kg/m ³)	1022,5	Productos	HAc, MeAc, H ₂ O y MeI
Diámetro (m)	1				
DATOS DE DISEÑO TANQUE					
Material de construcción			AISI-316		
Temperatura de trabajo (C°)			85		
Temperatura de diseño (C°)			200		
Presión de trabajo interna (bar)			1,013		
Presión de diseño interna (bar)			2,035		
Presión de trabajo externa (bar)			1,013		
Presión de diseño externa (bar)			2,035		
Norma de diseño			ASME		
Grosor cuerpo cilíndrico (mm)			4		
Tipo fondo inferior/ Grosor (mm)			Torisférico, 10		
Tipo fondo superior/ Grosor (mm)			Torisférico, 10		
DETALLES DE DISEÑO					
Norma de diseño			ASME		
Tratamiento térmico			No		
Radiografiado			0,85		
Eficacia de soldadura			Parcial		
Recubrimiento			Aluminio		
Aislamiento			Panel PI-256		
Δx (mm)			10		
RELACION DE CONEXIONES Y ACCESORIOS					
Marca	Tamaño	Denominación			
A	2 ½"	Mezcla salida del condensador			
B	2 ½"	Mezcla de entrada a la columna			
C	20"	Boca de hombre			
REVISIONES					OBSERVACIONES
Rev.	Fecha	Denominación	D	V	

	TANQUE DE ALMACENAJE	Item nº: T-301	Aprobado	
		Proyecto	Área	300
	Planta: Producción ácido acético	Diseño:	Fecha:	
	Localización: Zona Franca (BCN)	Hoja: 2/2	Página	

Denominación Tanque de almacenamiento, de la mezcla orgánica, del reflujo de la columna (53% en peso de HAc, 18% MeAc, 16% H₂O y 13% MeI)

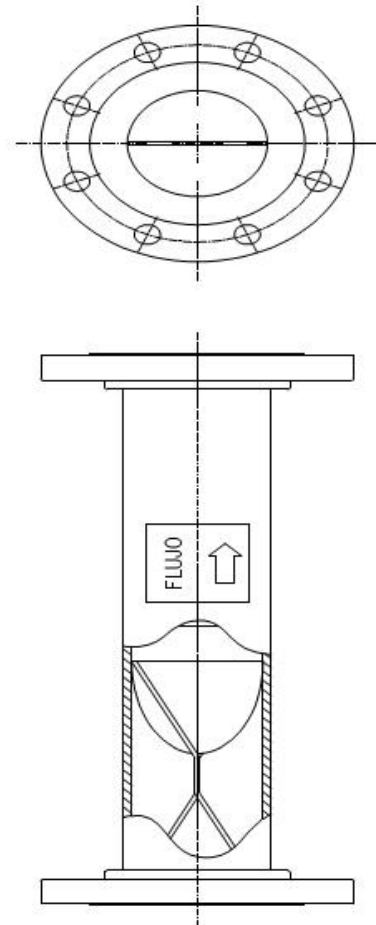


		ESPECIFICACIÓN BOMBA	Item: B-301a/B-301b
			Proyecto:
		Planta: Producción Acido Acetico	diseño:
		Localización: Zona Franca	Area: 300
DATOS GENERALES			
DENOMINACIÓN: Bomba de metanol		CANTIDAD:	
SERVICIO: Impulsar el acido del Kettle 301 hacia el Intercambiador 301			
CARACTERÍSTICAS DE DISEÑO			
Fluido		Ácido acético	
Caudal de Operación (m³/h)		10	
Caudal Mínimo (m³/h)		2,09	
Viscosidad (cP)		0,87	
Densidad (Kg/m³)		1025	
Carga Total (m)		18	
NPSHr (m)		0,7	
Temperatura de Operación (°C)		115	
DATOS DE CONSTRUCCIÓN			
Diámetro del rodete (in)		5,12	
Material de construcción		Acero al Carbono	
Tipo		Centrifuga	
Modelo		PHAA-1070	
Fabricante		Met-Pro Corporation	
Velocidad de giro (rpm)		2900	
Posición		Horizontal	
Dimensiones (m)		1x1,5x6	
Potencia (Kw)		1,5	
Eficiencia (%)		48	
MOTOR		OBSERVACIONES	
Tipo	ATEX		
Marca	-		
Potencia (Kw)	2		
Voltaje (V)	-		
Velocidad del eje (rpm)	-		

	MEZCLADOR ESTÁTICO		item nº M-301	Aprobado
			Proyecto	Area: 300
	Planta: Producción Acido Acetico		Diseño:	Fecha: 13/09/12
	Localización: Zona Franca		Hoja: 1/2	Página
Denominación		Mezclador estático		
DATOS DE DISEÑO				
Material de construcción		SA-240 AISI 316		
Numero de elementos		4		
Peso (Kg)		4,5		
Diámetro del tubo (in)		1,5"		
Longitud (m)		0,23		
Presión de trabajo (bar)		3		
Presión de diseño (bar)		17		
Temperatura de trabajo (°C)		30		
Temperatura de diseño (°C)		95		
Referencia		M-S-1,5-4		
Fabricante		KOMAX SYSTEMS INC.		
RELACION DE CONEXIONES Y ACCESORIOS			OBSERVACIONES	
Marca	Tamaño (in)	Denominación		

	MEZCLADOR ESTÁTICO	item n° M-301	Aprobado
		Proyecto	Area: 300
	Planta: Producción Acido Acetico	Diseño:	Fecha
	Localización: Zona Franca	Hoja:2/2	Página

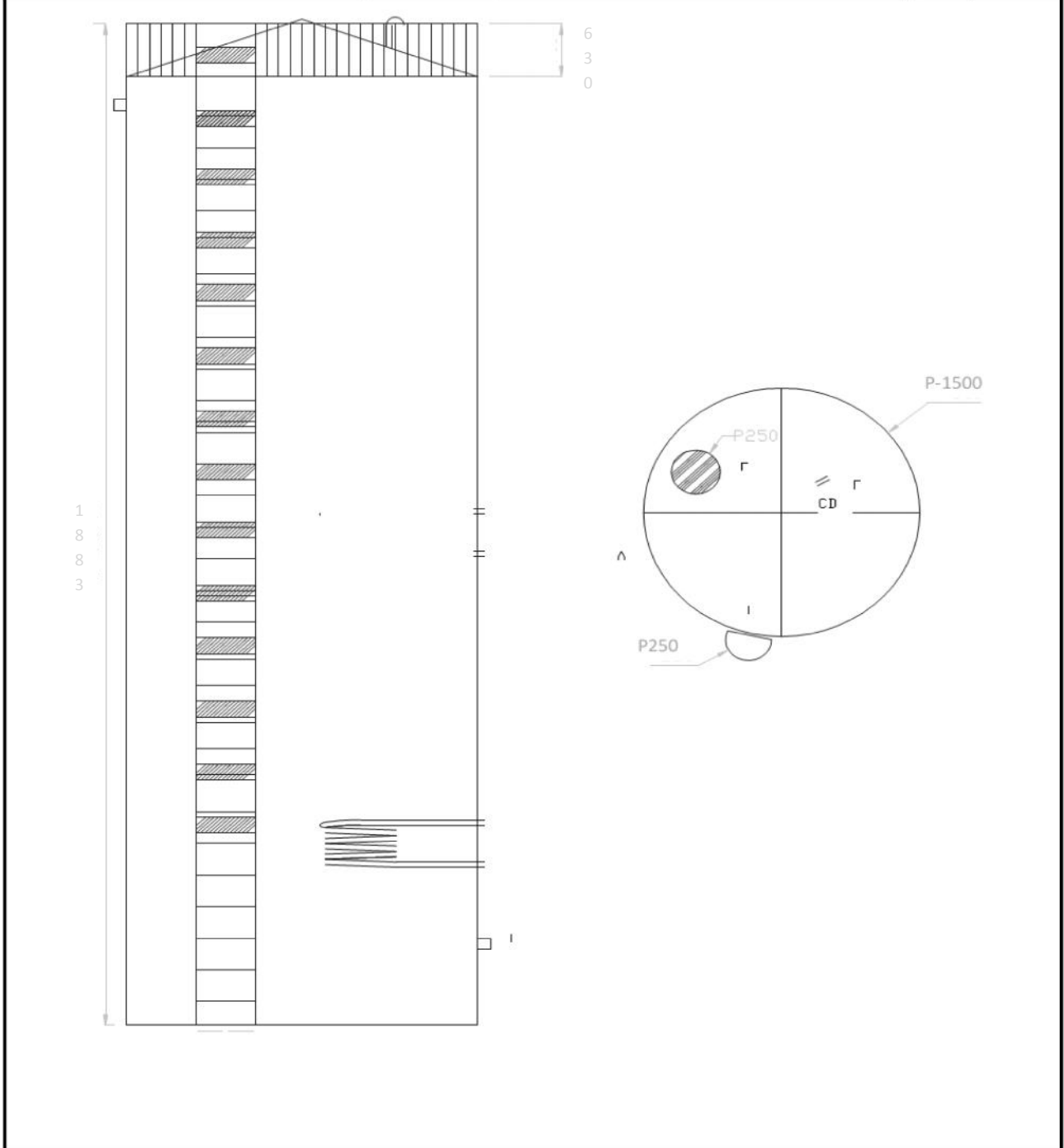
Denominación Mezclador estático



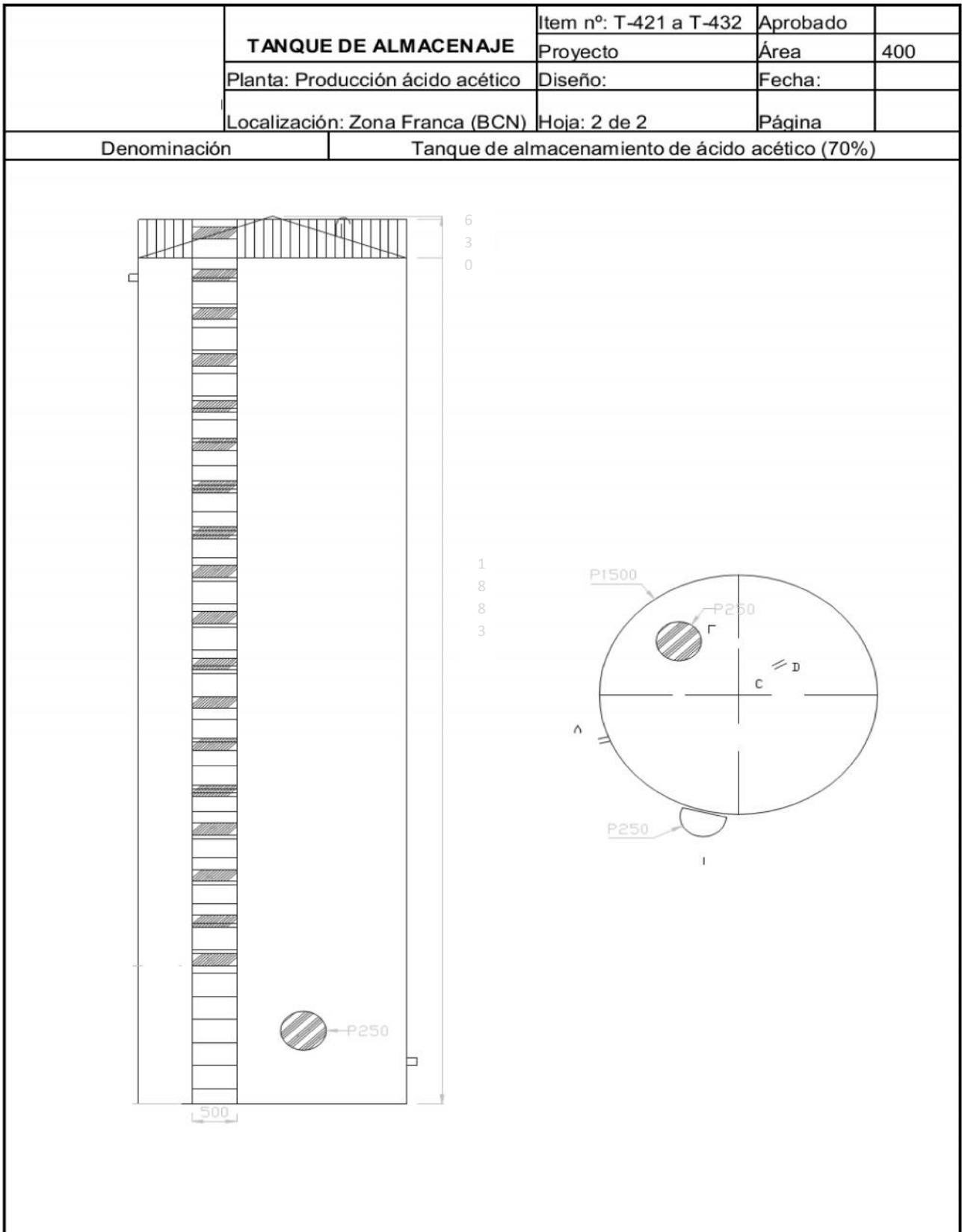
TANQUE DE ALMACENAJE		Item nº: T-401 a T-406		Aprobado		
		Proyecto		Área	400	
		Planta: Producción ácido acético		Diseño:	Fecha:	13/09/12
		Localización: Zona Franca (BCN)		Hoja: 1 de 2	Página	
Denominación		Tanque de almacenamiento de ácido acético (glacial)				
DATOS GENERALES						
Posición	Vertical	Densidad (Kg/m ³)	1049			
Longitud (m)	18,83	Producto	CH ₃ COOH			
Diámetro (m)	3,7	Capacidad (m ³)	63,56			
DATOS DE DISEÑO						
Material de construcción			AISI-316			
Temperatura de trabajo (C°)			20			
Temperatura de diseño (C°)			35			
Presión de trabajo interna (bar)			1,0132			
Presión de diseño interna (bar)			3,0132			
Norma de diseño			ASME			
Grosor cuerpo cilíndrico (mm)			11,1			
Grosor fondo inferior (mm)			Plano, 11,1			
Grosor fondo superior (mm)			Cónico, 11,1			
Grosor de corrosión (mm)			1,5			
RELACION DE CONEXIONES Y ACCESORIOS			DETALLES DE DISEÑO			
Marca	Tamaño	Denominación	Norma de diseño	ASME		
A	2"	Entrada	Tratamiento térmico	Si		
B	3"	Salida	Radiografiado	0,85		
C	-	Sensor de nivel	Eficacia de soldadura	Parcial		
D	-	Sensor de temperatura	Serpentín acero, L=15 m	1"		
E	3"	Venteo	Recubrimiento	Si		
F	20"	Boca de hombre	Aislamiento	Panel PI-256		
			Juntas	-		
			Volumen total	152,04		
REVISIONES			Volumen fondo inferior (m ³)	-		
Rev.	Fecha	Denominación	D	V	Volumen fondo superior (m ³)	
					1,47	
OBSERVACIONES						

	TANQUE DE ALMACENAJE	Item n°: T-401 a T-408	Aprobado	
	Planta: Producción ácido acético	Proyecto	Área	400
	Localización: Zona Franca (BCN)	Diseño:	Fecha:	
		Hoja: 2 de 2	Página	

Denominación: Tanque de almacenamiento de ácido acético (glacial)



TANQUE DE ALMACENAJE		Item n°: T-421 a T-426		Aprobado		
		Proyecto		Área	400	
		Planta: Producción ácido acético		Diseño:	Fecha:	13/09/12
		Localización: Zona Franca (BCN)		Hoja: 1 de 2	Página	
Denominación		Tanque de almacenamiento de ácido acético (70%)				
DATOS GENERALES						
Posición	Vertical	Densidad (Kg/m ³)	1028			
Longitud (m)	18,83	Producto	CH ₃ COOH			
Diámetro (m)	3,7	Capacidad (m ³)	98,34			
DATOS DE DISEÑO						
Material de construcción			AISI-316			
Temperatura de trabajo (C°)			20			
Temperatura de diseño (C°)			35			
Presión de trabajo interna (bar)			1,013			
Presión de diseño interna (bar)			2,035			
Norma de diseño			ASME			
Grosor cuerpo cilíndrico (mm)			11,1			
Grosor fondo inferior (mm)			Plano, 11,1			
Grosor fondo superior (mm)			Cónico, 11,1			
Grosor de corrosión (mm)			1,5			
RELACION DE CONEXIONES Y ACCESORIOS			DETALLES DE DISEÑO			
Marca	Tamaño	Denominación	Norma de diseño	ASME		
A	2"	Entrada	Tratamiento térmico	Si		
B	3"	Salida	Radiografiado	0,85		
C	-	Sensor de nivel	Eficacia de soldadura	Parcial		
D	3"	Venteo	Recubrimiento	Si		
E	20"	Boca de hombre	Aislamiento	Panel PI-256		
			Juntas	-		
			Volumen total	98,34		
REVISIONES			Volumen fondo inferior (m ³)	-		
Rev.	Fecha	Denominación	D	V	Volumen fondo superior (m ³)	1,09
					OBSERVACIONES	

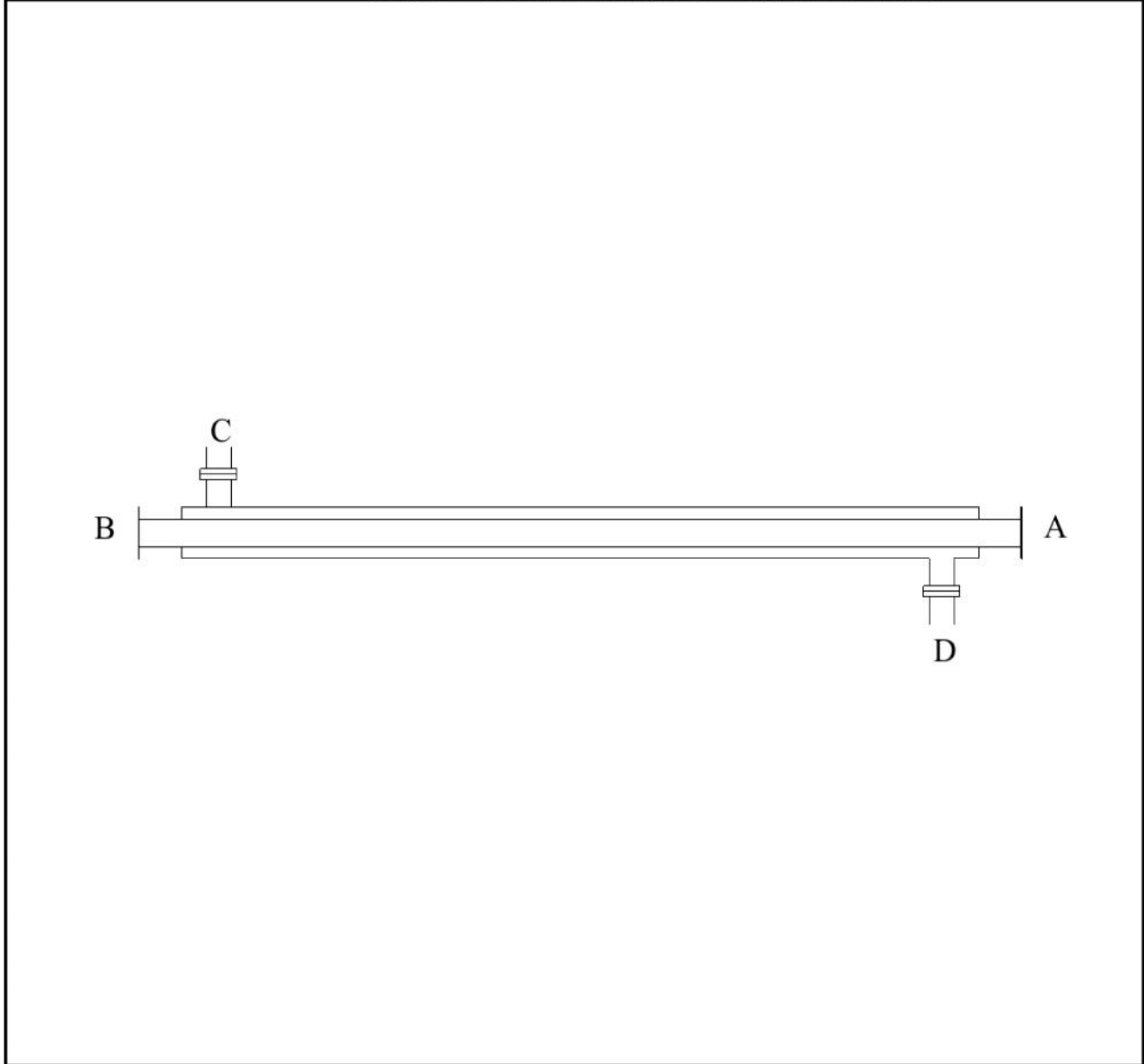


		ESPECIFICACIÓN BOMBA		Item: B- 401a/B-401b	
				Proyecto:	
		Planta: Producción Acido Acetico		diseño:	
		Localización: Zona Franca			
DATOS GENERALES					
DENOMINACIÓN: Bomba de acético glacial			CANTIDAD:2		
SERVICIO: Impulsar el ácido acético glacial de la zona del área 400 hacia zona de almacenaje					
CARACTERÍSTICAS DE DISEÑO					
Fluido		acético glacial			
Caudal de Operación (m ³ /h)		5,3			
Caudal Mínimo (m ³ /h)					
Viscosidad (cP)		0,87			
Densidad (Kg/m ³)		1025			
Carga Total (m)		11,2			
NPSHr (m)		0,68			
Temperatura de Operación (°C)		30			
DATOS DE CONSTRUCCIÓN					
Diámetro del rodete (in)		4,125			
Material de construcción		Acero al Carbono			
Tipo		Centrifuga			
Modelo		PHAA-1060			
Fabricante		Met-Pro Corporation			
Velocidad de giro (rpm)		2900			
Posición		Horizontal			
Dimensiones (m)		1x1,5x6			
Potencia (Kw)		0,49			
Eficiencia (%)		37			
MOTOR			OBSERVACIONES		
Tipo		ATEX			
Marca		--			
Potencia (Kw)		0,75			
Voltaje (V)		--			
Velocidad del eje (rpm)		--			

		ESPECIFICACIÓN BOMBA		Item: B- 421a/B-421b	
		Planta: Producción Acido Acetico		Proyecto:	
		Localización: Zona Franca		diseño:	
DATOS GENERALES					
DENOMINACIÓN: Bomba de acético diluido			CANTIDAD: 2		
SERVICIO: Impulsar el ácido acético diluido de la zona del área 400 hacia zona de almacenaje					
CARACTERÍSTICAS DE DISEÑO					
Fluido		acético diluido			
Caudal de Operación (m ³ /h)		5,5			
Caudal Mínimo (m ³ /h)		2,01			
Viscosidad (cP)		0,87			
Densidad (Kg/m ³)		1048			
Carga Total (m)		9			
NPSHr (m)		10,8			
Temperatura de Operación (°C)		30			
DATOS DE CONSTRUCCIÓN					
Diámetro del rodete (in)		3,88			
Material de construcción		Acero al Carbono			
Tipo		Centrifuga			
Modelo		DL 75-1.5			
Fabricante		Met-Pro Corporation			
Velocidad de giro (rpm)		2900			
Psición		Horizontal			
Dimensiones (m)		-----			
Potencia (Kw)		0,48			
Eficiencia (%)		33			
MOTOR			OBSERVACIONES		
Tipo		ATEX			
Marca		--			
Potencia (Kw)		0,75			
Voltaje (V)		--			
Velocidad del eje (rpm)		--			

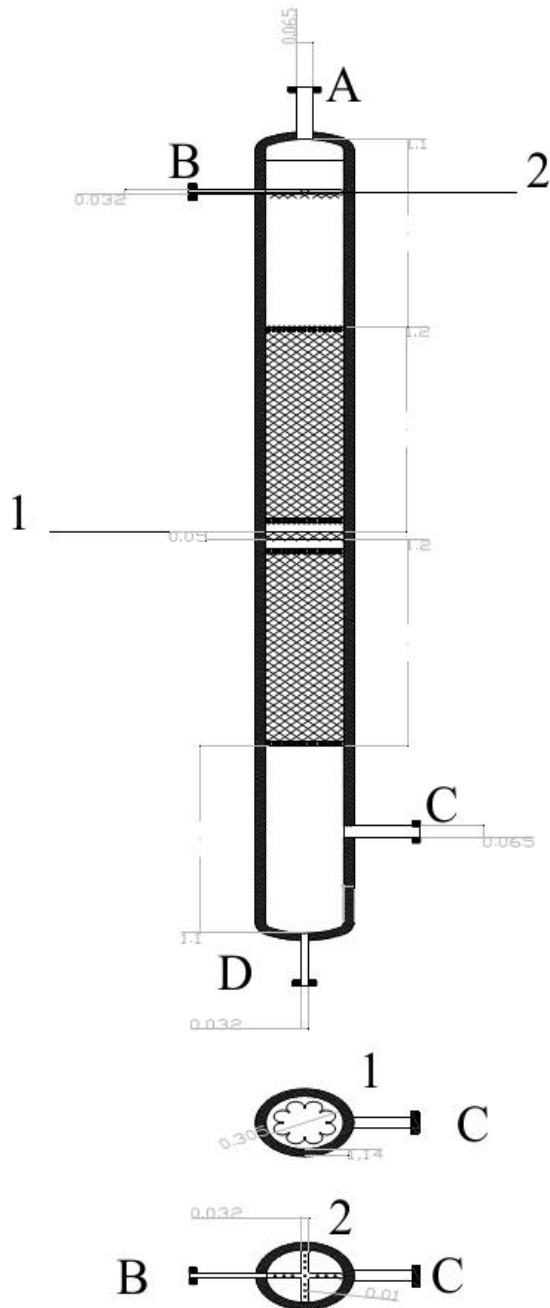
	CONDENSADOR		Ítem nº: Co-501		APROBADO:		
			Proyecto nº:		Área: 500		
	Planta: Producción Acido Acético		Diseño:		Fecha: 13/09/12		
	Localización: Zona Franca (Barcelona)		Hoja: 1 De: 2		Pág nº:		
Denominación	Condensador de doble tubo						
Finalidad del intercambio	Enfriar los gases de entrada a la columna de absorción y conseguir una mayor desabsorción en la columna, de los componentes que hay que recircular.						
Productos manipulados:	Mezcla multicomponente de productos orgánicos (en su mayoría CO, MeAc y CO ₂), y agua descalcificada con 10% en peso de etilenglicol.						
DATOS DE OPERACIÓN	TUBOS			ANULO			
	Entrada		Salida		Entrada		Salida
Fluido	Mezcla vapores orgánicos		Mezcla de vapores y líquidos orgánicos		Agua descalcificada con 10% en peso de etilenglicol		
Fase	V		V	L	L		L
Caudal total: kg/s	2,15·10 ⁻¹		2,15·10 ⁻¹		1,00		1,00
Fracción másica del líquido	0		0,24		1		1
Temperatura: °C	61,1		15		0		7
Presión trabajo: Pa	1,55·10 ⁵		1,55·10 ⁵		1,01·10 ⁵		1,01·10 ⁵
Densidad: kg/m ³	2,191		2,246	984,5	1038,8		1033,6
Viscosidad: kg/(m·s)	1,64·10 ⁻⁵		1,57·10 ⁻⁵	4,22·10 ⁻⁴	1,95·10 ⁻³		1,65·10 ⁻³
Calor específico J/(kg·°C)	1,08·10 ³		1,02·10 ³	1,79·10 ³	4,01·10 ³		3,96·10 ³
Cond. térmica: W/(m·K)	2,30·10 ⁻²		2,17·10 ⁻²	0,2063	0,5614		0,5726
Velocidad: m/s	1,76·10 ¹			5,63			
Pérdida de carga: Kpa	1,07·10 ⁻⁹			6,21·10 ⁻³			
Coef. Intercambio: W/m ² °C	1538,6			2,46·10 ⁴			
Factores incrustaciones: W/m ² °C	5000			3000			
Calor intercambiado: W	2,79·10 ⁴		Área intercambio:		m ²		0,845
Coef. Global (U): W/m ² °C	8,17·10 ²		ΔTml				30,47
DATOS DE CONSTRUCCIÓN	TUBOS			ANULO			
Temperatura de diseño: °C	100			100			
Presión diseño: Pa	3,5·10 ⁶			3,5·10 ⁶			
Material	AISI-316			AISI-316			
Peso del equipo vacío kg	3,41·10 ¹			4,10·10 ¹			
Peso del equipo en operación kg	3,42·10 ¹			4,15·10 ¹			
Diámetro/grosor: mm	89/11			100/11			
Longitud: m	3,02			3,02			
RELACIÓN DE CONEXIONES							
	Marca	Tamaño	Temperatura (°C)				
Entrada a tubos de la mezcla orgánica	A	3"	61,1				
Salida de tubos de la mezcla orgánica	B	3"	15				
Entrada al anulo del agua con 10% etilenglicol	C	1"	0				
Salida del anulo del agua con 10% etilenglicol	D	1"	7				

	CONDENSADOR	Ítem nº: Co-501	APROBADO:
		Proyecto nº:	Área: 500
	Planta: Producción Acido acético	Diseño:	Fecha:
	Localización: Zona Franca (Barcelona)	Hoja: 2 De: 2	Pág nº:
Denominación	Condensador de doble tubo		
Finalidad del intercambio	Enfriar los gases de entrada a la columna de absorción y conseguir una mayor desabsorción en la columna, de los componentes que hay que recircular.		
Productos manipulados:	Mezcla multicomponente de productos orgánicos (en su mayoría CO, MeAc y CO ₂), y agua descalcificada con 10% en peso de etilenglicol.		



	COLUMNA ABSORCIÓN		item n° COL-501	Aprobado
			Proyecto n°:	Área: 500
	Planta: Producción Ácido acético		Diseño:	Fecha: 13/09/12
	Localización: Zona Franca (Barcelona)		Hoja: 1 De: 2	Pág n°:
Denominación	Columna de absorción de los gases de escape de la planta			
DATOS GENERALES				
Posición	Vertical	Volumen (m ³)		
Longitud (m)	4,6	Tipo de Relleno	Miniring	
Diámetro (m)	0,305			
DATOS DE DISEÑO				
Material de construcción		SA-240 AISI 316		
Temperatura de trabajo Cabeza/Colas (C°)		5 / 15		
Temperatura de diseño (C°)		50		
Presión de trabajo (bar)		1,1		
Presión de diseño (bar)		3		
Presión de prueba (bar)		2		
Factor de junta		0,85		
Tipo de fondos		Torisférico		
Espesor de chapa Cilindro/Fondos (mm)		3 / 3		
Norma de diseño		ASTM-ASME		
RELLENO				
Material		Cerámico		
Diámetro (mm)		32		
Altura de Etapa (m)		0,305		
N° de Tramos		2		
Altura de Tramo (m)		1,2		
Fracción de Vacío		0,725		
Area Especifica (m ² /m ³)		200		
Densidad (Kg/m ³)		650		
RELACION DE CONEXIONES Y ACCESORIOS			OBSERVACIONES	
Marca	Tamaño (in)	Denominación		
A	2 1/2	Tubuladura Gas Salida		
B	1 1/4	Tubuladura Liquido Entrada		
C	2 1/2	Tubuladura Gas Entrada		
D	1 1/4	Tubuladura Liquido Salida		

	COLUMNA ABSORCIÓN	item nº COL-501	Aprobado
		Proyecto nº:	Área: 500
	Planta: Producción Acido acético	Diseño: ...ingeniero...	Fecha:
	Localización: Zona Franca (Barcelona)	Hoja: 2 De: 2	Pág nº:
Denominación	Columna de absorción de los gases de escape de la planta		



		TANQUE DE ALMACENAJE		Item n°: T-501	Aprobado	
				Proyecto	Área	500
		Planta: Producción ácido acético		Diseño	Fecha:	13/09/12
		Localización: Zona Franca (BCN)		Hoja:	Página	
Denominación		Tanque de almacenamiento de agua contra incendios				
DATOS GENERALES						
Posición	Enterrado	Densidad	1000			
Longitud (m)	3	Producto	H ₂ O			
Diámetro (m)	3,3	Capacidad (m ³)	500			
DATOS DE DISEÑO						
Material de construcción				AISI-316		
Temperatura de trabajo (C°)				25		
Temperatura de diseño (C°)				45		
Presión de trabajo interna (bar)				1,013		
Presión de diseño interna (bar)				2,035		
Norma de diseño				ASME		
Grosor cuerpo cilíndrico (mm)				3		
Grosor fondo inferior (mm)				Plano, 3		
Grosor fondo superior (mm)				Plano, 3		
Grosor de corrosión (mm)				1		
RELACION DE CONEXIONES Y ACCESORIOS				DETALLES DE DISEÑO		
Marca	Tamaño	Denominación		Norma de diseño	ASME	
A	24"	Boca de Entrada		Tratamiento térmico	No	
B	3"	Salida		Radiografiado	0,85	
C	3"	Venteo		Eficacia de soldadura	Parcial	
				Juntas	-	
				Volumen total	500	
REVISIONES				Volumen fondo inferior (m ³)	-	
Rev.	Fecha	Denominación	D	V	Volumen fondo superior (m ³)	-
					OBSERVACIONES	

	TANQUE DE ALMACENAJE	Item nº: T-501	Aprobado	
		Proyecto	Área	500
	Planta: Producción ácido acético	Diseño	Fecha:	
	Localización: Zona Franca (BCN)	Hoja:	Página	
Denominación		Tanque de almacenamiento de agua contra incendios		


		ESPECIFICACIÓN BOMBA		Item: B-501a/B-501b	
				Proyecto:	
		Planta: Producción Acido Acetico		diseño:	
Localización: Zona Franca					
DATOS GENERALES					
DENOMINACIÓN: Bomba de mezcla			CANTIDAD: 2		
SERVICIO: Impulsar el metanol de a la Columna 501 hacia el tanque T -201					
CARACTERÍSTICAS DE DISEÑO					
Fluido		metanol + impurezas			
Caudal de Operación (m ³ /h)		6,7			
Caudal Mínimo (m ³ /h)		1,43			
Viscosidad (cP)		0,27			
Densidad (Kg/m ³)		945			
Carga Total (m)		11,19			
NPSHr (m)		0,7			
Temperatura de Operación (°C)		8			
DATOS DE CONSTRUCCIÓN					
Diámetro del rodete (in)		4,2			
Material de construcción		Acero inoxidable			
Tipo		Centrifuga			
Modelo		PHAA-1060			
Fabricante		Met-Pro Corporation			
Velocidad de giro (rpm)		2900			
Posición		Horizontal			
Dimensiones (m)		1X1,5X6			
Potencia (Kw)		0,52			
Eficiencia (%)		41			
MOTOR			OBSERVACIONES		
Tipo		ATEX			
Marca		-			
Potencia (Kw)		0,75			
Voltaje (V)		-			
Velocidad del eje (rpm)		-			

	ESPECIFICACIÓN SOPLADOR	Item: C-501a / C-501b
		Proyecto:
	Planta: Producción Acido Acetico	diseño:
	Localización: Zona Franca	
DATOS GENERALES		
DENOMINACIÓN: Soplador	CANTIDAD: 2	
SERVICIO: comprimir el caudal de mezcla hasta la presión deseada		
CARACTERÍSTICAS DE DISEÑO		
Fluido	Mezcla	
Caudal de Operación (m ³ /h)	488	
Viscosidad salida (cP)	1,64 · 10 ⁻²	
Viscosidad entrada (cP)	1,44 · 10 ⁻²	
Densidad entrada (Kg/m ³)	1,58	
Densidad salida (Kg/m ³)	2,18	
Temperatura de Operación (°C)	25	
Presión entrada (bar)	0,9	
Presión salida (bar)	1,5	
DATOS DE CONSTRUCCIÓN		
Fabricante	Huston Service industries, Inc.	
Modelo	serie 141	
Numero de Etapas	1	
Velocidad de giro max. (rpm)	3550	
Diámetro del rodete (m)	0,66	
Material de construcción	Acero al carbono	
Presión max. (psig)	2,7	
Potencia (Kw)	29,4	
	OBSERVACIONES	

	ESPECIFICACIÓN BOMBA		Item: B-601a/B-601b	
			Proyecto:	
	Planta: Producción Acido Acetico		diseño:	
	Localización: Zona Franca			
DATOS GENERALES				
DENOMINACIÓN: Bomba jockey de H ₂ O			CANTIDAD: 2	
SERVICIO: Impulsar un caudal de agua en caso de incendio				
CARACTERÍSTICAS DE DISEÑO				
Fluido			H ₂ O	
Caudal de Operación (m³/h)			260	
Caudal Mínimo (m³/h)			----	
Viscosidad (cP)			1	
Densidad (Kg/m³)			1000	
Carga Total (m)			150	
NPSHr (m)			----	
Temperatura de Operación (°C)			25	
DATOS DE CONSTRUCCIÓN				
Material de construcción			Acero al Carbono	
Tipo			Centrifuga	
Modelo			In-Line 1580 Series	
Fabricante			ITT Corporation	
Velocidad de giro (rpm)			1775	
Posición			Horizontal	
Dimensiones (m)			2,4x2,4x5,5	
Potencia (Kw)			74,6	
MOTOR				
Tipo				
Marca				
Potencia (Kw)				
Voltaje (V)				
Velocidad del eje (rpm)				

	ESPECIFICACIÓN BOMBA	Item: B-602
		Proyecto:
	Planta: Producción Acido Acetico	diseño:
	Localización: Zona Franca	
DATOS GENERALES		
DENOMINACIÓN: Bomba diesel de H ₂ O		CANTIDAD: 1
SERVICIO: Impulsar el monóxido de carbono de la zona de almacenaje al EV - 201		
CARACTERÍSTICAS DE DISEÑO		
Fluido	H ₂ O	
Caudal de Operación (m ³ /h)	260	
Caudal Mínimo (m ³ /h)	----	
Viscosidad (cP)	1	
Densidad (Kg/m ³)	1000	
Carga Total (m)	150	
NPSHr (m)	----	
Temperatura de Operación (°C)	25	
DATOS DE CONSTRUCCIÓN		
Material de construcción	Acero al Carbono	
Tipo	Centrifuga	
Modelo	JU4H-UF40	
Fabricante	AURORA FIRE PUMPS	
Velocidad de giro (rpm)	2100	
Posición	Horizontal	
Dimensiones (m)	----	
Potencia (Kw)	74,6	
MOTOR		
Tipo		
Marca		
Potencia (Kw)		
Voltaje (V)		
Velocidad del eje (rpm)		

		CHILLER		Item nº: CH-601a /	Aprobado	
				Proyecto	Área	600
		Planta: Producción ácido acético		Diseño:	Fecha:	13/09/12
		Localización: Zona Franca (BCN)		Hoja: 1/1	Página	
Denominación		Chiller para enfriar el agua glicolada desde 7°C hasta 0°C				
DATOS GENERALES						
Caudal volumétrico (m ³ /h)		1,5 · 10 ⁻²		Productos	H ₂ O descalcificada con 10% en peso de etilenglicol y refrigerante R-134 ^a	
Refrigerante		R-134a				
P (kW)		400				
REVISIONES					OBSERVACIONES	
Rev.	Fecha	Denominación				
		Referencia: Carrier				

		CHILLER		Item nº: CH-602	Aprobado	
				Proyecto	Área	600
		Planta: Producción ácido acético		Diseño:	Fecha:	13/09/12
		Localización: Zona Franca (BCN)		Hoja: 1/1	Página	
Denominación		Chiller para enfriar el agua descalcificada desde 25°C hasta 20°C				
DATOS GENERALES						
Caudal volumétrico (m ³ /h)		1,6 · 10 ⁻¹		Productos	H ₂ O descalcificada y refrigerante HFC-134 ^a	
Refrigerante		HFC-134a				
P (kW)		3000				
REVISIONES				OBSERVACIONES		
Rev.	Fecha	Denominación		 <p>Referencia: Carrier</p>		

		CHILLER		Item nº: CH-603	Aprobado		
				Proyecto	Área	600	
		Planta: Producción ácido acético		Diseño:	Fecha:	13/09/12	
		Localización: Zona Franca (BCN)		Hoja: 1/1	Página		
Denominación		Chiller para enfriar el agua descalcificada desde 35°C hasta 30°C					
DATOS GENERALES							
Caudal volumétrico (m ³ /h)		1,95 · 10 ⁻²		Productos	H ₂ O descalcificada y refrigerante HFC-134 ^a		
Refrigerante		HFC-134a					
P (kW)		400					
REVISIONES			 <p>Referencia: Carrier</p>		OBSERVACIONES		
Rev.	Fecha	Denominación					

		Item nº: TR-601a /	Aprobado	
		TORRES DE REFRIGERACIÓN	Proyecto	600
		Planta: Producción ácido acético	Diseño:	Fecha: 13/09/12
		Localización: Zona Franca (BCN)	Hoja: 1/1	Página
Denominación		Torres de refrigeración para enfriar el agua descalcificada desde 50°C hasta 40°C		
DATOS GENERALES				
Caudal volumétrico (m³/h)		1,1·10 ⁻¹	Productos	H ₂ O descalcificada
ΔT (°C)		10		
Material relleno		Polipropileno	P_{ventilador} (kW)	1
REVISIONES			OBSERVACIONES	
Rev.	Fecha	Denominación	Referencia: Sulzer	

		CALDERA		Item nº: CA-601	Aprobado		
				Proyecto	Área	600	
		Planta: Producción ácido acético		Diseño:	Fecha:	13/09/12	
		Localización: Zona Franca (BCN)		Hoja: 1/1	Página		
Denominación		Caldera de generación de vapor y combustión de los vapores de salida (79% en peso CO, 15% CO ₂ , 4% MeOH y 2% CH ₄)					
DATOS GENERALES							
Capacidad cámara (m ³)		20,3		Productos	CO, CO ₂ , MeOH, CH ₄ y H ₂ O descalcificada		
Posición		Horizontal					
DATOS DE DISEÑO TANQUE							
Material de construcción				AISI-			
Temperatura de trabajo (C°)				85			
Temperatura de diseño (C°)				100			
Presión de trabajo interna (bar)				1,013			
Presión de diseño interna (bar)				2,035			
Presión de trabajo externa (bar)				3,			
Presión de diseño externa (bar)				5			
Norma de diseño				ASM			
Grosor cuerpo cilíndrico (mm)				1			
Tipo fondo inferior/ Grosor (mm)				Plano,			
Tipo fondo superior/ Grosor (mm)				Plano,			
REVISIONES							
Rev.	Fecha	Denominación					
						OBSERVACIONES	

	DESCALCIFICADOR		Item nº: DES-601	Aprobado	
			Proyecto	Área	600
	Planta: Producción ácido acético		Diseño:	Fecha:	13/09/12
	Localización: Zona Franca (BCN)		Hoja: 1/1	Página	
Denominación		Descalcificador del agua de la red para diluir el ácido acético al 70% en peso y para reponer agua en los circuitos de vapor y de agua de torres (ya que se evapora el agua hacia la atmósfera)			
DATOS GENERALES					
Caudal volumétrico (m ³ /h)		1,95 · 10 ⁻²		Producto	H ₂ O descalcificada
Posición		Vertical			
REVISIONES					
Rev.	Fecha	Denominación			
					OBSERVACIONES

	ESPECIFICACIÓN BOMBA		Item: B-701a/B-701b
			Proyecto:
	Planta: Producción Acido Acetico		Diseño:
	Localización: Zona Franca		Area: 700
DATOS GENERALES			
DENOMINACIÓN: Bomba de metanol		CANTIDAD:	
SERVICIO: Impulsar el metanol de la zona de carga a la área 100			
CARACTERÍSTICAS DE DISEÑO			
Fluido		Metanol	
Caudal de Operación (m ³ /h)		30	
Caudal Mínimo (m ³ /h)		4,6	
Viscosidad (cP)		0,73	
Densidad (Kg/m ³)		806	
Carga Total (m)		22	
NPSHr (m)		1,65	
Temperatura de Operación (°C)		25	
DATOS DE CONSTRUCCIÓN			
Diámetro del rodete (in)		5,75	
Material de construcción		Acero al Carbono	
Tipo		Centrifuga	
Modelo		PHAB-1460	
Fabricante		Met-Pro Corporation	
Velocidad de giro (rpm)		2900	
Posición		Horizontal	
Dimensiones (m)		1,5x3x6	
Potencia (Kw)		2,9	
Eficiencia (%)		64	
MOTOR		OBSERVACIONES	
Tipo	ATEX		
Marca	-		
Potencia (Kw)	4		
Voltaje (V)	-		
Velocidad del eje (rpm)	-		

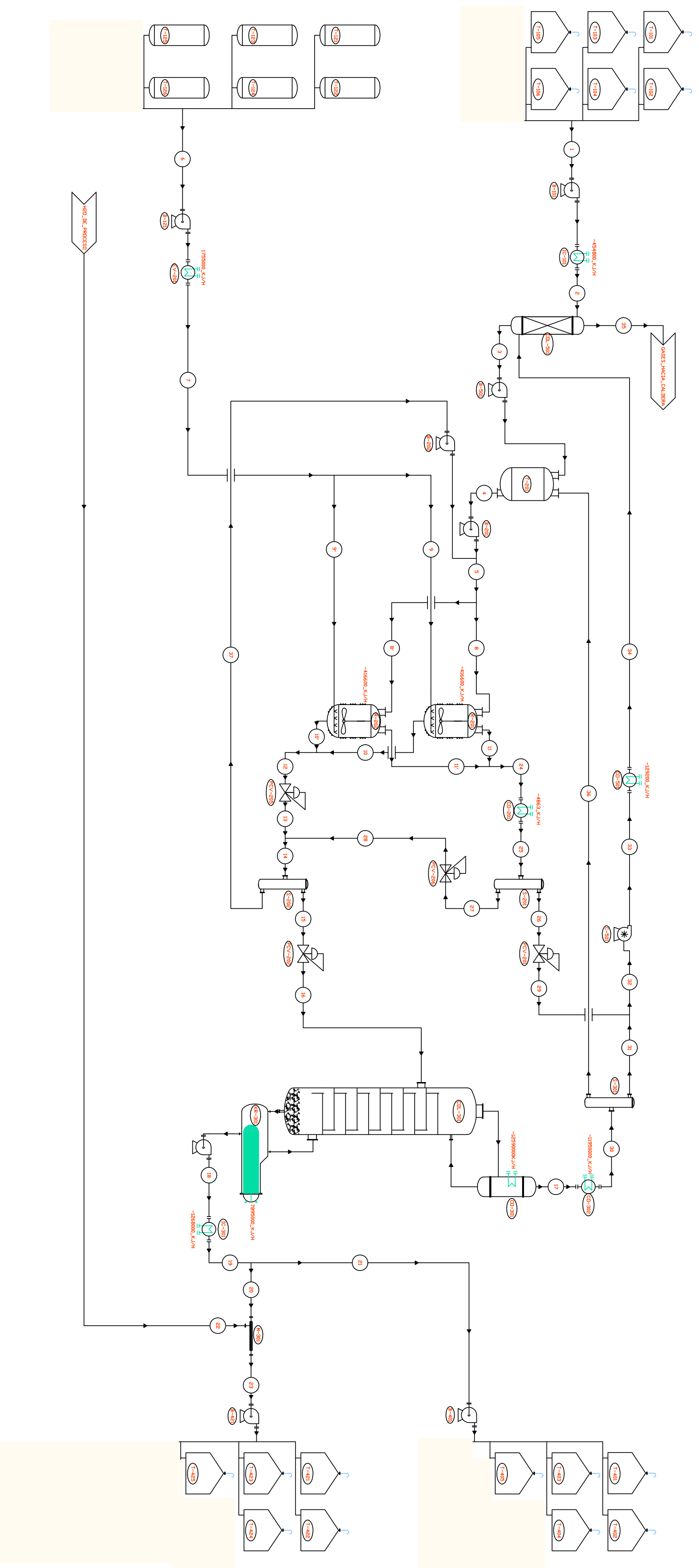
		ESPECIFICACIÓN BOMBA		Item: B-711a/711b			
				Proyecto:			
		Planta: Producción Acido Acetico		Diseño:			
		Localización: Zona Franca		Area: 700			
DATOS GENERALES							
DENOMINACIÓN: Bomba de CO			CANTIDAD: 2				
SERVICIO: Impulsar el monóxido de carbono de la zona de almacenaje área 100							
CARACTERÍSTICAS DE DISEÑO							
Fluido			Co				
Caudal de Operación (m ³ /h)			30				
Caudal Mínimo (m ³ /h)			----				
Viscosidad (cP)			6.6·10 ⁻²				
Densidad (Kg/m ³)			629				
Carga Total (m)			60				
Temperatura de Operación (°C)			-160				
DATOS DE CONSTRUCCIÓN							
Diámetro del rodete (in)			7,8				
Material de construcción			Acero Inoxidable				
Tipo			Centrifuga				
Modelo			GBSD				
Fabricante			CRYOSTAR				
Velocidad de giro (rpm)			8000				
Posición			Horizontal				
Dimensiones (m)			----				
Potencia (Kw)			5,5				
Eficiencia (%)			30				
MOTOR			OBSERVACIONES				
Tipo	--						
Marca	--						
Potencia (Kw)	--						
Voltaje (V)	--						
Velocidad del eje (rpm)	--						

	ESPECIFICACIÓN BOMBA		Item: B-721
			Proyecto:
	Planta: Producción Acido Acetico		Diseño:
	Localización: Zona Franca		Area: 700
DATOS GENERALES			
DENOMINACIÓN: Bomba de N ₂		CANTIDAD:1	
SERVICIO: Impulsar el nitrógeno de la zona de carga a la área 100			
CARACTERÍSTICAS DE DISEÑO			
Fluido		Nitrógeno	
Caudal de Operación (m ³ /h)		30	
Caudal Mínimo (m ³ /h)		----	
Viscosidad (cP)		9,10·10 ⁻²	
Densidad (Kg/m ³)		706	
Carga Total (m)		60	
Temperatura de Operación (°C)		-195	
DATOS DE CONSTRUCCIÓN			
Diámetro del rodete (in)		7,8	
Material de construcción		Acero Inoxidable	
Tipo		Centrifuga	
Modelo		GBSD	
Fabricante		CRYOSTAR	
Velocidad de giro max (rpm)		8000	
Posición		Horizontal	
Dimensiones (m)		----	
Potencia (Kw)		5,5	
Eficiencia (%)		30	
MOTOR		OBSERVACIONES	
Tipo	--		
Marca	--		
Potencia (Kw)	--		
Voltaje (V)	--		
Velocidad del eje (rpm)	--		

	ESPECIFICACIÓN BOMBA		Item: B-731a/731b
			Proyecto:
	Planta: Producción Acido Acetico		Diseño:
	Localización: Zona Franca		Area: 700
DATOS GENERALES			
DENOMINACIÓN: Bomba de acético glacial		CANTIDAD:2	
SERVICIO: Impulsar el acético glacial de la zona de los tanques hacia la zona de carga			
CARACTERÍSTICAS DE DISEÑO			
Fluido		acético glacial	
Caudal de Operación (m ³ /h)		30	
Caudal Mínimo (m ³ /h)		2,29	
Viscosidad (cP)		0,87	
Densidad (Kg/m ³)		1025	
Carga Total (m)		4,88	
NPSHr (m)		2,25	
Temperatura de Operación (°C)		25	
DATOS DE CONSTRUCCIÓN			
Diámetro del rodete (in)		6,38	
Material de construcción		Acero al Carbono	
Tipo		Centrifuga	
Modelo		DL2085-A	
Fabricante		Met-Pro Corporation	
Velocidad de giro (rpm)		1450	
Posición		Horizontal	
Dimensiones (m)		2x3x8,5	
Potencia (Kw)		0,65	
Eficiencia (%)		65	
MOTOR		OBSERVACIONES	
Tipo	ATEX		
Marca	--		
Potencia (Kw)	0,75		
Voltaje (V)	--		
Velocidad del eje (rpm)	--		

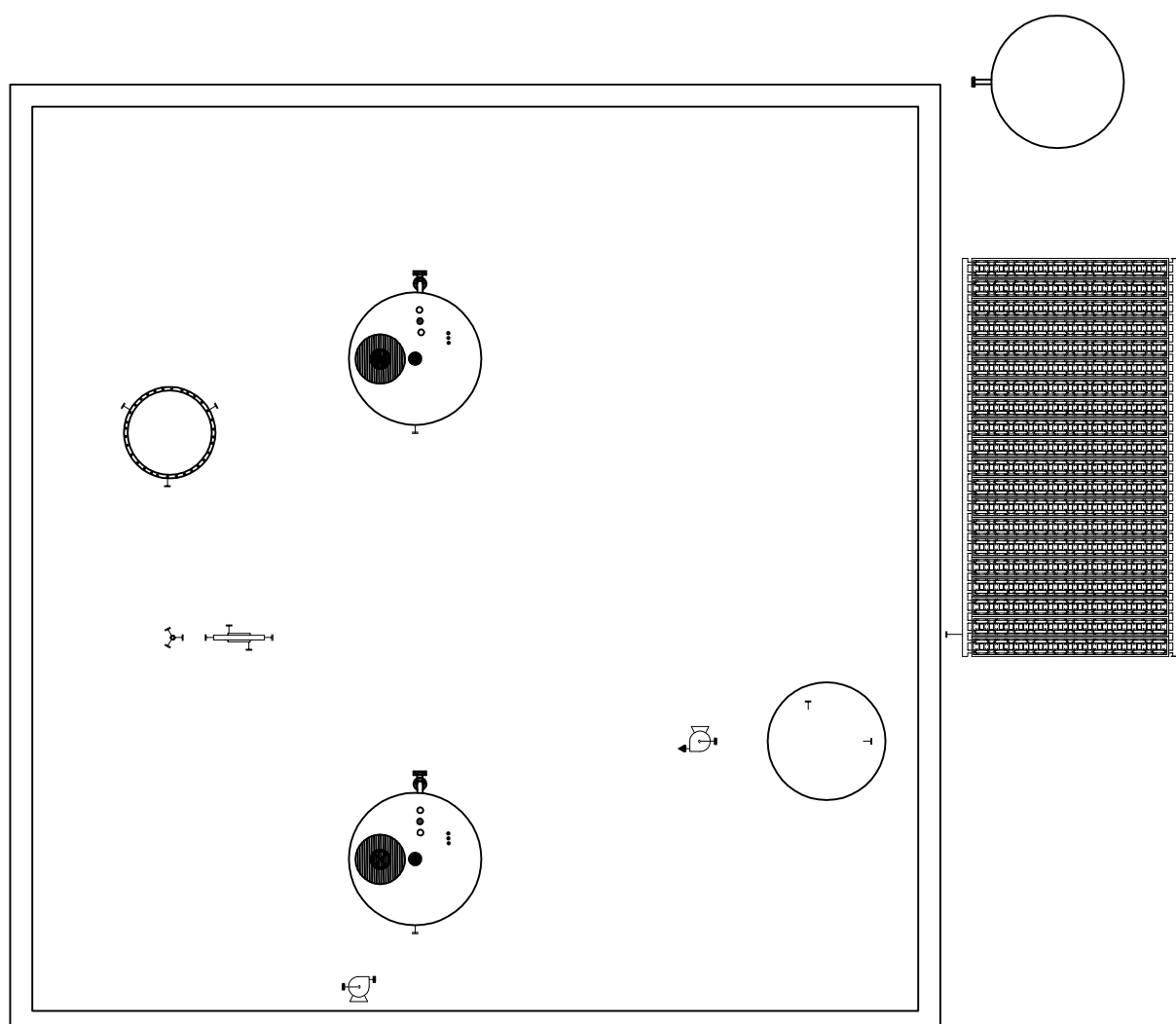
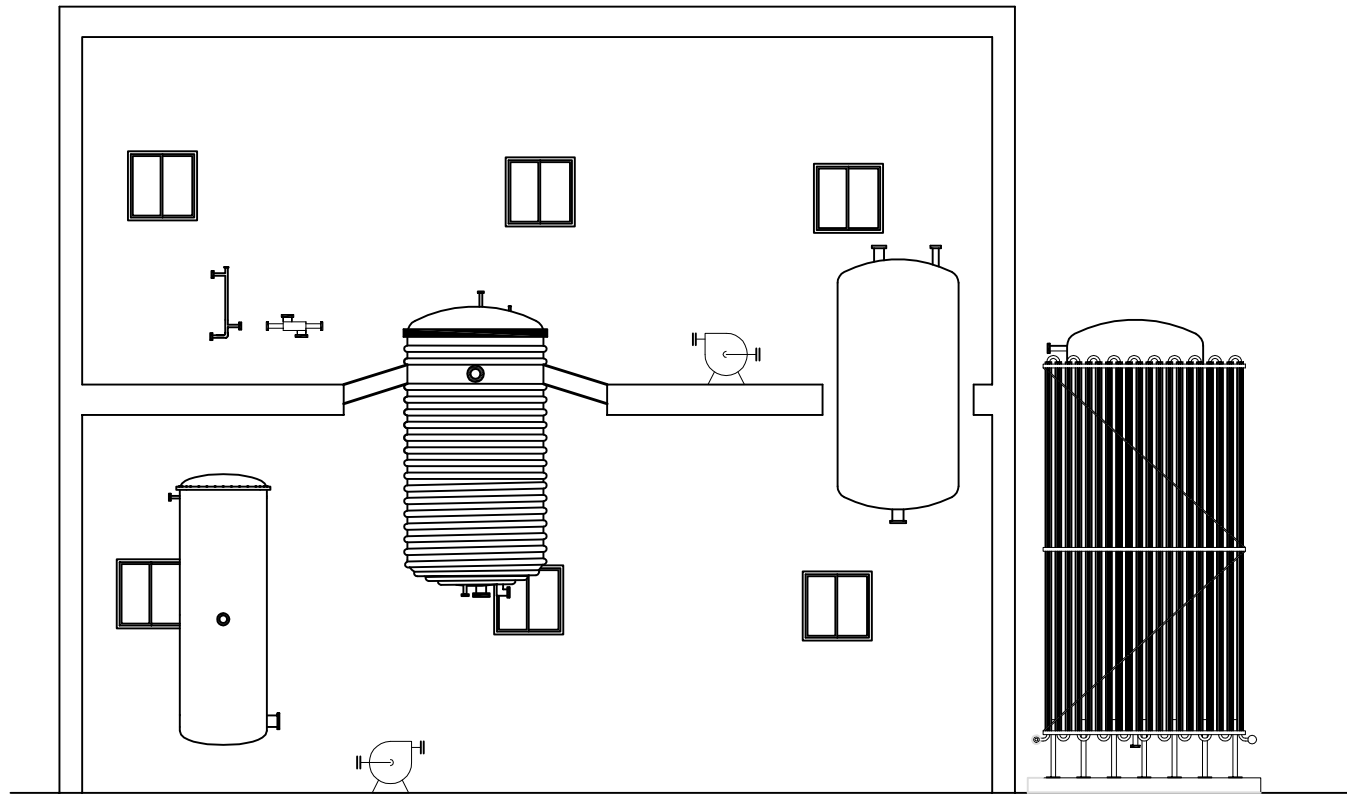
		ESPECIFICACIÓN BOMBA		Item: B-741a/741b	
		Planta: Producción Acido Acetico		Proyecto:	
		Localización: Zona Franca		Diseño:	
				Area: 700	
DATOS GENERALES					
DENOMINACIÓN: Bomba de acético diluido			CANTIDAD:2		
SERVICIO: Impulsar el acético diluido de los tanques hacia la zona de carga					
CARACTERÍSTICAS DE DISEÑO					
Fluido			acético diluido		
Caudal de Operación (m ³ /h)			30		
Caudal Mínimo (m ³ /h)			2,29		
Viscosidad (cP)			0,87		
Densidad (Kg/m ³)			1048		
Carga Total (m)			4,99		
NPSHr (m)			2,25		
Temperatura de Operación (°C)			25		
DATOS DE CONSTRUCCIÓN					
Diámetro del rodete (in)			6,38		
Material de construcción			Acero al Carbono		
Tipo			Centrifuga		
Modelo			DL2085-A		
Fabricante			Met-Pro Corporation		
Velocidad de giro (rpm)			1450		
Posición			Horizontal		
Dimensiones (m)			2x3x8,5		
Potencia (Kw)			0,65		
Eficiencia (%)			65		
MOTOR			OBSERVACIONES		
Tipo		ATEX			
Marca		--			
Potencia (Kw)		0,75			
Voltaje (V)		--			
Velocidad del eje (rpm)		--			

ANEJO III:
PLANOS

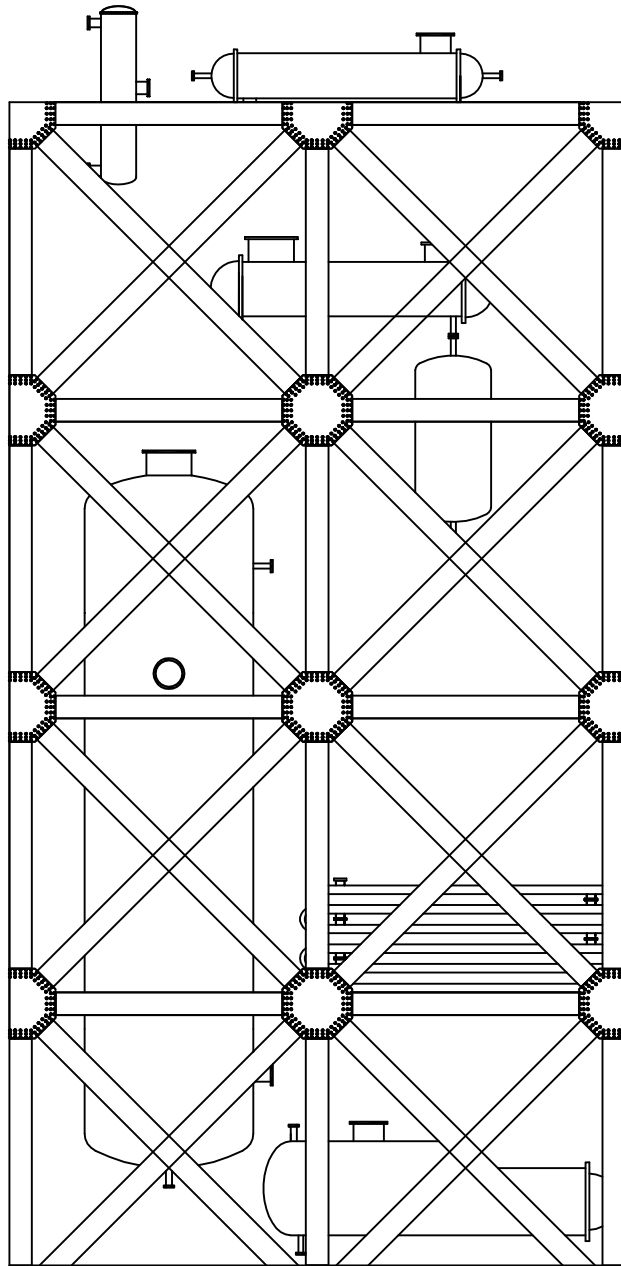


PLANTA DE PRODUCCIÓN DE ÁCIDO ACÉTICO

FECHA	NOMBRE	Plantilla de Producción de Ácido Acético
DIBUJADO		
COMPROB		
FORMATO	A2	
ESCALA	--	
DIAGRAMA	01	DIAGRAMA DE PROCESO



	FECHA	NOMBRE	
DIBUJADO			Planta de Producción de Ácido Acético
COMPROB			
FORMATO	A3	DIAGRAMA DE IMPLANTACIÓN ÁREA 200	
ESCALA	1/100		
DIAGRAMA			



	FECHA	NOMBRE	Planta de Producción de Ácido Acético
DIBUJADO			
COMPROB			
FORMATO	A4	DIAGRAMA DE IMPLANTACIÓN ÁREA 300	
ESCALA	1/100		
DIAGRAMA			

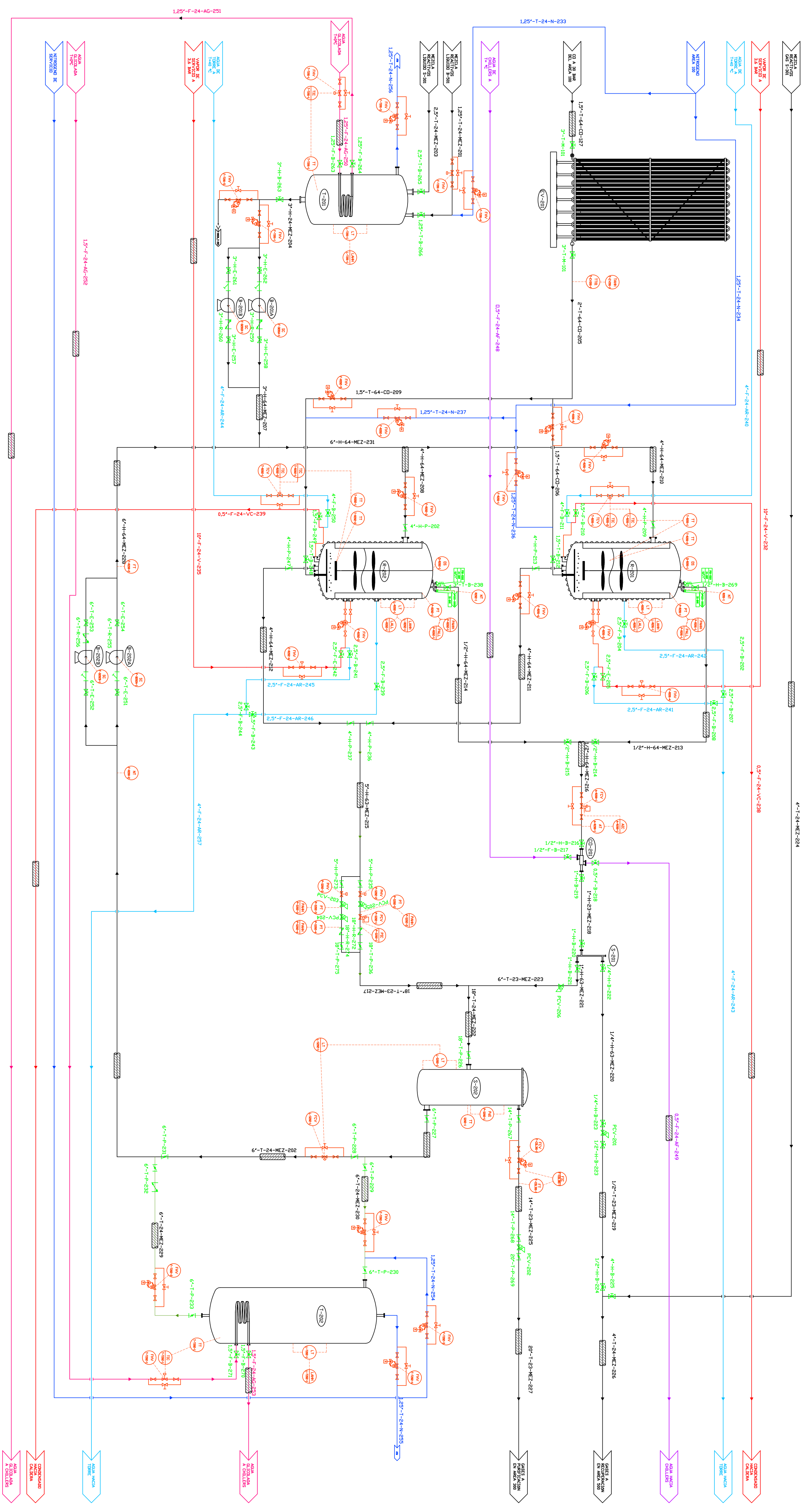
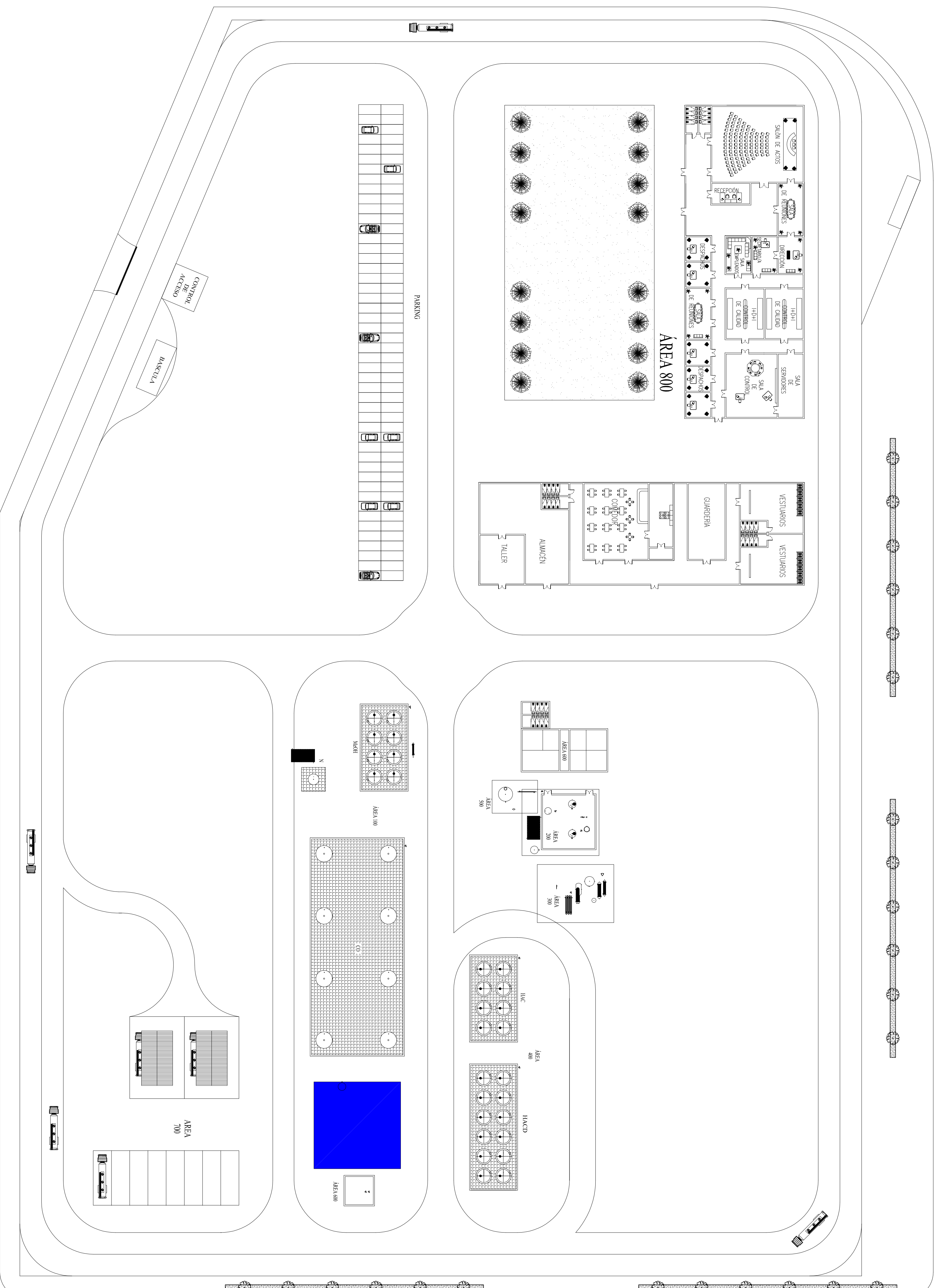


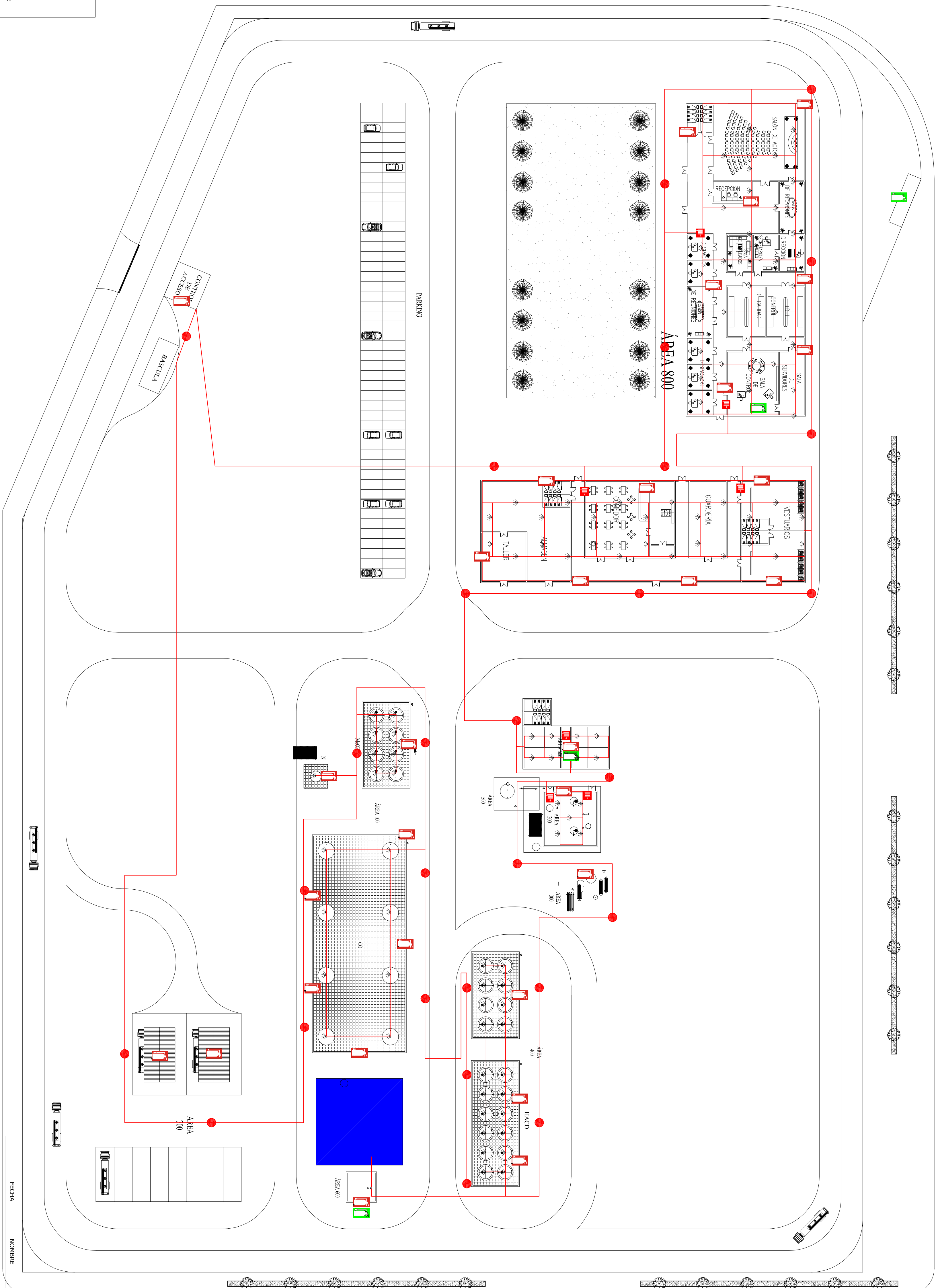
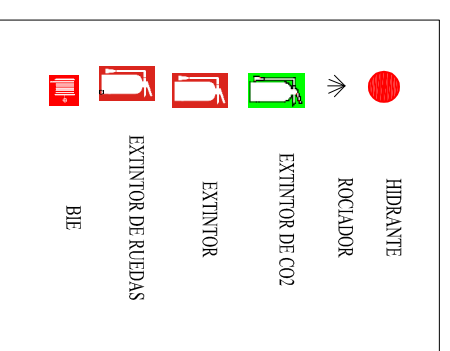
DIAGRAMA DE INGENIERIA AREA 200 P&ID 200 DIAGRAMA	FECHA	NOMBRE	Planta de Producción de Ácido Acético
	DISEÑADO		
	COMPROB		
	FORMATO	A1	
	ESCALA	---	



FECHA	NOMBRE

DIBUJADO	Planta de Producción de Ácido Acético
COMPROB	
FORMATO	A1
ESCALA	1/500

DIAGRAMA DE IMPLANTACIÓN	
GENERAL	



FECHA NOMBRE

DIAGRAMA	Planta de Producción de Acido Acético
ESCALA	1/500
FORMATO	A1
COMPROB	
DEBUTADO	

DIAGRAMA CONTRA INCENDIOS

ANEJO IV:
INSTRUMENTACIÓN
Y CONTROL

ANEJO IV: INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL

- 1.- Nomenclatura
- 2.- Descripción y diagramas de los lazos de control
 - 2.1- Consideraciones generales
 - 2.2- Nomenclatura de los elementos del lazo
 - 2.3- Listado y descripción
- 3.- Sensores y transmisores
 - 3.1- Selección
 - 3.2-Listado de instrumentos de medida
- 4.- Elementos finales de control
 - 4.1- Criterios de selección
 - 4.2- Dimensionado de las válvulas de control
 - 4.3- Listado de elementos de control
- 5.- Sistemas de adquisición de datos
 - 5.1- Consideraciones generales y criterios de selección
 - 5.2- Recuento de señales
 - 5.3- Listado de tarjetas de adquisición

ANEJO IV**1.- NOMENCLATURA**

La nomenclatura empleada tanto en el control como en la instrumentación será del tipo A-B-C, donde el significado de cada término se indica a continuación:

- A: designa la variable controlada en el lazo o medida por el sistema de monitorización según lo indicado en la siguiente tabla:

A	Análisis	P	Presión
F	Caudal másico o volumétrico	Pd	Presión diferencial
L	Nivel	S	Velocidad
N	Circulación	T	Temperatura
O	Agitación	Z	Posición

- B: designa el equipo o la zona a la cual va asociado el control o la medición
- C: designa el número del lazo en caso de que haya más de un lazo de medida o control para la variable A en el instrumento B

Por ejemplo:

A-R200-1:

Lazo que controla/monitoriza la composición de CO en el área de la recirculación que alimenta a R-201 y R-202.

L-S202-1:

Lazo que controla/monitoriza el nivel del separador S-202.

T-R202-2:

Lazo que controla/monitoriza la temperatura del reactor R-202; el número 2 indica que existen dos lazos de este tipo.

2- DESCRIPCIÓN Y DIAGRAMAS DE LOS LAZOS DE CONTROL

2.1- Consideraciones generales

Los lazos de control presentes en la planta diseñada se pueden dividir esencialmente entre clases:

1. Lazo de control feedback continuo

Este tipo de lazo se encuentra en un porcentaje cercano al 90% de los controladores de la industria de procesos. Se caracteriza por la monitorización continua de la variable controlada y la actuación analógica sobre una variable manipulada por la cual se corrigen las desviaciones de la primera. Un ejemplo es el control de la temperatura del reactor R-201 mediante el control del caudal de agua de refrigeración que circula por la media caña que lo envuelve.

Dependiendo de la velocidad de cambio de la variable controlada el control será de tipo P (nivel, presión) , PI (caudal) o PID (composición).

Se dice que un lazo feedback se encuentra en cascada cuando su actuación consiste en fijar el setpoint de un segundo lazo feedback llamado esclavo. Un ejemplo es el control de la temperatura de los reactores R-201 y R-202 fijado el setpoint del lazo de control del enfriamiento del metanol de entrada a proceso en IC-101.

2. Lazo de control ratio

El control ratio es un tipo especial de control feedforward que mantiene constante la relación entre dos variables monitorizando una de ellas y actuando sobre la otra. Un ejemplo es el control del porcentaje de dilución del ácido acético en M-301 monitorizando el caudal de ácido acético glacial y actuando sobre el caudal de agua de dilución.

3. Lazo de control feedback on/off

El control feedback on/off es análogo al continuo excepto en que sólo actúa cuando la variable controlada alcanza un valor determinado y en que la actuación es de tipo on/off. Un ejemplo es el control de la temperatura del ácido acético glacial en los tanque de almacenamiento para evitar su congelación (a 17°C): cuando la temperatura medida desciende hasta 20°C se activa la actuación del lazo y se hace circular vapor por dos serpentines internos hasta que la temperatura es de 25°C. Se usan en los lazos de seguridad, no en los de control de proceso en continuo.

Además de las modalidades de control utilizadas en el proceso existen otras de gran utilidad ante problemas específicos como los controladores feedforward, los controladores de compensación de tiempo muerto o los controladores específicos

para respuesta inversa. No se han utilizado en el diseño general por no ser imprescindibles en ningún caso y ser más complejos que los controladores normales, de acuerdo con los criterios de mínimo de interacciones entre lazos y de mínimo número de lazos.

Además de los lazos de control existen otros dos tipos de instrumentos utilizados en la planta que se introducirán en esta sección por estar asociados al SCD: los instrumentos de supervisión y los automatismos. Los instrumentos de supervisión comprenden todos los transmisores que no están asociados a un lazo de control feedback: su función es monitorizar variables importantes del proceso y, en algunos casos, activar alarmas en la sala de control si alguna variable se sale del rango de permitido. Los automatismos son todos aquellos interruptores que se pueden accionar desde la sala de control y provocan efectos en planta: comprenden la actuación de válvulas todo-nada y la marcha o parada de bombas y agitadores.

2.2- Nomenclatura de los elementos del lazo

La nomenclatura empleada para los distintos lazos de control y grupos de monitorización ya se ha indicado en el apartado anterior. El componente del lazo se iniciará como:

XX-A-B-C

Donde A, B y C significan lo dispuesto en el apartado 3. De las letras que componen la identificación del elemento la primera hace referencia a la variable medida o la variable sobre la que se actúa según la tabla del apartado 3 y las siguientes indican el tipo de instrumento según la siguiente tabla:

E	Elemento medidor
T	Transmisor
C	Controlador
IC	Controlador indicador
FC	Controlador de ratio
P/I	Transductor presión/intensidad
I/P	Transductor intensidad/presión
CV	Válvula de regulación
HV	Válvula todo-nada (incluye válvula de tres vías)
S	Interruptor
AHH	Alarma de alta
ALL	Alarma de baja

Para mayor claridad se indican algunos ejemplos a continuación:

TT-T-COL301-9:

Transmisor de temperatura perteneciente al sistema de supervisión T-COL301-9

FE-F-R200-1:

Medidor de caudal perteneciente al sistema de supervisión F-R200-1

FHV-F-F400-1:

Válvula todo-nada perteneciente al automatismo F-F400-1

TCV-T-IC101-1:

Válvula de regulación de temperatura en el lazo feedback T-IC101-1

PAHH-P-T125-1:

Alarma de presión alta proveniente del sistema de supervisión P-T125-1

2.3- Listados y descripción

En las siguientes páginas se listan por sección los lazos de control, los automatismos y los instrumentos de supervisión presentes en la plata (únicamente a nivel de lazo sencillo, sin incluir interlocks ni otras características del control multivariable). Los más importantes se desarrollarán y explicarán; el listado de lazos explicados es el que se indica a continuación:

P-T101-1

T-R201-1

T-R201-2

A-R200-1

P-S202-1

L-S202-1

F-COL301-1

T-COL301-1

L-T301-1

F-M301-1

T-IC301-1

T-T401-1

SISTEMAS DE CONTROL Y MONITORIZACION EN EL ÁREA 100: TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE REACTIVOS

	DESCRIPCIÓN	VARIABLE MONITORIZADA O CONTROLADA	VARIABLE MANIPULADA	FUNCIÓN	ÍTEM
CONTROL CONTINUO	Control de la temperatura de entrada del metanol a la columna COL-501	Temperatura de entrada del metanol a COL-501	Caudal de agua de refrigeración en IC-101	Control feedback	T-IC101-1
AUTOMATISMOS	Circulación de nitrógeno de purgado por el tanque T-121	Circulación/No circulación de nitrógeno por el tanque T-121	Entrada/No entrada de nitrógeno a T-121	Automatismo	F-T121-3
	Circulación de nitrógeno de purgado por el tanque T-122	Circulación/No circulación de nitrógeno por el tanque T-122	Entrada/No entrada de nitrógeno a T-122	Automatismo	F-T122-3
	Circulación de nitrógeno de purgado por el tanque T-123	Circulación/No circulación de nitrógeno por el tanque T-123	Entrada/No entrada de nitrógeno a T-123	Automatismo	F-T123-3
	Circulación de nitrógeno de purgado por el tanque T-124	Circulación/No circulación de nitrógeno por el tanque T-124	Entrada/No entrada de nitrógeno a T-124	Automatismo	F-T124-3
	Circulación de nitrógeno de purgado por el tanque T-125	Circulación/No circulación de nitrógeno por el tanque T-125	Entrada/No entrada de nitrógeno a T-125	Automatismo	F-T125-3
	Circulación de nitrógeno de purgado por el tanque T-126	Circulación/No circulación de nitrógeno por el tanque T-126	Entrada/No entrada de nitrógeno a T-126	Automatismo	F-T126-3
	Entrada de metanol en el tanque T-101	Entrada/No entrada a T-101	Entrada/no entrada a T-101	Automatismo	F-T101-1
	Entrada de metanol en el tanque T-102	Entrada/No entrada a T-101	Entrada/no entrada a T-101	Automatismo	F-T102-1

SISTEMAS DE CONTROL Y MONITORIZACIÓN EN EL ÁREA 100: TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE RECATIVOS (continuación)

	DESCRIPCIÓN	VARIABLE MONITORIZADA O CONTROLADA	VARIABLE MANIPULADA	FUNCIÓN	ÍTEM
AUTOMATISMOS	Entrada de metanol en el tanque T-103	Entrada/No entrada a T-101	Entrada/no entrada a T-101	Automatismo	F-T103-1
	Entrada de metanol en el tanque T-104	Entrada/No entrada a T-101	Entrada/no entrada a T-101	Automatismo	F-T104-1
	Entrada de metanol en el tanque T-105	Entrada/No entrada a T-101	Entrada/no entrada a T-101	Automatismo	F-T105-1
	Entrada de metanol en el tanque T-106	Entrada/No entrada a T-101	Entrada/no entrada a T-101	Automatismo	F-T106-1
	Salida de metanol del tanque T-101	Salida/No salida de T-101	Salida/No salida de T-101	Automatismo	F-T101-2
	Salida de metanol del tanque T-102	Salida/No salida de T-102	Salida/No salida de T-102	Automatismo	F-T102-2
	Salida de metanol del tanque T-103	Salida/No salida de T-103	Salida/No salida de T-103	Automatismo	F-T103-2
	Salida de metanol del tanque T-104	Salida/No salida de T-104	Salida/No salida de T-104	Automatismo	F-T104-2
	Salida de metanol del tanque T-105	Salida/No salida de T-105	Salida/No salida de T-105	Automatismo	F-T105-2
	Salida de metanol del tanque T-106	Salida/No salida de T-106	Salida/No salida de T-106	Automatismo	F-T106-2
	Entrada global de metanol en zona 100	Entrada/No entrada de la zona 100	Entrada/No entrada de la zona 100	Automatismo	F-100-1
	Salida global de metanol de zona 100	Salida/No salida de la zona 100	Salida/No salida de la zona 100	Automatismo	F-100-2
	Funcionamiento de la bomba de carga de metanol B-102	Funcionamiento/No funcionamiento de B-102	Funcionamiento/No funcionamiento de B-102	Automatismo	F-B102-1
	Entrada de CO en el tanque T-121	Entrada/No entrada a T-121	Entrada/no entrada a T-121	Automatismo	F-T121-1
	Entrada de CO en el tanque T-122	Entrada/No entrada a T-121	Entrada/no entrada a T-121	Automatismo	F-T122-1

SISTEMAS DE CONTROL Y MONITORIZACIÓN EN EL ÁREA 100: TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE REACTIVOS (continuación):

	DESCRIPCIÓN	VARIABLE MONITORIZADA O CONTROLADA	VARIABLE MANIPULADA	FUNCIÓN	ÍTEM
AUTOMATISMOS	Entrada de CO en el tanque T-123	Entrada/No entrada a T-121	Entrada/no entrada a T-121	Automatismo	F-T123-1
	Entrada de CO en el tanque T-124	Entrada/No entrada a T-121	Entrada/no entrada a T-121	Automatismo	F-T124-1
	Entrada de CO en el tanque T-125	Entrada/No entrada a T-121	Entrada/no entrada a T-121	Automatismo	F-T125-1
	Entrada de CO en el tanque T-126	Entrada/No entrada a T-121	Entrada/no entrada a T-121	Automatismo	F-T126-1
	Salida de CO del tanque T-121	Salida/No salida de T-121	Salida/No salida de T-121	Automatismo	F-T121-2
	Salida de CO del tanque T-122	Salida/No salida de T-121	Salida/No salida de T-121	Automatismo	F-T122-2
	Salida de CO del tanque T-123	Salida/No salida de T-121	Salida/No salida de T-121	Automatismo	F-T123-2
	Salida de CO del tanque T-124	Salida/No salida de T-121	Salida/No salida de T-121	Automatismo	F-T124-2
	Salida de CO del tanque T-125	Salida/No salida de T-121	Salida/No salida de T-121	Automatismo	F-T125-2
	Salida de CO del tanque T-126	Salida/No salida de T-121	Salida/No salida de T-121	Automatismo	F-T126-2

SISTEMAS DE CONTROL Y MONITORIZACIÓN EN EL ÁREA 100: TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE REACTIVOS (continuación):

	DESCRIPCIÓN	VARIABLE MONITORIZADA O CONTROLADA	VARIABLE MANIPULADA	FUNCIÓN	ÍTEM
AUTOMATISMOS	Entrada de CO en el tanque T-123	Entrada/No entrada a T-121	Entrada/no entrada a T-121	Automatismo	F-T123-1
	Entrada de CO en el tanque T-124	Entrada/No entrada a T-121	Entrada/no entrada a T-121	Automatismo	F-T124-1
	Entrada de CO en el tanque T-125	Entrada/No entrada a T-121	Entrada/no entrada a T-121	Automatismo	F-T125-1
	Entrada de CO en el tanque T-126	Entrada/No entrada a T-121	Entrada/no entrada a T-121	Automatismo	F-T126-1
	Salida de CO del tanque T-121	Salida/No salida de T-121	Salida/No salida de T-121	Automatismo	F-T121-2
	Salida de CO del tanque T-122	Salida/No salida de T-121	Salida/No salida de T-121	Automatismo	F-T122-2
	Salida de CO del tanque T-123	Salida/No salida de T-121	Salida/No salida de T-121	Automatismo	F-T123-2
	Salida de CO del tanque T-124	Salida/No salida de T-121	Salida/No salida de T-121	Automatismo	F-T124-2
	Salida de CO del tanque T-125	Salida/No salida de T-121	Salida/No salida de T-121	Automatismo	F-T125-2

SISTEMAS DE CONTROL Y MONITORIZACIÓN EN EL ÁREA 100: TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE REACTIVOS (continuación):

DESCRIPCIÓN	VARIABLE MONITORIZADA O CONTROLADA	VARIABLE MANIPULADA	FUNCIÓN	ÍTEM
Control de presión del tanque de almacenamiento de metanol T-101	Presión interna en T-101	Caudal de nitrógeno gaseoso	Control feedback on-off	P-T101-1
Control de presión del tanque de almacenamiento de metanol T-102	Presión interna en T-102	Caudal de nitrógeno gaseoso	Control feedback on-off	P-T102-1
Control de presión del tanque de almacenamiento de metanol T-103	Presión interna en T-103	Caudal de nitrógeno gaseoso	Control feedback on-off	P-T103-1
Control de presión del tanque de almacenamiento de metanol T-104	Presión interna en T-104	Caudal de nitrógeno gaseoso	Control feedback on-off	P-T104-1
Control de presión del tanque de almacenamiento de metanol T-105	Presión interna en T-105	Caudal de nitrógeno gaseoso	Control feedback on-off	P-T105-1
Control de presión del tanque de almacenamiento de metanol T-106	Presión interna en T-106	Caudal de nitrógeno gaseoso	Control feedback on-off	P-T106-1

SISTEMAS DE CONTROL Y MONITORIZACIÓN EN EL ÁREA 100: TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE REACTIVOS (continuación):

	DESCRIPCIÓN	VARIABLE MONITORIZADA O CONTROLADA	VARIABLE MANIPULADA	FUNCIÓN	ÍTEM
AUTOMATISMOS	Entrada global de CO en tanques	Entrada/No entrada de la zona 100	Entrada/No entrada de la zona 100	Automatismo	F-120-1
	Funcionamiento de la bomba criogénica de carga de CO B-122	Funcionamiento/No funcionamiento de B-122	Funcionamiento/No funcionamiento de B-122	Automatismo	F-B122-1
	Entrada de N ₂ en el tanque T-140	Entrada/No entrada a T-140	Entrada/no entrada a T-140	Automatismo	F-T140-1
	Salida de N ₂ del tanque T-140	Salida/No salida de T-140	Salida/No salida de T-140	Automatismo	F-T140-2
	Funcionamiento de la bomba criogénica de carga de N ₂ B-142	Funcionamiento/No funcionamiento de B-142	Funcionamiento/No funcionamiento de B-142	Automatismo	F-B141-1
	Monitorización de nivel del tanque de almacenamiento de metanol T-101	Nivel	-----	Supervisión y alarma de nivel máximo	L-T101-1
	Monitorización de nivel del tanque de almacenamiento de metanol T-102	Nivel	-----	Supervisión y alarma de nivel máximo	L-T102-1

SISTEMAS DE CONTROL Y MONITORIZACIÓN EN EL ÁREA 100: TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE REACTIVOS (continuación):

	DESCRIPCIÓN	VARIABLE MONITORIZADA O CONTROLADA	VARIABLE MANIPULADA	FUNCIÓN	ÍTEM
SUPERVISIÓN , MONITORIZACIÓN Y SEGURIDAD	Monitorización de nivel del tanque de almacenamiento de metanol T-103	Nivel	----	Supervisión y alarma de nivel máximo	L-T103-1
	Monitorización de nivel del tanque de almacenamiento de metanol T-104	Nivel	----	Supervisión y alarma de nivel máximo	L-T104-1
	Monitorización de nivel del tanque de almacenamiento de metanol T-105	Nivel	----	Supervisión y alarma de nivel máximo	L-T105-1
	Monitorización de nivel del tanque de almacenamiento de metanol T-106	Nivel	----	Supervisión y alarma de nivel máximo	L-T106-1
	Monitorización de la presión interna del tanque criogénico de almacenamiento de CO T-121	Presión	----	Supervisión y alarmas de presión mínima y máxima	P-T121-1

SISTEMAS DE CONTROL Y MONITORIZACIÓN EN EL ÁREA 100: TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE REACTIVOS (continuación):

	DESCRIPCIÓN	VARIABLE MONITORIZADA O CONTROLADA	VARIABLE MANIPULADA	FUNCIÓN	ÍTEM
SUPERVISIÓN , MONITORIZACIÓN Y SEGURIDAD	Monitorización de la presión interna del tanque criogénico de almacenamiento de CO T-122	Presión	-----	Supervisión y alarmas de presión mínima y máxima	P-T122-1
	Monitorización de la presión interna del tanque criogénico de almacenamiento de CO T-123	Presión	-----	Supervisión y alarmas de presión mínima y máxima	P-T123-1
	Monitorización de la presión interna del tanque criogénico de almacenamiento de CO T-124	Presión	-----	Supervisión y alarmas de presión mínima y máxima	P-T124-1
	Monitorización de la presión interna del tanque criogénico de almacenamiento de CO T-125	Presión	-----	Supervisión y alarmas de presión mínima y máxima	P-T125-1
	Monitorización de la presión interna del tanque criogénico de almacenamiento de CO T-126	Presión	-----	Supervisión y alarmas de presión mínima y máxima	P-T126-1

SISTEMAS DE CONTROL Y MONITORIZACIÓN EN EL ÁREA 100: TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE REACTIVOS (continuación):

	DESCRIPCIÓN	VARIABLE MONITORIZADA O CONTROLADA	VARIABLE MANIPULADA	FUNCIÓN	ÍTEM
SUPERVISIÓN, MONITORIZACIÓN Y SEGURIDAD	Monitorización del nivel del tanque criogénico de almacenamiento de CO T-121	Nivel	-----	Supervisión y alarma de nivel máximo	L-T121-1
	Monitorización del nivel del tanque criogénico de almacenamiento de CO T-122	Nivel	-----	Supervisión y alarma de nivel máximo	L-T122-1
	Monitorización del nivel del tanque criogénico de almacenamiento de CO T-123	Nivel	-----	Supervisión y alarma de nivel máximo	L-T123-1
	Monitorización del nivel del tanque criogénico de almacenamiento de CO T-124	Nivel	-----	Supervisión y alarma de nivel máximo	L-T124-1
	Monitorización del nivel del tanque criogénico de almacenamiento de CO T-125	Nivel	-----	Supervisión y alarma de nivel máximo	L-T125-1
	Monitorización del nivel del tanque criogénico de almacenamiento de CO T-126	Nivel	-----	Supervisión y alarma de nivel máximo	L-T126-1

SISTEMAS DE CONTROL Y MONITORIZACIÓN EN EL ÁREA 100: TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE REACTIVOS (continuación):

	DESCRIPCIÓN	VARIABLE MONITORIZADA O CONTROLADA	VARIABLE MANIPULADA	FUNCIÓN	ÍTEM
SUPERVISIÓN, MONITORIZACIÓN Y SEGURIDAD	Monitorización de la temperatura del tanque criogénico de almacenamiento de CO T-121	Temperatura	-----	Supervisión y alarma de temperatura máxima	T-T121-1
	Monitorización de la temperatura del tanque criogénico de almacenamiento de CO T-122	Temperatura	-----	Supervisión y alarma de temperatura máxima	T-T122-1
	Monitorización de la temperatura del tanque criogénico de almacenamiento de CO T-123	Temperatura	-----	Supervisión y alarma de temperatura máxima	T-T123-1
	Monitorización de la temperatura del tanque criogénico de almacenamiento de CO T-124	Temperatura	-----	Supervisión y alarma de temperatura máxima	T-T124-1
	Monitorización de la temperatura del tanque criogénico de almacenamiento de CO T-125	Temperatura	-----	Supervisión y alarma de temperatura máxima	T-T125-1
	Monitorización de la temperatura del tanque criogénico de almacenamiento de CO T-126	Temperatura	-----	Supervisión y alarma de temperatura máxima	T-T126-1

SISTEMAS DE CONTROL Y MONITORIZACIÓN EN EL ÁREA 100: TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE REACTIVOS (continuación):

	DESCRIPCIÓN	VARIABLE MONITORIZADA O CONTROLADA	VARIABLE MANIPULADA	FUNCIÓN	ÍTEM
SUPERVISIÓN, MONITORIZACIÓN Y SEGURIDAD	Monitorización de la temperatura del tanque criogénico de almacenamiento de nitrógeno líquido T-140	Temperatura	-----	Supervisión y alarma de temperatura máxima	T-T140-1
	Monitorización de la presión del tanque criogénico de almacenamiento de nitrógeno líquido T-140	Presión	-----	Supervisión y alarma de presión máxima	P-T140-1
	Monitorización del nivel del tanque criogénico de almacenamiento de nitrógeno líquido T-140	Nivel	-----	Supervisión y alarma de nivel mínimo y máximo	L-T140-1

LAZO T-IC101-1: Control de temperatura de entrada de la corriente de metanol en COL-501

Objetivo

El lazo T-IC101-1 controla la temperatura de salida de la corriente de metanol que entra al proceso desde los tanques de almacenamiento manipulando el caudal de agua glicolada enfriada mediante chillers que circula por el intercambiador IC-101. Este lazo funciona en cascada como lazo secundario de los lazos de control de temperatura de los reactores T-R201-1 y T-R202-2, y su finalidad es doble:

- Garantizar que la temperatura de la corriente de metanol sea lo suficientemente baja como para absorber los vapores presentes en los gases de escape de modo que se garantice el correcto funcionamiento de la columna de absorción COL-501.
- Controlar la temperatura de los reactores ante desviaciones importantes de la temperatura de consigna introduciendo una alimentación más fría o más caliente según sea necesario.

Caracterización del lazo

Ítem.....T-IC101-1

Variable controlada.....Temperatura de la corriente de entrada de líquido a C-501

Variable manipulada.....Caudal de agua glicolada que circula por IC-101

Setpoint.....5 °C

Modo de control.....Feedback

LAZO P-T101-1: Control de presión del tanque de almacenamiento de metanol T-101

Objetivo

Debido a su carácter altamente inflamable el metanol se almacena en tanques con atmósfera inerte. Se desea mantener estos tanques a presión atmosférica por razones constructivas, por lo que es necesario un sistema de control que compense las variaciones de presión producidas por la entrada y salida de líquido. El objetivo del lazo de control on-off P-T101-1 es mantener la presión del tanque dentro de un rango determinado permitiendo la entrada de nitrógeno gaseoso cuando la presión disminuye al disminuir el nivel del tanque, evitando así que entre aire del exterior dando lugar a una atmósfera potencialmente explosiva.

Caracterización del lazo

Ítem.....P-T101-1

Variable controlada.....Presión interna del tanque

Variable manipulada.....Entrada/no entrada y salida/no salida de nitrógeno gaseoso en T-101

Setpoint.....1 atm

Modo de control.....On-Off

Lazos análogos

Equipo	Lazo	Setpoint
T-102	P-T102-1	1 atm
T-103	P-T103-1	1 atm
T-104	P-T104-1	1 atm
T-105	P-T105-1	1 atm
T-106	P-T106-1	1 atm
T-107	P-T107-1	1 atm
T-108	P-T108-1	1 atm

SISTEMA DE CONTROL Y MONITORIZACIÓN EN EL ÁREA 200: ÁREA DE REACCIÓN

	DESCRIPCIÓN	VARIABLE MONITORIZADA O CONTROLADA	VARIABLE MANIPULADA	FUNCIÓN	ÍTEM
CONTROL DEL PROCESO CONTINUO	Control del caudal de entrada de metanol al proceso	Concentración de metanol Caudal	Velocidad de giro del motor de la bomba B-101 Velocidad de giro del motor de la bomba B-121	Control feedback Control ratio	F-COL501-1
	Control de temperatura del reactor R-201	Temperatura	Setpoint del lazo de control FC-R201-1	Control feedback	T-R201-2
	Control de temperatura del reactor R-202	Temperatura	Setpoint del lazo de control TC-IC101-1	Control feedback	T-R202-2
	Control de composición de los gases de salida de los reactores R-201 y R-202	Concentración de CO	Caudal de salida de gases de los reactores R-201 y R-202	Control feedback	A-R20-1

SISTEMA DE CONTROL Y MONITORIZACIÓN EN EL ÁREA 200: ÁREA DE REACCIÓN (continuación)

	DESCRIPCIÓN	VARIABLE MONITORIZADA O CONTROLADA	VARIABLE MANIPULADA	FUNCIÓN	ÍTEM
CONTROL DEL PROCESO CONTINUO	Control de temperatura del reactor R-202	Temperatura	Caudal de agua circulante por la media caña	Control feedback	T-R201-1
	Control de temperatura del reactor R-202	Temperatura	Caudal de agua circulante por la media caña	Control feedback	T-R202-1
	Control del nivel de líquido en el separador líquido-gas S-202	Nivel	Caudal de salida de líquido del separador S-202	Control feedback	L-S202-1
	Control de la presión de entrada al separador líquido-gas S-202	Presión	Presión de la entrada al separador S-202	Control feedback	P-S202-1
AUT.	Entrada de metanol en el área 200	Caudal	Entrada/No entrada de metanol en el área 200	Automatismo	F-200-1
	Entrada de nitrógeno de purgado en el área 200 (tanques T-10x)	Caudal	Entrada/No entrada de nitrógeno de purgado en el área 200	Automatismo	F-200-2
	Entrada de CO en el área 200	Caudal	Entrada/No entrada de CO en el área 200	Automatismo	F-200-3

SISTEMA DE CONTROL Y MONITORIZACIÓN EN EL ÁREA 200: ÁREA DE REACCIÓN (continuación)

	DESCRIPCIÓN	VARIABLE MONITORIZADA O CONTROLADA	VARIABLE MANIPULADA	FUNCIÓN	ÍTEM
AUTOMATISMOS	Entrada de nitrógeno de purgado en el área 200 (antes de B-121)	Caudal	Entrada/No entrada de nitrógeno de purgado en el área 200	Automatismo	F-200-4
	Entrada de nitrógeno de purgado en R-201	Caudal	Entrada/No entrada de nitrógeno de purgado en R-201	Automatismo	F-R201-2
	Entrada de nitrógeno de purgado en R-202	Caudal	Entrada/No entrada de nitrógeno de purgado en R-202	Automatismo	F-R202-2
	Entrada de nitrógeno de purgado en T-202	Caudal	Entrada/No entrada de nitrógeno de purgado en R-202	Automatismo	F-T202-4
	Salida de nitrógeno de purgado de T-202	Caudal	Salida/No salida de nitrógeno de purgado en R-202	Automatismo	F-T202-5
	Desviación de la entrada de líquido a los reactores hacia T-203	Caudal	Salida/No salida de mezcla de entrada a reactores hacia T-203	Automatismo	F-200-5
	Funcionamiento del agitador del reactor R-201	Funcionamiento/No funcionamiento del agitador del reactor R-201	Funcionamiento/No funcionamiento del agitador del reactor R-201	Automatismo	O-R201-1
	Funcionamiento del agitador del reactor R-202	Funcionamiento/No funcionamiento del agitador del reactor R-202	Funcionamiento/No funcionamiento del agitador del reactor R-202	Automatismo	O-R202-1

SISTEMA DE CONTROL Y MONITORIZACIÓN EN EL ÁREA 200: ÁREA DE REACCIÓN (continuación)

	DESCRIPCIÓN	VARIABLE MONITORIZADA O CONTROLADA	VARIABLE MANIPULADA	FUNCIÓN	ÍTEM
AUTOMATISMOS	Entrada de líquido al tanque pulmón T-201	Caudal	Entrada/No entrada de líquido al T-201	Automatismo	F-T201-3
	Entrada de metanol a R-201	Caudal	Entrada/No entrada de metanol a R-201	Automatismo	F-R201-4
	Entrada de metanol a R-202	Caudal	Entrada/No entrada de metanol a R-202	Automatismo	F-R202-4
	Circulación de vapor en la media caña de R-201	Caudal	Entrada/No entrada de vapor a la media caña de R-201 Salida/No salida de vapor de la media caña de R-202	Automatismo	F-R201-5
	Circulación de vapor en la media caña de R-202	Caudal	Entrada/No entrada de vapor a la media caña de R-201 Salida/No salida de vapor de la media caña de R-202	Automatismo	F-R202-5
	Recirculación de mezcla de reacción	Caudal	Recirculación de la mezcla de reacción / Desviación hacia T-202 para almacenamiento	Automatismo	F-R200-1

SISTEMA DE CONTROL Y MONITORIZACIÓN EN EL ÁREA 200: ÁREA DE REACCIÓN (continuación)

	DESCRIPCIÓN	VARIABLE MONITORIZADA O CONTROLADA	VARIABLE MANIPULADA	FUNCIÓN	ÍTEM
AUTOMATISMOS	Salida de líquido de T-202	Caudal	Salida/No salida de mezcla hacia reactores	Automatismo	F-T202-1
	Circulación de agua de refrigeración por la media caña superior de R-201	Caudal	Entrada/No entrada de agua en la camisa superior de R-201 No salida/Salida de agua de la media caña desde la media caña inferior de R-201	Automatismo	F-R201-3
	Circulación de agua de refrigeración por la media caña superior de R-202	Caudal	Entrada/No entrada de agua en la camisa superior de R-202 No salida/Salida de agua de la media caña desde la media caña inferior de R-202	Automatismo	F-R202-3
	Salida de líquido de T-203 hacia carga en camión	Caudal	Salida/No salida de líquido de T-203	Automatismo	F-T203-1
	Funcionamiento de la bomba B-204 de carga en camión de las aguas residuales del tanque T-203	Funcionamiento/No funcionamiento de la bomba B-204	Funcionamiento/No funcionamiento de la bomba B-204	Automatismo	F-B204-1

SISTEMA DE CONTROL Y MONITORIZACIÓN EN EL ÁREA 200: ÁREA DE REACCIÓN (continuación)

	DESCRIPCIÓN	VARIABLE MONITORIZADA O CONTROLADA	VARIABLE MANIPULADA	FUNCIÓN	ÍTEM
SUPERVISIÓN, MONITORIZACIÓN Y SEGURIDAD	Funcionamiento de la bomba B-201 ^a	Funcionamiento/No funcionamiento de la bomba B-201 ^a	Funcionamiento/No funcionamiento de la bomba B-201A	Automatismo	F-B201A-1
	Funcionamiento de la bomba B-201B	Funcionamiento/No funcionamiento de la bomba B-201B	Funcionamiento/No funcionamiento de la bomba B-201B	Automatismo	F-B201B-1
	Funcionamiento de la bomba B-202 ^a	Funcionamiento/No funcionamiento de la bomba B-202 ^a	Funcionamiento/No funcionamiento de la bomba B-202A	Automatismo	F-B202A-1
	Funcionamiento de la bomba B-202B	Funcionamiento/No funcionamiento de la bomba B-202B	Funcionamiento/No funcionamiento de la bomba B-202B	Automatismo	F-B202B-1
	Funcionamiento de la bomba B-203 ^a	Funcionamiento/No funcionamiento de la bomba B-203 ^a	Funcionamiento/No funcionamiento de la bomba B-203A	Automatismo	F-B203A-1
	Funcionamiento de la bomba B-203B	Funcionamiento/No funcionamiento de la bomba B-203B	Funcionamiento/No funcionamiento de la bomba B-203B	Automatismo	F-B203B-1

SISTEMA DE CONTROL Y MONITORIZACIÓN EN EL ÁREA 200: ÁREA DE REACCIÓN (continuación)

	DESCRIPCIÓN	VARIABLE MONITORIZADA O CONTROLADA	VARIABLE MANIPULADA	FUNCIÓN	ÍTEM
SUPERVISIÓN , MONITORIZACIÓN Y SEGURIDAD	Monitorización del nivel del reactor R-201	Nivel	----	Supervisión y alarmas de nivel máximo y mínimo	L-R201-1
	Monitorización del nivel del reactor R-202	Nivel	----	Supervisión y alarmas de nivel máximo y mínimo	L-R202-1
	Monitorización del caudal conjunto de salida de líquido de R-201 y R-202	Caudal	----	Supervisión	F-R200-2
	Monitorización de la presión de descarga de la válvula PCV-205	Presión	----	Supervisión y alarma de presión máxima	P-S202-2
	Monitorización de la presión de descarga de PCV-203	Presión	----	Supervisión y alarma de presión máxima	P-S202-3
	Monitorización de la presión de descarga de PCV-204	Presión	----	Supervisión y alarma de presión máxima	P-S202-4

SISTEMA DE CONTROL Y MONITORIZACIÓN EN EL ÁREA 200: ÁREA DE REACCIÓN (continuación)

	DESCRIPCIÓN	VARIABLE MONITORIZADA O CONTROLADA	VARIABLE MANIPULADA	FUNCIÓN	ÍTEM
SUPERVISIÓN , MONITORIZACIÓN Y SEGURIDAD	Monitorización del nivel del tanque de recogida de aguas residuales T-203	Nivel	----	Supervisión y alarma de nivel máximo	L-T203-1
	Indicador de flujo en la conducción protegida por discos de ruptura en R-201 y R-202	Existencia de caudal	----	Supervisión; alarma si existe caudal	N-R200-1
	Monitorización de la temperatura interna del separador S-202	Temperatura	----	Supervisión	T-T202-1
	Indicador de nivel máximo en el tanque de almacenamiento de mezcla de reacción T-202	Nivel	----	Alarma de nivel máximo	L-T202-1
	Monitorización del nivel del tanque de recogida de aguas residuales T-203	Nivel	----	Supervisión y alarma de nivel máximo y mínimo	L-T203-1
	Monitorización del nivel del tanque pulmón T-201	Nivel	----	Supervisión y alarma de nivel máximo	L-T201-1

SISTEMA DE CONTROL Y MONITORIZACIÓN EN EL ÁREA 200: ÁREA DE REACCIÓN (continuación)

	DESCRIPCIÓN	VARIABLE MONITORIZADA O CONTROLADA	VARIABLE MANIPULADA	FUNCIÓN	ÍTEM
SUPERVISIÓN, MONITORIZACIÓN Y SEGURIDAD	Control de la temperatura máxima del tanque pulmón T-201	Temperatura	Circulación de agua de refrigeración por serpentín interno	Control on-off	T-T201-1
	Control de la temperatura máxima del tanque de almacenamiento de mezcla de reacción T-202	Temperatura	Circulación de agua de refrigeración por serpentín interno	Control on-off	T-T202-1
	Control de presión máxima del tanque de recogida de residuos líquidos	Presión	Válvula de salida a la atmósfera	Control on-off	P-T203-1

LAZO T-R201-1: Control de la temperatura de reacción en el reactor R-201

Objetivo

La reacción de carbonilación de metanol con CO mediante el proceso CATIVA se lleva a cabo entre 150 y 200°C, con un intervalo óptimo de temperaturas de entre 190 y 200°C. La reacción es altamente exotérmica, por lo que la temperatura a la que transcurre se controla de dos maneras:

- mediante el caudal de agua de refrigeración que circula por la media caña
- mediante la temperatura de entrada de la corriente de metano

El lazo T-R201-1 mide la temperatura del reactor y si se desvía del Setpoint actúa sobre el caudal de agua que circula por las medias cañas, disminuyendo o aumentando el calor transferido y modificando así la temperatura.

Caracterización del lazo

Ítem.....P-R201-1

Variable controlada.....Temperatura del reactor

Variable manipulada.....Caudal de agua de refrigeración

Setpoint.....190°C

Modo de control.....Control feedback

Lazos análogos

Equipo	Lazo	Setpoint
R-202	T-R201-2	190°C

LAZO T-R201-2: Control de la temperatura de reacción en el reactor R-201

Objetivo

La reacción de carbonilación de metanol con CO mediante el proceso CATIVA se lleva a cabo entre 150 y 200°C, con un intervalo óptimo de temperaturas de entre 190 y 200°C. La reacción es altamente exotérmica, por lo que la temperatura a la que transcurre se controla de dos maneras:

- mediante el caudal de agua de refrigeración que circula por la media caña
- mediante la temperatura de entrada de la corriente de metanol

El lazo T-R201-2 mide la temperatura del reactor y si se desvía en gran medida del Setpoint actúa sobre el controlador T-IC201-1 que regula la temperatura de entrada de metanol a COL-501, regulando de forma última la temperatura de entrada de

entrada de metanol al reactor. El lazo T-R201-2 permite una actuación de mayor magnitud que el T-R201-1 pero introduce una variación en el upstream del reactor, por lo que se utilizará únicamente en el caso de que la variación de temperatura sea importante ($\pm 10^{\circ}\text{C}$) en los que T-R201-1 tardaría mucho en eliminar el error o bien sería incapaz debido a la limitación impuesta por el área de la media caña. El resto de los casos se controlará mediante el lazo T-R201-1.

Caracterización del lazo

Ítem.....T-R202-1
 Variable controlada.....Temperatura del reactor
 Variable manipulada.....Setpoint de T-IC201-1
 Setpoint.....190°C
 Activación..... Error de $\pm 10^{\circ}\text{C}$
 Modo de control.....Control feedback

Lazos análogos

Equipo	Lazo	Setpoint
R-202	T-R201-2	190°C

LAZO A-R200-1: Control de la concentración de CO de los gases de salida de los reactores R-201 y R-202

Objetivo

El objetivo del lazo de control A-R200-1 es controlar la concentración de monóxido de carbono de los gases de salida de los reactores R-201 y R-202 mediante la regulación del caudal de la conducción de salida de gases hacia COL-501. La reacción de carbonilación se desarrolla en exceso de CO de alrededor del 10%; el objetivo del lazo A-R200 es aumentar el tiempo de residencia de los gases en el reactor lo suficiente como para reducir el exceso necesario variando en consecuencia el valor de ratio del lazo F-COL501-1, sin llegar a permitir la acumulación de subproductos como metano y dióxido de carbono. La disminución del CO necesario tiene ventajas económicas y medioambientales al disminuir la cantidad de dióxido de carbono emitido, con vistas al cumplimiento de la legislación elaborada sobre la base del protocolo de kyoto.

Caracterización del lazo

Ítem.....A-R200-1
Variable controlada.....Concentración de monóxido de carbono
Variable manipulada.....Caudal de salida de gases de los reactores
R-201 y R-202
Setpoint.....55% molar
Modo de control.....Control feedback

LAZO P-S202-1: Control de presión de entrada de mezcla a S-202Objetivo

El objetivo del lazo de control P-S202-1 es controlar la presión de entrada de mezcla en el separador S-202. La válvula de control originará una pérdida de presión que provocará la vaporización de los componentes más volátiles en una destilación flash; el control adecuado de la presión es crucial para que la partición de los componentes en las dos fases sea la deseada.

Caracterización del lazo

Ítem.....P-S202-1
Variable controlada.....Presión de entrada a S-202
Variable manipulada.....Presión de entrada a S-202
Setpoint.....2,25 bar
Modo de control.....Lazo feedback

LAZO L-S202-1: Control de nivel del separador líquido-gas S-202Objetivo

El objetivo del lazo de control L-S202-1 es controlar el nivel del separador líquido-gas S-202 mediante la manipulación del caudal de líquido de salida.

Caracterización del lazo

Ítem.....L-S202-1

Variable controlada.....Nivel del separador

Variable manipulada.....Caudal de líquido de salida de S-202

Setpoint.....0,6 m

Modo de control.....Control feedback

Lazo análogos

Equipo	Lazo	Setpoint
KR301-1	L-KR301-1	0,3 m
S301-1	L-S301-1	1 m

SISTEMAS DE CONTROL Y MONITORIZACIÓN EN EL ÁREA 300: ÁREA DE PURIFICACIÓN

	DESCRIPCIÓN	VARIABLE MONITORIZADA O CONTROLADA	VARIABLE MANIPULADA	FUNCIÓN	ÍTEM
CONTROL DEL PROCESO CONTINUO	Control del caudal de salida de S-202 (mezcla a purificar)	Caudal	Caudal de salida de S-202	Control feedback	F-COL301-1
	Control del nivel del reboiler KR-301	Nivel	Caudal de salida de KR-301	Control feedback	L-KR301-1
	Control de la pureza de producto de la temperatura del fondo de la columna de destilación COL-301	Temperatura	Caudal de vapor de entrada al reboiler KR-301	Control feedback	T-COL301-1
	Control de nivel del tanque pulmón T-301	Nivel	Caudal de salida de líquido de T-301	Control feedback	L-T301-1
	Control de la temperatura de los gases, vapores y condensados en el condensador Co-302	Temperatura	Caudal de agua de refrigeración en Co-302	Control feedback	T-Co302-1
	Control de nivel del separador líquido-gas S-301	Nivel	Caudal de salida de líquido del separador S-301	Control feedback	L-S301-1
	Control de la temperatura del producto final enviado hacia zona de tanques en IC-301	Temperatura	Caudal de agua de refrigeración en IC-301	Control feedback	T-IC-301-1

SISTEMAS DE CONTROL Y MONITORIZACIÓN EN EL ÁREA 300: ÁREA DE PURIFICACIÓN (continuación)

	DESCRIPCIÓN	VARIABLE MONITORIZADA O CONTROLADA	VARIABLE MANIPULADA	FUNCIÓN	ÍTEM
C P. CONT	Control de caudal de la corriente de ácido acético a diluir hacia M-301	Caudal	Caudal de agua hacia M-301	Control feedforward ratio	F-M301-1
AUTOMATISMOS	Salida de gases del separador S-301	Caudal	Salida/No salida de gases del separador S-301	Automatismo	F-S301-2
	Entrada de nitrógeno de purgado en el área 300	Caudal	Entrada/No entrada de nitrógeno en el área 300	Automatismo	F-300-1
	Salida de nitrógeno de purgado en la conducción de producto acético glacial	Caudal	Salida/No salida de nitrógeno del área 300	Automatismo	F-300-2
	Salida de nitrógeno de purgado en la conducción de producto acético al 70%	Caudal	Salida/No salida de nitrógeno del área 300	Automatismo	F-300-3
	Salida de gases del condensador de la columna de destilación Co-301	Caudal	Salida/No salida de gases de Co-301	Automatismo	F-Co301-1

SISTEMAS DE CONTROL Y MONITORIZACIÓN EN EL ÁREA 300: ÁREA DE PURIFICACIÓN (continuación)

	DESCRIPCIÓN	VARIABLE MONITORIZADA O CONTROLADA	VARIABLE MANIPULADA	FUNCIÓN	ÍTEM
SUPERVISIÓN , MONITORIZACIÓN Y SEGURIDAD	Monitorización del perfil de temperatura de la columna de destilación COL-301	Temperatura	-----	Supervisión	T-COL301-2 a T-COL301- 10
	Monitorización de la pérdida de carga del líquido a través de la columna de destilación COL-301	Diferencia de presión	-----	Supervisión y alarma de presión diferencial máxima	Pd-COL301-1
	Monitorización del nivel de líquido en el fondo de la columna de destilación COL-301	Nivel	-----	Alarma de nivel máximo	L-COL301-1

Lazo F-COL301-1: Control de caudal de entrada a COL-301Objetivo

El objetivo del lazo F-COL301-1 es controlar y mantener constante el caudal de entrada de gas a la columna de destilación COL-301-1. El Setpoint de F-COL301-1 está directamente relacionado con el de F-COL501-1, por lo que si se cambia uno de ellos se debe cambiar el otro de manera adecuada para mantener el balance de materia del área 200 de modo que no haya acumulación.

Caracterización del lazo

Ítem.....F-COL301-1
 Variable controlada.....Caudal de entrada a F-COL301-1
 Variable manipulada.....Caudal de entrada a F-COL301-1
 Setpoint.....26941 kg/h
 Modo de control.....Control feedback

LAZO T-COL301-1: Control de la temperatura del fondo de la columna de destilaciónObjetivo

La columna de destilación COL-301 tiene como objetivo separar el ácido acético de la mezcla de gases obtenida de S-202, obteniéndolo colas. Para ello es necesario controlar la pureza del producto obtenido; debido a que los analizadores de proceso adecuados tienen un coste elevado y requieren un mantenimiento importante se ha optado por inferir la composición de la corriente de colas por la temperatura de ebullición. El lazo de control T-COL301-1 controla la temperatura del fondo de la columna, y con ello la composición del producto de salida, regulando el caudal de vapor que entra en el reboiler KR-301.

Caracterización del lazo

Ítem.....T-COL301-1
 Variable controlada.....Temperatura de fondos de la COL-301
 Variable manipulada.....Caudal de vapor en KR-301
 Setpoint.....117,6°C
 Modo de control.....Control feedback

LAZO L-T301-1: Control de nivel del tanque L-T301-1Objetivo

El objetivo del lazo de control L-T301-1 es controlar el nivel del separador tanque pulmón T-301 mediante la manipulación del caudal de líquido de salida.

Caracterización del lazo

Ítem.....L-T302-1

Variable controlada.....Nivel de líquido

Variable manipulada.....Caudal de líquido de salida de T-301

Setpoint.....1,3 m

Modo de control.....Control feedback

LAZO F-M301-1: Control de dilución de ácido acético al 70% hacia tanques de almacenamientoObjetivo

El objetivo del lazo de control F-M301-1 es controlar mediante un controlador de ratio el caudal de agua añadido para la mezcla de corrientes que se lleva a cabo en el mezclador estático M-301.

Caracterización del lazo

Ítem.....F-M301-1

Variable controlada.....Caudal de ácido acético glacial hacia M-301

Variable manipulada.....Caudal de agua de dilución hacia M-301

Setpoint.....3,6 m³/h

Modo de control.....Control ratio

LAZO T-IC301-1: Control de la temperatura de salida de ácido acético de IC-301Objetivo

El lazo T-IC301-1 controla la temperatura de salida de la corriente de ácido acético proveniente de B-301 manipulando el caudal de agua de refrigeración que circula por el intercambiador IC-301.

Caracterización del lazo

Ítem.....T-IC301-1
 Variable controlada.....Temperatura de la corriente de acético de salida de IC-301
 Variable manipulada.....Caudal de agua de refrigeración que circula por IC-301
 Setpoint.....35°C
 Modo de control.....Control feedback

Lazos análogos

Equipo	Lazo	Variable manipulada	Setpoint
IC-501	T-IC501-1	Caudal de agua glicolada	15°C

SISTEMAS DE CONTROL Y MONITORIZACIÓN EN EL ÁREA 400: ÁREA DE ALMACENAMIENTO DE PRODUCTO ACABADO

	DESCRIPCIÓN	VARIABLE MONITORIZADA O CONTROLADA	VARIABLE MANIPULADA	FUNCIÓN	ÍTEM
AUTOMATISMOS	Entrada de acético glacial en el tanque T-401	Entrada/No entrada a T-401	Entrada/No entrada a T-401	Automatismo	F-T401-1
	Entrada de acético glacial en el tanque T-402	Entrada/No entrada a T-402	Entrada/No entrada a T-402	Automatismo	F-T402-1
	Entrada de acético glacial en el tanque T-403	Entrada/No entrada a T-403	Entrada/No entrada a T-403	Automatismo	F-T403-1
	Entrada de acético glacial en el tanque T-404	Entrada/No entrada a T-404	Entrada/No entrada a T-404	Automatismo	F-T404-1
	Entrada de acético glacial en el tanque T-405	Entrada/No entrada a T-405	Entrada/No entrada a T-405	Automatismo	F-T405-1
	Entrada de acético diluido en el tanque T-421	Entrada/No entrada a T-421	Entrada/No entrada a T-421	Automatismo	F-T421-1
	Entrada de acético diluido en el tanque T-422	Entrada/No entrada a T-422	Entrada/No entrada a T-422	Automatismo	F-T422-1
	Entrada de acético diluido en el tanque T-423	Entrada/No entrada a T-423	Entrada/No entrada a T-423	Automatismo	F-T423-1
	Entrada de acético diluido en el tanque T-424	Entrada/No entrada a T-424	Entrada/No entrada a T-424	Automatismo	F-T424-1

SISTEMAS DE CONTROL Y MONITORIZACIÓN EN EL ÁREA 400: ÁREA DE ALMACENAMIENTO DE PRODUCTO ACABADO
(continuación)

	DESCRIPCIÓN	VARIABLE MONITORIZADA O CONTROLADA	VARIABLE MANIPULADA	FUNCIÓN	ÍTEM
AUT OMA TISM OS	Entrada de acético diluido en el tanque T-425	Entrada/No entrada a T-425	Entrada/No entrada a T-425	Automatismo	F-T425-1
	Salida de ácido acético glacial del tanque T-401	Salida/No salida de T-401	Salida/No salida de T-401	Automatismo	F-T401-2
	Salida de ácido acético glacial del tanque T-402	Salida/No salida de T-402	Salida/No salida de T-402	Automatismo	F-T402-2
	Salida de ácido acético glacial del tanque T-403	Salida/No salida de T-403	Salida/No salida de T-403	Automatismo	F-T403-2
	Salida de ácido acético glacial del tanque T-404	Salida/No salida de T-404	Salida/No salida de T-404	Automatismo	F-T404-2
	Salida de ácido acético glacial del tanque T-405	Salida/No salida de T-405	Salida/No salida de T-405	Automatismo	F-T405-2

SISTEMAS DE CONTROL Y MONITORIZACIÓN EN EL ÁREA 400: ÁREA DE ALMACENAMIENTO DE PRODUCTO ACABADO
(continuación)

	DESCRIPCIÓN	VARIABLE MONITORIZADA O CONTROLADA	VARIABLE MANIPULADA	FUNCIÓN	ÍTEM
AUTOMATISMOS	Salida de ácido acético diluido del tanque T-421	Salida/No salida de T-421	Salida/No salida de T-421	Automatismo	F-T421-2
	Salida de ácido acético diluido del tanque T-422	Salida/No salida de T-422	Salida/No salida de T-422	Automatismo	F-T422-2
	Salida de ácido acético diluido del tanque T-423	Salida/No salida de T-423	Salida/No salida de T-423	Automatismo	F-T423-2
	Salida de ácido acético diluido del tanque T-424	Salida/No salida de T-424	Salida/No salida de T-424	Automatismo	F-T424-2
	Salida de ácido acético diluido del tanque T-425	Salida/No salida de T-425	Salida/No salida de T-425	Automatismo	F-T425-2

SISTEMAS DE CONTROL Y MONITORIZACIÓN EN EL ÁREA 400: ÁREA DE ALMACENAMIENTO DE PRODUCTO ACABADO
(continuación)

	DESCRIPCIÓN	VARIABLE MONITORIZADA O CONTROLADA	VARIABLE MANIPULADA	FUNCIÓN	ÍTEM
SUPERVISIÓN , MONITORIZACIÓN Y SEGURIDAD	Control de la temperatura mínima y máxima del tanque de almacenamiento T-401	Temperatura	Circulación de vapor o agua de refrigeración por serpentín interno	Control on-off	T-T401-1
	Control de la temperatura mínima y máxima del tanque de almacenamiento T-402	Temperatura	Circulación de vapor o agua de refrigeración por serpentín interno	Control on-off	T-T402-1
	Control de la temperatura mínima y máxima del tanque de almacenamiento T-403	Temperatura	Circulación de vapor o agua de refrigeración por serpentín interno	Control on-off	T-T403-1
	Control de la temperatura mínima y máxima del tanque de almacenamiento T-404	Temperatura	Circulación de vapor o agua de refrigeración por serpentín interno	Control on-off	T-T404-1
	Control de la temperatura mínima y máxima del tanque de almacenamiento T-405	Temperatura	Circulación de vapor o agua de refrigeración por serpentín interno	Control on-off	T-T405-1

SISTEMAS DE CONTROL Y MONITORIZACIÓN EN EL ÁREA 400: ÁREA DE ALMACENAMIENTO DE PRODUCTO ACABADO
(continuación)

	DESCRIPCIÓN	VARIABLE MONITORIZADA O CONTROLADA	VARIABLE MANIPULADA	FUNCIÓN	ÍTEM
SUPERVISIÓN , MONITORIZACIÓN Y	Monitorización del nivel de líquido en el tanque de almacenamiento T-401	Nivel	-----	Supervisión y alarma de nivel máximo	L-T401-1
	Monitorización del nivel de líquido en el tanque de almacenamiento T-402	Nivel	-----	Supervisión y alarma de nivel máximo	L-T402-1
	Monitorización del nivel de líquido en el tanque de almacenamiento T-403	Nivel	-----	Supervisión y alarma de nivel máximo	L-T403-1
	Monitorización del nivel de líquido en el tanque de almacenamiento T-404	Nivel	-----	Supervisión y alarma de nivel máximo	L-T404-1
	Monitorización del nivel de líquido en el tanque de almacenamiento T-405	Nivel	-----	Supervisión y alarma de nivel máximo	L-T405-1

SISTEMAS DE CONTROL Y MONITORIZACIÓN EN EL ÁREA 400: ÁREA DE ALMACENAMIENTO DE PRODUCTO ACABADO
(continuación)

	DESCRIPCIÓN	VARIABLE MONITORIZADA O CONTROLADA	VARIABLE MANIPULADA	FUNCIÓN	ÍTEM
SUPERVISIÓN , MONITORIZACIÓN Y SEGURIDAD	Monitorización del nivel de líquido en el tanque de almacenamiento T-421	Nivel	-----	Supervisión y alarma de nivel máximo	L-T421-1
	Monitorización del nivel de líquido en el tanque de almacenamiento T-422	Nivel	-----	Supervisión y alarma de nivel máximo	L-T422-1
	Monitorización del nivel de líquido en el tanque de almacenamiento T-423	Nivel	-----	Supervisión y alarma de nivel máximo	L-T423-1
	Monitorización del nivel de líquido en el tanque de almacenamiento T-424	Nivel	-----	Supervisión y alarma de nivel máximo	L-T424-1
	Monitorización del nivel de líquido en el tanque de almacenamiento T-425	Nivel	-----	Supervisión y alarma de nivel máximo	L-T425-1

SISTEMAS

D

LAZO T-T401-1: Control de temperatura del tanque de almacenamiento de ácido acético glacialObjetivo

El objetivo del lazo T-401-1 es mantener la temperatura del ácido acético glacial por encima de su temperatura de congelación, de unos 17°C, y por debajo de la temperatura máxima de almacenamiento unos 36°C. Para ello, en caso de que la temperatura disminuye lo suficiente el lazo hará circular vapor por el serpentín del tanque hasta alcanzar una temperatura sin riesgo de congelación, y si la temperatura aumenta demasiado se hará circular agua de refrigeración hasta llegar de nuevo a una temperatura adecuada.

Caracterización del lazo

Ítem.....T-421-1

Variable controlada.....Temperatura

Variable manipulada.....Circulación de vapor por el serpentín de T-421

Setpoint.....a) Activación de circulación de vapor: 20

b) Activación de circulación de líquido:30

c) Cese de circulación: 25°C

Modo de control.....On-off

Lazos análogos

Equipo	Lazo	Setpoint
T-422	T-T422-1	a)20 b)30 c)25°C
T-423	T-T423-1	a)20 b)30 c)25°C
T-424	T-T424-1	a)20 b)30 c)25°C
T-425	T-T425-1	a)20 b)30 c)25°C
T-426	T-T426-1	a)20 b)30 c)25°C
T-427	T-T427-1	a)20 b)30 c)25°C
T-428	T-T428-1	a)20 b)30 c)25°C

SISTEMAS DE CONTROL Y MONITORIZACIÓN EN EL ÁREA 500: ÁREA DE TRATAMIENTO DE GASES

	DESCRIPCIÓN	VARIABLE MONITORIZADA O CONTROLADA	VARIABLE MANIPULADA	FUNCIÓN	ÍTEM
CONT. PROC. CONT	Control de la temperatura de salida de la corriente gaseosa a tratar del condensador Co-501	Temperatura	Caudal de agua de refrigeración	Control feedback	T-Co501-1
AUTOMATISMOS	Salida de gas de la columna de absorción COL-501	Caudal	Salida/No salida de gases por la parte superior de COL-501	Automatismo	F-COL501-2
SUPERVISIÓN , MONITORIZACIÓN	Monitorización de la pérdida de carga a través de la columna de absorción COL-501	Presión diferencial	----	Supervisión y alarma de presión diferencial máxima	Pd-COL501-1
	Monitorización de la temperatura interna de la columna de absorción COL-501	Temperatura	----	Supervisión	T-COL501-1
	Monitorización de la presión de succión de C-501	Presión	----	Supervisión	PT-P501

LAZO F-COL501-1: Control de caudal de los reactivos del procesoObjetivo

El objetivo del lazo de control F-COL501-1 es el control del caudal de los reactivos de proceso. Se monitoriza el caudal de entrada de metanol ya que es el que mayores problemas presenta: el metanol de entrada se utiliza para absorber los gases de salida para recuperar componentes valiosos del medio de reacción. Debido a ello la corriente de salida de COL-501 estará compuesta por una cantidad significativa (alrededor de un 7% en masa) de otros componentes tales como acetato de metilo o yoduro de metilo, por lo que la medición del caudal no basta para conocer la cantidad total de metanol de entrada y es necesario colocar además un analizador. La variable controlada será por lo tanto el caudal de entrada de metanol, definido como el producto del caudal volumétrico por la concentración de metanol en la corriente. Este caudal se mantiene constante mediante la actuación en la frecuencia del motor de la bomba B-101.

La reacción de carbonilación tiene una estequiometría 1:1 metanol: CO. El caudal de entrada de CO se relaciona por tanto con el caudal de entrada de metanol mediante un control de ratio que actúa según la señal emitida por el controlador del lazo F-COL501-1 sobre la bomba B-102.

Caracterización del lazo

Ítem.....	F-COL501-1
Variable controlada.....	Caudal de metanol de entrada a COL-501
Variable manipulada.....	Frecuencia de la bomba B-101
	Frecuencia de la bomba B-102
Setpoint.....	5057 kg/h de metanol
(Ratio).....	4845 kg/h de monóxido de carbono
Modo de control.....	Control feedback (B-101)
	Control ratio (B-102)

3- SENSORES Y TRANSMISORES**3.1- Selección**

Los criterios generales seguidos a la hora de elegir los sensores y transmisores para la monitorización del proceso han sido, por orden de importancia, los siguientes:

1. Resistencia al medio de trabajo
2. Coste
3. Precisión
4. Deriva

Se ha optado en todos los casos que ha sido posible por adquirir modelos idénticos de sensor y transmisor para reducir el número de repuestos a almacenar. Se han elegido sensores correspondientes a presión, nivel, temperatura, circulación de fluido, composición y caudal; a continuación se justificarán las elecciones realizadas en cada caso.

Se han seleccionado también apartados de monitorización como indicadores de presión y temperatura. En este caso la precisión y la deriva no se han tenido en cuenta, escogiéndose el medidor más simple encontrado en casas comerciales que se adapta a las condiciones de operación.

1. Selección de sensores de temperatura

De los sensores de temperatura habituales se ha descartado el pirómetro de radiación por su elevado coste y su baja sensibilidad y el termistor por su baja precisión y su no linealidad característica; la elección queda entre termopares y termoresistencias

Las termoresistencias tienen la ventaja sobre los termopares de ser más estables y dar una lectura más exacta, y eliminan la necesidad de leer la temperatura de la unión fría y el error debido a los cables de compensación, mientras los termopares tienen un mayor rango de lectura en el extremo de temperaturas elevadas (>850°C) y no están sujetos a errores de autocalentamiento. Dado que el proceso de producción la temperatura máxima a la que se trabaja en estado estacionario es de 190°C el primer factor es irrelevante, y los errores e autocalentamiento serán reducidos ya que los sensores de temperatura no se utilizan en zonas estancadas. Por lo tanto se usarán sensores de temperatura de termoresistencia de tipo Pt100 para todas las mediciones de temperatura, incluyendo zonas criogénicas.

El modelo elegido es TSP331 de la empresa ABB, por trabajar adecuadamente en las condiciones del proceso y ofrecer una precisión elevada.

Como el fluido de proceso es altamente corrosivo en la mayoría de las zonas es necesario proteger los sensores con una vaina metálica. El material de esta vaina será acero al carbono (para condiciones reductoras) SS 316 o Hastelloy dependiendo de las condiciones de proceso y se indica en el listado. El uso de vainas protectoras eleva el tiempo de respuesta hasta unos 16 s.

2. Selección de sensores de presión

La medición de presión se basa en la determinación de la deformación de un elemento mecánico (tubo de Bourdon, fuelle, cápsula) mediante alguna construcción en la que una señal eléctrica varíe con la posición de este elemento (galga extensiométrica, potenciómetro...). Las diferencias entre los distintos tipos de medidores son mucho más pequeñas que en otros tipos de sensores, por lo que en la selección no se han tenido en cuenta y se ha buscado únicamente la posibilidad de medir todo el rango de presiones existente en la instalación (0-29 bar).

El modelo elegido ha sido Rosemount SL Classic.

3. Selección de sensores de nivel

Existen multitud de tipos de sensores de nivel, tanto para medición como para aplicaciones de tipo todo/nada:

Los medidores de nivel en continuo más utilizados son los de presión diferencial, capacitancia y ultrasónicos. Se han elegido medidores de presión diferencial porque son los habitualmente recomendados para servicio criogénico o servicio a presión, y proporcionan una respuesta con una precisión del 2% o mejor con un coste reducido comparado con los medidores ultrasónicos. Además poseen la ventaja sobre los medidores de capacitancia de ser intrínsecamente seguros debido a que el fluido a medir no se encuentra en contacto con instalación eléctrica. El modelo escogido es, al igual que para la medida de la presión, el Rosemount SL Classic.

Los medidores puntuales de nivel escogidos serán de tipo vibrónico en vez de medidores de contacto eléctrico para evitar la presencia de chispas en presencia de productos altamente inflamables como los de proceso. Estos medidores se utilizarán también como indicadores de circulación de algún tipo de fluido por una conducción, dado que según la documentación del fabricante son aplicables a condiciones de flujo. El modelo elegido es Rosemount 2110 Compact Level Switch.

4. Selección de analizadores

A pesar del elevado coste existen dos corrientes en el proceso cuyo análisis es rentable porque permite reducir al mínimo la pérdida de reactivos de proceso: la corriente de salida de metanol de COL-501 y la corriente de salida de gases de CO.

Tanto el metanol como el CO se pueden medir mediante espectrofotometría infrarroja, por lo que éste será el método empleado; tiene las ventajas de ser rápido (tiempo de medida inferior a 1s), fácilmente adaptable a las características de un proceso químico, sencillo y razonablemente preciso. Las sondas de fibra óptica utilizadas no son atacadas ni por el metanol ni por el monóxido de carbono, por lo que únicamente es necesario reducir la temperatura de la muestra desde los 190°C iniciales en el caso del CO.

El analizador seleccionado es el modelo PIR-3052 de ABB por ser adecuado para las condiciones de proceso.

5. Selección de medidores de caudal

La selección de medidores de caudal se lleva a cabo normalmente evaluando la posibilidad de usar diferentes tipos de medidores y seleccionando entre aquellos que son adecuados para el proceso.

El proceso de producción de ácido acético exige la medición de caudales en corrientes altamente corrosivas a temperaturas elevadas; la selección queda restringida a medidores de caudal de efecto Coriolis, de turbina, de hilo caliente para gases, de vórtice y de ultrasonidos, tanto de efecto Doppler como de tiempo de tránsito. Los caudalímetros de efecto Coriolis y de ultrasonidos son significativamente más caros que los demás para una precisión análoga, por lo que su uso se ha desestimado.

La elección más adecuada para medir el flujo de gases es un caudalímetro másico porque evita la necesidad de monitorizar conjuntamente la temperatura y la presión como sucede al medir un caudal volumétrico. Se ha elegido, por tanto, un modelo de caudalímetros de hilo caliente; será de inserción por la mayor representatividad del valor medido frente a aquéllos que funcionan midiendo el caudal de una desviación de la corriente principal. Es necesario un dimensionado consistente en elegir el tamaño del elemento sensor dependiendo del diámetro nominal de la conducción y del grosor del aislamiento, que se ha realizado según las instrucciones del fabricante.

En el caso del caudal de líquidos la elección está entre el caudalímetro de vórtice y uno de turbina. El medidor de turbina tiene la ventaja de tener menor coste inicial y una precisión ligeramente mayor, sin embargo el hecho de que tenga partes móviles hacen que su coste de mantenimiento sea superior. El medidor vórtice tiene un mantenimiento más reducido, una menor pérdida de carga y un rango de medida mayor, pero posee la desventaja de que necesita un número de Reynolds superior a 10000 para medir el caudal, que se puede reducir hasta 5000 en los transmisores modernos vía tratamiento de datos integrado, y que no proporciona señal en régimen laminar. La mayor resistencia a largo plazo del caudalímetro de vórtice, la virtual ausencia de mantenimiento, el hecho de que se encuentre disponible para tamaños de conducción reducidos y el hecho de que en todos los puntos de medida de régimen de flujo sea altamente turbulento hacen que la elección final sea el caudalímetro de vórtice.

El dimensionado del caudalímetro de vórtice se ha realizado según el programa disponible en la web del fabricante, www.foxboro.com

3.2- Listado de instrumentos de medida

ÍTEM	TIPO DE MEDIDOR	SITUACIÓN	LAZO DE CONTROL	LISTADO DE INSTRUMENTACIÓN: ELEMENTOS DE MEDIDA		
				Planta: Producción de ácido acético	Proyecto	Aprobado:
				Localización: Zona Franca (Barcelona)	Diseño:	Fecha: 13/09/12
				Área: 100	Página:	
PT-T-T141-1	Presión – Membrana Resistiv	T-141	Supervisión	PT-P-R201-1	Servicio criogénico	
TT-T-T141-1	Temperatura-Pt100	T-141	Supervisión	TT-T-R201-1	Servicio criogénico	
LT-T-T141-1	Nivel - Diferencia de Presión	T-141	Supervisión	LT-L-S202-1	Servicio criogénico	
PT-P-T101-1	Presión – Membrana Resistiv	T-101	P-P-T101-1	PT-P-R201-1	Acero al carbono	
LT-L-T101-1	Nivel - Diferencia de Presión	T-101	Supervisión	LT-L-S202-1	Acero al carbono	
PT-P-T102-1	Presión – Membrana Resistiv	T-102	PT-P-T102-1	PT-P-R201-1	Acero al carbono	
LT-L-T102-1	Nivel - Diferencia de Presión	T-102	Supervisión	LT-L-S202-1	Acero al carbono	
PT-P-T103-1	Presión – Membrana Resistiv	T-103	PT-P-T103-1	PT-P-R201-1	Acero al carbono	

	LISTADO DE INSTRUMENTACIÓN: ELEMENTOS DE MEDIDA	Planta: Producción de ácido acético		Proyecto	Aprobado:
		Localización: Zona Franca (Barcelona)		Diseño	Fecha: 13/09/12
				Área: 100	Página:
ÍTEM	TIPO DE MEDIDOR	SITUACIÓN	LAZO DE CONTROL	REFERENCIA	OBSERVACIONES
LT-L-T103-1	Nivel - Diferencia de presión	T-103	Supervisión	LT-L-S202-1	Acero al carbono
PT-P-T104-1	Presión - Membrana resistiva	T-104	PT-P-T104-1	PT-P-R201-1	Acero al carbono
LT-L-T104-1	Nivel - Diferencia de presión	T-104	Supervisión	LT-L-S202-1	Acero al carbono
PT-P-T105-1	Presión - Membrana resistiva	T-105	PT-P-T105-1	PT-P-R201-1	Acero al carbono
LT-L-T105-1	Nivel - Diferencia de presión	T-105	Supervisión	LT-L-S202-1	Acero al carbono
PT-P-T106-1	Presión - Membrana resistiva	T-106	PT-P-T106-1	PT-P-R201-1	Acero al carbono
LT-L-T106-1	Nivel - Diferencia de presión	T-106	Supervisión	LT-L-S202-1	Acero al carbono

	LISTADO DE INSTRUMENTACIÓN: ELEMENTOS DE MEDIDA	Planta: Producción de ácido acético		Proyecto	Aprobado:
		Localización: Zona Franca (Barcelona)		Diseño:	Fecha: 13/09/12
				Área: 100	Página:
ÍTEM	TIPO DE MEDIDOR	SITUACIÓN	LAZO DE CONTROL	REFERENCIA	OBSERVACIONES
PT-T-T121-1	Presión - Membrana resistiva	T-121	Supervisión	PT-P-R201-1	Servicio criogénico
LT-T-T121-1	Nivel - Diferencia de presión	T-121	Supervisión	LT-L-S202-1	Servicio criogénico
TT-T-T121-1	Temperatura-Pt100	T-121	Supervisión	TT-T-R201-1	Servicio criogénico
PT-T-T122-1	Presión - Membrana resistiva	T-122	Supervisión	PT-P-R201-1	Servicio criogénico
LT-T-T122-1	Nivel - Diferencia de presión	T-122	Supervisión	LT-L-S202-1	Servicio criogénico
TT-T-T122-1	Temperatura-Pt100	T-122	Supervisión	TT-T-R201-1	Servicio criogénico
PT-T-T123-1	Presión - Membrana resistiva	T-123	Supervisión	PT-P-R201-1	Servicio criogénico

	LISTADO DE INSTRUMENTACIÓN: ELEMENTOS DE MEDIDA	Planta: Producción de ácido acético		Proyecto	Aprobado:
		Localización: Zona Franca (Barcelona)		Diseño:	Fecha: 13/09/12
				Área: 100	Página:
ÍTEM	TIPO DE MEDIDOR	SITUACIÓN	LAZO DE CONTROL	REFERENCIA	OBSERVACIONES
LT-T-T123-1	Nivel - Diferencia de presión	T-123	Supervisión	LT-L-S202-1	Servicio criogénico
TT-T-T123-1	Temperatura-Pt100	T-123	Supervisión	TT-T-R201-1	Servicio criogénico
PT-T-T124-1	Presión - Membrana resistiva	T-124	Supervisión	PT-P-R201-1	Servicio criogénico
LT-T-T124-1	Nivel - Diferencia de presión	T-124	Supervisión	LT-L-S202-1	Servicio criogénico
TT-T-T124-1	Temperatura-Pt100	T-124	Supervisión	TT-T-R201-1	Servicio criogénico
PT-T-T125-1	Presión - Membrana resistiva	T-125	Supervisión	PT-P-R201-1	Servicio criogénico
LT-T-T125-1	Nivel - Diferencia de	T-125	Supervisión	LT-L-S202-1	Servicio criogénico
TT-T-T125-1	Temperatura-Pt100	T-125	Supervisión	TT-T-R201-1	Servicio criogénico

ÍTEM	TIPO DE MEDIDOR	LISTADO DE INSTRUMENTACIÓN: ELEMENTOS DE MEDIDA		Planta: Producción de ácido acético		Proyecto	Aprobado:
		Localización: Zona Franca (Barcelona)		Diseño:		Fecha: 13/09/12	
		SITUACIÓN		LAZO DE CONTROL	REFERENCIA	Página:	
TT-T-EV201-1	Temperatura-Pt100	2"-T-64-CO-205	Supervisión	TT-T-R201-1			
TT-T-R201-1/2	Temperatura-Pt100	R-201	T-R201-1	TT-T-R201-1			Vaina de Hastelloy Duplicado
NT-N-R201-1	Circulación - Horquilla vibratoria	R-201	Supervisión	NT-R200-1			
PT-P-R201-1	Presión - Membrana resistiva	R-201	Supervisión	PT-P-R201-1			Interior de Hastelloy
LT-L-R201-1	Nivel - Diferencia de presión	R-201	Supervisión	LT-L-S202-1			Interior de Hastelloy
TT-T-R202-1/2	Temperatura-Pt100	R-202	T-R202-1	TT-T-R201-1			Vaina de Hastelloy Duplicado
NT-N-R202-1	Circulación - Horquilla vibratoria	R-202	Supervisión	NT-R200-1			
PT-P-R202-1	Presión - Membrana resistiva	R-202	Supervisión	PT-P-R201-1			Interior de Hastelloy
LT-L-R202-1	Nivel - Diferencia de presión	R-202	Supervisión	LT-L-S202-1			Interior de Hastelloy
PT-P-S202-1	Presión - Membrana resistiva	5"-H-63-MEZ-215	P-S202-1	PT-P-R201-1			Interior de Hastelloy

ÍTEM	TIPO DE MEDIDOR	SITUACIÓN	LAZO DE CONTROL	Proyecto	
				Aprobado:	
				Diseño:	Fecha: 13/09/12
LISTADO DE INSTRUMENTACIÓN: ELEMENTOS DE MEDIDA		Planta: Producción de ácido acético		Área: 200	
		Localización: Zona Franca (Barcelona)		Página:	
REFERENCIA	OBSERVACIONES				
PT-S-202-2	Presión - Membrana resistiva	5"-H-63-MEZ-215	Supervisión	PT-P-R201-1	Interior de Hastelloy
PT-P-S-203-1	Presión - Membrana resistiva	5"-H-63-MEZ-215	Supervisión	PT-P-R201-1	Interior de Hastelloy
PT-S-204-1	Presión - Membrana resistiva	5"-H-63-MEZ-215	Supervisión	PT-P-R201-1	Interior de Hastelloy
PdI-P-S-202-1	Diferencia de presión - Membrana resistiva	S-202	Supervisión	PT-P-R201-1	
TT-T-S202-1	Temperatura-Pt100	S-202	Supervisión	TT-T-R201-1	
LT-L-S202-1	Nivel - Diferencia de presión	S-202	L-S202-1	LT-L-S202-1	
PdI-P-S202-1	Diferencia de presión	S-202	Indicador campo	PdI-P-S202-1	
AIT-A-R200-1	Analizador infrarrojo de CO	1/2"-H-64-MEZ-216	A-R200-1	AT-A-R200-1	
NT-F-R200-2	Circulación - Horquilla vibratoria	6"-T-24-MEZ-202	Supervisión	NT-R200-1	
FT-R200-2	Caudalímetro de vórtice	6"-T-24-MEZ-228	Supervisión	FT-R200-2	
TT-T-T201-1	Temperatura-Pt100	T-201	T-T201-1	TT-T-R201-1	
LT-L-T201-1	Nivel - Diferencia de presión	T-201	Supervisión	LT-L-S202-1	
TT-T-T202-1	Temperatura-Pt100	T-202	T-T202-1	TT-T-R201-1	
LT-T-202-1	Nivel - Diferencia de presión	T-202	Supervisión	LT-L-S202-1	

	LISTADO DE INSTRUMENTACIÓN: ELEMENTOS DE MEDIDA	Planta: Producción de ácido acético		Proyecto	Aprobado:
		Localización: Zona Franca (Barcelona)		Diseño:	Fecha: 13/09/12
				Área: 300	Página:
ÍTEM	TIPO DE MEDIDOR	SITUACIÓN	LAZO DE CONTROL	REFERENCIA	OBSERVACIONES
FT-F-COL301-1	Caudalímetro de hilo caliente	14"-T-23-MEZ-225	F-COL301-1	FT-F-COL301-1	
TT-T-COL301-10	Temperatura-Pt100	COL-301	Supervisión	TT-T-R201-1	
TT-T-COL301-1	Temperatura-Pt100	COL-301	T-COL301-1	TT-T-R201-1	Duplicado
TT-T-COL301-2	Temperatura-Pt100	COL-301	Supervisión	TT-T-R201-1	
TT-T-COL301-3	Temperatura-Pt100	COL-301	Supervisión	TT-T-R201-1	
TT-T-COL301-4	Temperatura-Pt100	COL-301	Supervisión	TT-T-R201-1	
TT-T-COL301-5	Temperatura-Pt100	COL-301	Supervisión	TT-T-R201-1	
TT-T-COL301-6	Temperatura-Pt100	COL-301	Supervisión	TT-T-R201-1	
TT-T-COL301-7	Temperatura-Pt100	COL-301	Supervisión	TT-T-R201-1	
TT-T-COL301-8	Temperatura-Pt100	COL-301	Supervisión	TT-T-R201-1	

	LISTADO DE INSTRUMENTACIÓN: ELEMENTOS DE MEDIDA	Planta: Producción de ácido acético		Proyecto	Aprobado:
		Localización: Zona Franca (Barcelona)		Diseño:	Fecha: 13/09/12
				Área: 300	Página:
ÍTEM	TIPO DE MEDIDOR	SITUACIÓN	LAZO DE CONTROL	REFERENCIA	OBSERVACIONES
TT-T-COL301-9	Temperatura-Pt100	COL-301	Supervisión	TT-T-R201-1	
PdT-P-COL301-1	Presión - Membrana resistiva	COL-301	Supervisión	PT-P-R201-1	
LT-L-COL301-1	Nivel - Diferencia de presión	COL-301	Supervisión	LT-L-S202-1	
LT-L-KR301-1	Nivel - Diferencia de presión	KR-301	L-KR301-1	LT-L-S202-1	
LT-L-T301-1	Nivel - Diferencia de presión	T-301	L-T301-1	LT-L-S202-1	
TT-T-Co302-1	Temperatura-Pt100	8"-T-24-MEZ-301	T-Co302-1	TT-T-R201-1	
TT-T-IC301-1	Temperatura-Pt100	2"-T-HAC-24-312	T-IC301-1	TT-T-R201-1	
FT-F-M301-1	Caudalímetro de vórtice	1"-T-24-HAC-313	F-M301-1	FT-R200-2	
TT-T-COL301-9	Temperatura-Pt100	COL-301	Supervisión	TT-T-R201-1	

	LISTADO DE INSTRUMENTACIÓN: ELEMENTOS DE MEDIDA	Planta: Producción de ácido acético		Proyecto	Aprobado:
		Localización: Zona Franca (Barcelona)		Diseño:	Fecha: 13/09/12
				Área: 400	Página:
ÍTEM	TIPO DE MEDIDOR	SITUACIÓN	LAZO DE CONTROL	REFERENCIA	OBSERVACIONES
LT-L-401	Nivel - Diferencia de presión	T-401	Supervisión	LT-L-S202-1	
TT-T-401	Temperatura-Pt100	T-401	T-T-401	TT-T-R201-1	
LT-L-402	Nivel - Diferencia de presión	T-402	Supervisión	LT-L-S202-1	
TT-T-402	Temperatura-Pt100	T-402	T-T-402	TT-T-R201-1	
LT-L-403	Nivel - Diferencia de presión	T-403	Supervisión	LT-L-S202-1	
TT-T-403	Temperatura-Pt100	T-403	T-T-403	TT-T-R201-1	
LT-L-404	Nivel - Diferencia de presión	T-404	Supervisión	LT-L-S202-1	
TT-T-404	Temperatura-Pt100	T-404	T-T-404	TT-T-R201-1	
LT-L-405	Nivel - Diferencia de presión	T-405	Supervisión	LT-L-S202-1	
TT-T-405	Temperatura-Pt100	T-405	T-T-405	TT-T-R201-1	

	LISTADO DE INSTRUMENTACIÓN: ELEMENTOS DE MEDIDA	Planta: Producción de ácido acético		Proyecto	Aprobado:
		Localización: Zona Franca (Barcelona)		Diseño:	Fecha: 13/09/12
				Área: 400	Página:
ÍTEM	TIPO DE MEDIDOR	SITUACIÓN	LAZO DE CONTROL	REFERENCIA	OBSERVACIONES
LT-T-421	Nivel - Diferencia de presión	T-421	Supervisión	LT-L-S202-1	
TI-T-421	Temperatura-Termómetro de dilatación	T-421	Supervisión	TI-421-1	
LT-T-422	Nivel - Diferencia de presión	T-422	Supervisión	LT-L-S202-1	
TI-T-422	Temperatura-Termómetro de dilatación	T-422	Supervisión	TI-421-1	

	LISTADO DE INSTRUMENTACIÓN: ELEMENTOS DE MEDIDA	Planta: Producción de ácido acético		Proyecto	Aprobado:
		Localización: Zona Franca (Barcelona)		Diseño:	Fecha: 13/09/12
				Área: 400	Página:
ÍTEM	TIPO DE MEDIDOR	SITUACIÓN	LAZO DE CONTROL	REFERENCIA	OBSERVACIONES
LT-T-426	Nivel - Diferencia de presión	T-426	Supervisión	LT-L-S202-1	
TI-T-426	Temperatura-Termómetro de dilatación	T-426	Supervisión	TI-421-1	
LT-T-427	Nivel - Diferencia de presión	T-427	Supervisión	LT-L-S202-1	
TI-T-427	Temperatura-Termómetro de dilatación	T-427	Supervisión	TI-421-1	

	LISTADO DE INSTRUMENTACIÓN: ELEMENTOS DE MEDIDA	Planta: Producción de ácido acético		Proyecto	Aprobado:
		Localización: Zona Franca (Barcelona)		Diseño:	Fecha: 13/09/12
				Área: 500	Página:
ÍTEM	TIPO DE MEDIDOR	SITUACIÓN	LAZO DE CONTROL	REFERENCIA	OBSERVACIONES
PT-P-500-1	Presión - Membrana resistiva	4"-T-24-MEZ-226	Supervisión	PT-P-R201-1	
TT-T-Co501-1	Temperatura-Pt100	3"-T-24-MEZ-501	T-Co501-1	TT-T-R201-1	
LT-L-T501-1	Nivel - Diferencia de presión	T-501	Supervisión	LT-L-S202-1	
PdT-P-COL501-1	Diferencia de presión - Membrana resistiva	COL-501	Supervisión	PT-P-R201-1	
AT-F-COL501-1	Analizador infrarrojo de metanol	1,25"-T-24-MEZ-201	F-COL501-1	AT-A-COL501-1	
FT-F-COL501-1	Caudalímetro de vórtice	1,25"-T-24-MEZ-201	FT-R200-2	FT-F-COL501-1	

4- ELEMENTOS FINALES DE CONTROL

4.1- Criterios de selección

Los elementos finales de control son los encargados de actuar sobre las variables del proceso para compensar las perturbaciones que aparecen y mantener la operación según lo indicado al sistema de control distribuido. En la instalación diseñada hay cuatro tipos de elementos finales de control:

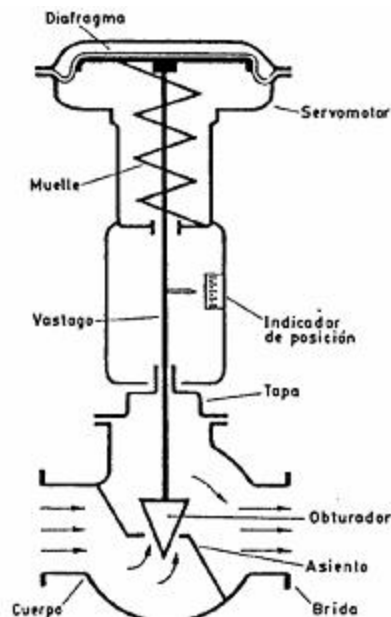
- Válvulas de regulación, que actúan variando el caudal de una corriente.
- Válvulas todo-nada, que actúan abriendo o cerrando el paso a una corriente.
- Variadores de frecuencia, que actúan sobre la velocidad de giro del motor de una bomba permitiendo variar el caudal impulsado sin variar la carga obtenida.
- Contactores digitales, que permiten abrir o cerrar un circuito arrancando o parando un equipo (bombas o agitadores)

Los contactores digitales son parte de la instalación eléctrica de la planta de producción y sus características no se indicarán en este apartado.

1. Válvulas de regulación

Las válvulas de regulación utilizadas serán de asiento o globo.

Una válvula de control completa cuenta fundamentalmente de dos partes: el cuerpo de la válvula y el servo-motor, llamado comúnmente actuador según se indica en la figura:



El cuerpo de una válvula de control tiene en su interior el obturador y los asientos y está unido a las conducciones mediante bridas. Se utilizarán válvulas de asiento simple por ofrecer un mejor cierre mecánico.

El actuador será neumático por ser la tecnología más extendida en control de procesos, y llevará el transductor integrado. Dado que las conducciones del proceso son de diámetro nominal reducido y no se prevé el uso de válvulas de gran tamaño todos los actuadores serán de diafragma.

2. Válvulas todo-nada

Las válvulas todo-nada son principalmente de tres tipos: de bola, de mariposa y de compuerta. En la instalación proyectada se utilizarán únicamente válvulas de bola y de mariposa por su menor peso, que reducirá el número de soportes necesarios, y por su capacidad para actuar como válvulas de regulación de forma grosera. Las válvulas de mariposa tendrán los cierres y juntas apropiados para evitar en la medida de lo posible la existencia de fugas.

Las válvulas de bola se instalarán en tuberías de diámetro nominal de 3" o inferior, mientras las de mariposa se instalarán en las tuberías de diámetro nominal mayor de 3". Esta práctica es usual en la industria debido a que hace mínimo el coste de compra.

3. Accesorios de los actuadores

En algunas válvulas se emplearán accesorios estándar para mejorar la respuesta. Los accesorios utilizados son los siguientes:

- Posicionador: lazo de control interno que controla la posición del vástago aumentando la velocidad de respuesta y compensando fuerzas de fricción. Se ha utilizado en todos los lazos de regulación donde la dinámica del proceso es más lenta que la de la válvula; fundamentalmente lazos de control de composición, temperatura y presión.
- Válvula solenoide: válvulas de tres vías que conectan el actuador con la atmósfera en caso de fallo de aire, poniendo la válvula en la posición de seguridad de forma mucho más rápida. Se han usado en todas las válvulas no redundantes para aumentar la seguridad del proceso, de acuerdo con los criterios generales de diseño del sistema de control.
- Interruptores de fin de carrera: interruptores que indican que la posición de una válvula está en el extremo de operación. Se han usado en todas las válvulas todo-nada para conocer su estado en todo momento, ya que su operación es menos común que las válvulas de control.

4. Variadores de frecuencia

Los variadores de frecuencia son motores de velocidad de giro variable que permiten modificar el caudal manteniendo la presión de salida constante, con ventajas en cuanto a consumo de energía eléctrica como en cuanto a comportamiento dinámico. Se usan en sustitución de válvulas de control de caudal a la salida de bombas allí donde las necesidades de control las requieran y en bombas de impulsión de reactivos y corriente de recirculación hacia los reactores R-201 y R-202 para poder operar la instalación a diversas capacidades de producción de acuerdo con la demanda existente de ácido acético.

4.2- Dimensionado de válvulas de regulación

El dimensionado de una válvula de regulación tiene como objetivo que la válvula de control funcione de forma estable y tenga un buen comportamiento, que se concreta en tres puntos:

- Estabilidad a lo largo de todo el recorrido.
- No operar cerca de los extremos.
- Tener suficiente recorrido y velocidad como para poder compensar las perturbaciones que aparezcan.

El dimensionamiento de una válvula de regulación se realizará especificando su coeficiente de caudal. Los coeficientes de caudal se definen en unidades inglesas y en unidades SI, dando lugar a los parámetros K_{VS} y C_V respectivamente.

- K_{vs} es el caudal de agua a 15°C en m³/h que atraviesa la válvula completamente abierta con una pérdida de carga de 1 bar.
- C_v es el caudal de agua (peso específico 1) en gal/min que atraviesa la válvula completamente abierta con una pérdida de carga de 1 psi.

Los parámetros K_v y C_v están relacionados: $K_{vs} = 0,86 C_v$

El coeficiente de caudal K_{vs} se calcula según las ecuaciones (1) (para líquidos) y (2) (para gases):

$$K_{vs} = \frac{W}{0,53 \cdot \sqrt{\Delta P_v}} \quad (1)$$

Donde:

W: caudal másico de líquido (kg/min)

ρ : densidad (kg/m³)

ΔP_v : pérdida de carga a través de la válvula (bar)

$$K_{vs} = \frac{W}{0,53Y \cdot \sqrt{x \cdot P_1 \cdot \rho_1}} \quad (2)$$

Donde:

W: caudal másico de gas (kg/min)

ρ_1 : densidad antes de la válvula (kg/m³)

P_1 : presión antes de la válvula (bar)

Y: factor de expansión

Donde:

$$x = \frac{P_1}{\Delta P_v}$$

$$Y = 1 - 0,333 \cdot \frac{x}{Cp / 1,4 \cdot x_T}$$

Donde:

Cp: capacidad calorífica a presión constante del gas.

x_T : parámetro que depende del tipo de válvula: 0,75 para asiento, 0,25 para bola y 0,2 para mariposa.

En el caso de mezclas líquido-vapor se puede utilizar la ecuación 3.1 utilizando el valor de la densidad promedio de la mezcla bifásica.

La pérdida de carga típica a través de la válvula se ha estimado mediante un factor K que multiplica la carga de velocidad:

$$P_V = K \cdot \rho \cdot \frac{v^2}{2}$$

Donde:

ρ : densidad (kg/m³)

ΔP_V : pérdida de carga a través de la válvula (bar)

v: velocidad de circulación (m/s)

El factor K depende del tipo de válvula; para válvulas de asiento que operan al 50% vale 36.

El diámetro nominal seleccionado se encontrará siempre entre el de la conducción y la mitad del de la conducción para favorecer la operación de las válvulas de regulación entre un 10% y un 80% del total en operación. Todas las válvulas de regulación de la instalación pertenecen al modelo Samson.

No se han dimensionado las válvulas todo-nada debido a que no se ha realizado un modelo lo suficientemente detallado de la circulación de fluidos a través de la instalación como para determinar sus condiciones óptimas de pérdida de carga.

Los resultados obtenidos y los datos utilizados en los cálculos se muestran en las siguientes tablas, cuya nomenclatura es:

G/L: estado de agregación del fluido (líquido, gas o flujo bifásico).

DN: diámetro nominal de la conducción.

V: velocidad de circulación .

P: presión de entrada.

ΔP : pérdida de carga en la válvula.

T: temperatura de entrada.

Kvs calc: coeficiente de caudal Kvs calculado.

Cv calc, Cv: coeficiente de caudal Cv calculado y escogido en catálogo.

DNv: diámetro nominal de la válvula.

LISTADO DE CONDICIONES DE OPERACIÓN Y DIMENSIONES DE VÁLVULAS DE REGULACIÓN				Planta: Producción de ácido acético			Proyecto		Aprobado:		
							Diseño:		Fecha: 13/09/12		
				Localización: Zona Franca (Barcelona)			Área: NP		Página:		
ÍTEM	G/L	DN (in)	v (m/s)	P (bar)	T (°C)	ΔP (bar)	K_{vs} calc	C_v calc	C_v	DN_v (in)	
TCV-T-IC101-1	L	1,5	2,3	3	0	0,67	9,7	11	12	1	
TCV-T-R201-2	L	8,0	4,2	3	40	0,70	477,1	558	735	8	
FCV-A200-1	G	0,5	1,2	29	190	0,67	0,0	0	0,3	0,5	
TCV-T-R202-2	L	6,0	1,6	3	40	0,70	477,1	558	735	4	
FCV-L-S202-1	L	6,0	1,3	2	125	0,67	99,1	116	120	4	
PCV-P-S202-1	L/G	5,0	2,8	29	190	13,00	4,3	5	7,5	2	
FCV-F-COL301-1	G	14,0	19,9	2	125	0,67	627,3	734	735	10	
FCV-L-KR301-1	L	2,0	1,4	2	117	0,33	17,3	20	30	2	
TCV-T-COL301-1	G	8,0	22,3	4	140	0,67	129,8	152	190	6	
FCV-L-T301-1	L	2,5	1,6	1	85	0,00	27,0	32	40	2	
TCV-T-Co302-1	L	12,0	1,9	2	20	0,67	613,9	718	735	10	
FCV-L-S301-1	L	2,5	1,4	2	25	0,00	27,0	32	40	2	
TCV-T-IC301-1	L	4,0	2,1	2	40	0,00	69,2	81	95	3	
FCV-F-M301-1	L	0,75	1,7	2	18	0,67	2,1	2	3	0,75	

4.3- Listado de elementos finales de control

En las siguientes tablas se indican las características de instalación, operación y accesorios de las válvulas de control empleadas en la instalación proyectada. Las abreviaturas empleadas son las siguientes:

L/G: estado del fluido que atraviesa la válvula (L: líquido, G: gas, L/G: mezcla bifásica)

Lazo de control: lazo de control cuyo elemento final de control es la válvula indicada (si existe)

Referencia: hoja de especificaciones de la válvula análoga especificada (sólo se ha elaborada una de cada tipo)

P: posicionar (sí/no)

S: válvula solenoide (sí/no)

F: actuación en caso de fallo (A: abre, C: cierra)

Observaciones: condiciones remarcables de servicio, fundamentalmente material necesario para evitar la corrosión.

ÍTEM	LISTADO DE INSTRUMENTACIÓN: VÁLVULAS DE REGULACIÓN (DISEÑO)			Planta: Producción de ácido acético		Proyecto		Aprobado:	
	SITUACIÓN	L/G	TIPO DE VÁLVULA	LAZO DE CONTROL	REFERENCIA	Diseño:		Fecha: 13/09/12	
						P	S	F	OBSERVACIONES
									Página:
TCV-T-IC101-1	1,5"-F-24-AG-168	L	Asiento	T-IC101-1	TCV-T-IC101-1	X	X	A	
TCV-T-R201-2	4"-F-24-AR-240	L	Asiento	T-R201-2	TCV-T-IC101-1	X	X	A	
FCV-A-R200-1	1/2"-H-64-MEZ-216	G	Asiento	A-R200-1	TCV-T-IC101-1	X	X	A	Hastelloy
TCV-T-R202-2	4"-F-24-AR-244	L	Asiento	T-R202-1	TCV-T-IC101-1	X	X	A	
FCV-L-S202-1	6"-T-24-MEZ-202	L	Asiento	L-S202-1	TCV-T-IC101-1		X	A	SS 316
PCV-P-S202-1	5"-H-63-MEZ-215	L/G	Asiento	P-S202-1	PCV-P-S202-1	X	X	C	Hastelloy
FCV-F-COL301-1	14"-T-23-MEZ-225	G	Asiento	F-COL301-1	TCV-T-IC101-1		X	A	SS 316
FCV-L-KR301-1	2"-T-23-HAC-310	L	Asiento	L-KR301-1	TCV-T-IC101-1		X	A	SS 316

ÍTEM	SITUACIÓN	L/G	TIPO DE VÁLVULA	LAZO DE CONTROL	REFERENCIA	Proyecto			Aprobado:
						Diseño:			Fecha: 13/09/12
						Área: NP			Página:
TCV-T-COL301-1	8"-F-24-V-321	G	Asiento	T-COL301-1	TCV-T-IC101-1	X	X	C	
FCV-L-T301-1	2,5"-T-24-MEZ-304	L	Asiento	L-T301-1	TCV-T-IC101-1		X	A	SS 316
TCV-T-Co302-1	12"-F-24-AF-323	L	Asiento	T-Co302-1	TCV-T-IC101-1	X	X	A	
FCV-L-S301-1	2,5"-T-24-MEZ-203	L	Asiento	L-S301-1	TCV-T-IC101-1		X	A	SS 316
TCV-T-IC301-1	4"-F-24-AR-319	L	Asiento	T-IC301-1	TCV-T-IC101-1	X	X	A	
FCV-F-M301-1	0,75"-T-23-HAC-316	L	Asiento	F-M301-1	TCV-T-IC101-1		X	C	SS 316
TCV-T-Co501-1	1"-F-24-AF-508	L	Asiento	T-Co501-1	TCV-T-IC101-1	X	X	A	

ÍTEM	LISTADO DE INSTRUMENTACIÓN: VÁLVULAS TODO-NADA		Planta: Producción de ácido acético		Proyecto			Aprobado:	
					Diseño:			Fecha: 13/09/12	
					Localización: Zona Franca (Barcelona)			Área: 100	
SITUACIÓN	L/G	TIPO DE VÁLVULA	LAZO DE CONTROL	REFERENCIA	FC	S	F	OBSERVACIONES	
FHV-F-100-1	2"-F-24-ME-112	L	Bola	---	FHV-F-100-1	X	X	C	
FHV-F-100-2	1,25"-F-24-N-156	G	Bola	---	FHV-F-100-1	X	X	C	
FHV-F-100-3	2"-F-44-CO-126	L	Mariposa	---	FHV-F-R201-3	X	X	C	Servicio criogénico
FHV-F-100-4	1,25"-F-24-N-155	G	Bola	---	FHV-F-100-1	X	X	C	
FHV-F-141-1	1,25"-F-24-N-153	L	Mariposa	---	FHV-F-R201-3	X	X	C	Servicio criogénico
FHV-P-T101-1	1,25"-F-24-N-160	G	Bola	P-T101-1	FHV-F-100-1	X	X	A	
FHV-P-T102-1	1,25"-F-24-N-161	G	Bola	P-T102-1	FHV-F-100-1	X	X	A	
FHV-P-T103-1	1,25"-F-24-N-162	G	Bola	P-T103-1	FHV-F-100-1	X	X	A	
FHV-P-T104-1	1,25"-F-24-N-163	G	Bola	P-T104-1	FHV-F-100-1	X	X	A	
FHV-P-T105-1	1,25"-F-24-N-164	G	Bola	P-T105-1	FHV-F-100-1	X	X	A	
FHV-P-T106-1	1,25"-F-24-N-165	G	Bola	P-T106-1	FHV-F-100-1	X	X	A	
FHV-P-T107-1	1,25"-F-24-N-166	G	Bola	P-T107-1	FHV-F-100-1	X	X	A	

ÍTEM	LISTADO DE INSTRUMENTACIÓN: VÁLVULAS TODO-NADA		Planta: Producción de ácido acético		Proyecto			Aprobado:	
					Diseño:			Fecha: 13/09/12	
					Localización: Zona Franca (Barcelona)			Área: 100	
SITUACIÓN	L/G	TIPO DE VÁLVULA	LAZO DE CONTROL	REFERENCIA	FC	S	F	OBSERVACIONES	
FHV-P-T108-1	1,25"-F-24-N-167	G	Bola	P-T108-1	FHV-F-100-1	X	X	A	
FHV-F-T101-1	3"-F-24-ME-132	L	Bola	---	FHV-F-100-1	X		C	
FHV-F-T102-1	3"-F-24-ME-133	L	Bola	---	FHV-F-100-1	X		C	
FHV-F-T103-1	3"-F-24-ME-134	L	Bola	---	FHV-F-100-1	X		C	
FHV-F-T104-1	3"-F-24-ME-135	L	Bola	---	FHV-F-100-1	X		C	
FHV-F-T105-1	3"-F-24-ME-119	L	Bola	---	FHV-F-100-1	X		C	
FHV-F-T106-1	3"-F-24-ME-120	L	Bola	---	FHV-F-100-1	X		C	
FHV-F-T107-1	3"-F-24-ME-121	L	Bola	---	FHV-F-100-1	X		C	
FHV-F-T108-1	3"-F-24-ME-122	L	Bola	---	FHV-F-100-1	X		C	
FHV-F-T101-2	2"-F-24-ME-101	L	Bola	---	FHV-F-100-1	X		C	
FHV-F-T102-2	2"-F-24-ME-102	L	Bola	---	FHV-F-100-1	X		C	
FHV-F-T103-2	2"-F-24-ME-103	L	Bola	---	FHV-F-100-1	X		C	

ÍTEM	LISTADO DE INSTRUMENTACIÓN: VÁLVULAS TODO-NADA		Planta: Producción de ácido acético		Proyecto			Aprobado:	
					Diseño:			Fecha: 13/09/12	
					Localización: Zona Franca (Barcelona)			Área: 100	
SITUACIÓN	L/G	TIPO DE VÁLVULA	LAZO DE CONTROL	REFERENCIA	FC	S	F	OBSERVACIONES	
FHV-F-T104-2	2"-F-24-ME-104	L	Bola	---	FHV-F-100-1	X		C	
FHV-F-T105-2	2"-F-24-ME-105	L	Bola	---	FHV-F-100-1	X		C	
FHV-F-T106-2	2"-F-24-ME-106	L	Bola	---	FHV-F-100-1	X		C	
FHV-F-T121-1	3"-T-44-CO-144	L	Mariposa	---	FHV-F-R201-3	X		C	Servicio criogénico
FHV-F-T122-1	3"-T-44-CO-145	L	Mariposa	---	FHV-F-R201-3	X		C	Servicio criogénico
FHV-F-T123-1	3"-T-44-CO-146	L	Mariposa	---	FHV-F-R201-3	X		C	Servicio criogénico
FHV-F-T124-1	3"-T-44-CO-147	L	Mariposa	---	FHV-F-R201-3	X		C	Servicio criogénico
FHV-F-T125-1	3"-T-44-CO-151	L	Mariposa	---	FHV-F-R201-3	X		C	Servicio criogénico
FHV-F-T126-1	3"-T-44-CO-152	L	Mariposa	---	FHV-F-R201-3	X		C	Servicio criogénico

ÍTEM	SITUACIÓN	L/G	TIPO DE VÁLVULA	LAZO DE CONTROL	REFERENCIA	FC	S	F	OBSERVACIONES
FHV-F-T122-2	2"-F-44-CO-116	L	Mariposa	---	FHV-F-R201-3	X		C	Servicio criogénico
FHV-F-T123-2	2"-F-44-CO-117	L	Mariposa	---	FHV-F-R201-3	X		C	Servicio criogénico
FHV-F-T124-2	2"-F-44-CO-118	L	Mariposa	---	FHV-F-R201-3	X		C	Servicio criogénico
FHV-F-T125-2	2"-F-44-CO-119	L	Mariposa	---	FHV-F-R201-3	X		C	Servicio criogénico
FHV-F-T126-2	2"-F-44-CO-120	L	Mariposa	---	FHV-F-R201-3	X		C	Servicio criogénico

ÍTEM	SITUACIÓN	L/G	TIPO DE VÁLVULA	LAZO DE CONTROL	REFERENCIA	Proyecto			Aprobado:
						Diseño:			Fecha: 13/09/12
						Área: 200			Página:
LISTADO DE INSTRUMENTACIÓN: VÁLVULAS TODO-NADA		Planta: Producción de ácido acético			Localización: Zona Franca (Barcelona)				
FHV-F-R201-1	1,25"-T-24-N-236	G	Bola	---	FHV-F-100-1	X	X	C	SS 316
FHV-F-R201-2	2,5"-F-24-AR-241	L	Tres vías	---	FHV-F-R201-2	X	X	Agua	
FHV-F-R201-3	4"-H-64-MEZ-210	L	Mariposa	---	FHV-F-R201-3	X	X	A	Hastelloy
FHV-F-R201-4	10"-F-24-V-232	G	Asiento	---	FHV-F-R201-4	X	X	C	
FHV-F-R201-5	1,5"-T-64-CO-206	G	Bola	---	FHV-F-100-1	X	X	C	SS 316
FHV-F-R201-6	4"-H-64-MEZ-211	L	Mariposa	---	FHV-F-R201-3	X	X	A	Hastelloy
FHV-F-R202-1	1,25"-T-24-N-237	G	Bola	---	FHV-F-100-1	X	X	C	SS 316
FHV-F-R202-2	2,5"-F-24-AR-245	L	Tres vías	---	FHV-F-R201-2	X	X	Agua	
FHV-F-R202-3	4"-H-64-MEZ-208	L	Mariposa	---	FHV-F-R201-3	X	X	A	Hastelloy
FHV-F-R202-4	10"-F-24-V-235	G	Asiento	---	FHV-F-R201-4	X	X	C	
FHV-F-R202-5	1,5"-T-64-CO-209	G	Bola	---	FHV-F-100-1	X	X	C	SS 316
FHV-F-R202-6	4"-H-64-MEZ-212	L	Mariposa	---	FHV-F-R201-3	X	X	A	Hastelloy

LISTADO DE INSTRUMENTACIÓN: VÁLVULAS TODO-NADA		Planta: Producción de ácido acético			Proyecto			Aprobado:	
					Diseño:			Fecha: 13/09/12	
					Localización: Zona Franca (Barcelona)			Área: 200	
ÍTEM	SITUACIÓN	L/G	TIPO DE VÁLVULA	LAZO DE CONTROL	REFERENCIA	FC	S	F	OBSERVACIONES
FHV-T-T201-1	1,25"-F-24-AG-250	L	Bola	---	FHV-F-100-1	x		A	
FHV-F-T201-2	1,25"-T-24-MEZ-201	L	Bola	---	FHV-F-100-1	x	x	C	SS316
FHV-F-T201-3	1,25"-T-24-N-256	G	Bola	---	FHV-F-100-1	x	x	C	SS 316
FHV-F-T201-4	1,25"-T-24-N-233	G	Bola	---	FHV-F-100-1	x	x	C	SS 316
FHV-F-T201-5	3"-H-24-MEZ-204	L	Bola	---	FHV-F-100-1	x	x	C	Hastelloy
FHV-T-T202-1	1,5"-F-24-AG-252	L	Bola	---	FHV-F-100-1	x		A	
FHV-F-T202-1	6"-T-24-MEZ-230	L	Mariposa	---	FHV-F-R201-3	x	x	C	SS316
FHV-F-T202-2	6"-T-24-MEZ-229	L	Mariposa	---	FHV-F-R201-3	x		C	SS316
FHV-F-T202-3	1,25"-T-24-N-254	G	Bola	---	FHV-F-100-1	x	x	C	SS316
FHV-F-T202-4	1,25"-T-24-N-255	G	Bola	---	FHV-F-100-1	x	x	C	SS316

LISTADO DE INSTRUMENTACIÓN: VÁLVULAS TODO-NADA		Planta: Producción de ácido acético			Proyecto			Aprobado:				
					Localización: Zona Franca (Barcelona)			Diseño:			Fecha: 13/09/12	
								Área: 300			Página:	
ÍTEM	SITUACIÓN	L/G	TIPO DE VÁLVULA	LAZO DE CONTROL	REFERENCIA	FC	S	F	OBSERVACIONES			
FHV-F-300-1	1,25"-F-24-N-325	G	Bola	---	FHV-F-100-1	X	X	C				
FHV-F-Co301-1	16"-T-24-MEZ-302	G	Mariposa	---	FHV-F-R201-3	X	X	A	SS316			
FHV-F-S301-1	4"-T-24-MEZ-224	G	Mariposa	---	FHV-F-R201-3	X	X	A	SS316			

LISTADO DE INSTRUMENTACIÓN: VÁLVULAS TODO-NADA		Planta: Producción de ácido acético			Proyecto			Aprobado:	
					Diseño:			Fecha: 13/09/12	
					Localización: Zona Franca (Barcelona)			Área: 400	
ÍTEM	SITUACIÓN	L/G	TIPO DE VÁLVULA	LAZO DE CONTROL	REFERENCIA	FC	S	F	OBSERVACIONES
FHV-F-400-1	4"-T-23-HAC-314	L	Mariposa	---	FHV-F-R201-3	X	X	C	SS316
FHV-F-400-2	3"-T-23-HAC-440	L	Bola	---	FHV-F-100-1	X	X	C	SS316
FHV-F-420-1	4"-T-23-HACD-313	L	Mariposa	---	FHV-F-R201-3	X	X	C	SS316
FHV-F-420-2	3"-T-23-HACD-456	L	Bola	---	FHV-F-100-1	X	X	C	SS316
FHV-F-T401-1	2"-T-24-HAC-401	L	Bola	---	FHV-F-100-1	X		C	SS316
FHV-F-T402-1	2"-T-24-HAC-402	L	Bola	---	FHV-F-100-1	X		C	SS316
FHV-F-T403-1	2"-T-24-HAC-403	L	Bola	---	FHV-F-100-1	X		C	SS316
FHV-F-T404-1	2"-T-24-HAC-404	L	Bola	---	FHV-F-100-1	X		C	SS316
FHV-F-T405-1	2"-T-24-HAC-405	L	Bola	---	FHV-F-100-1	X		C	SS316

LISTADO DE INSTRUMENTACIÓN: VÁLVULAS TODO-NADA		Planta: Producción de ácido acético				Proyecto			Aprobado:	
						Diseño:			Fecha: 13/09/12	
						Localización: Zona Franca (Barcelona)			Área: 400	
ÍTEM	SITUACIÓN	L/G	TIPO DE VÁLVULA	LAZO DE CONTROL	REFERENCIA	FC	S	F	OBSERVACIONES	
THVA-T-T401-1	1"-F-24-V-4135	L	Tres vías	T-T401-1	FHV-F-R201-2	X	X	A		
	1"-F-24-V-468	G						C		
THVB-T-T401-1	1"-F-24-V-4121	L	Tres vías	T-T401-1	FHV-F-R201-2	X	X	A		
	1"-F-24-V-483	L						C		
THVC-T-T401-1	1"-F-24-V-4136	L	Tres vías	T-T401-1	FHV-F-R201-2	X	X	A		
	1"-F-24-V-484	L						C		
THVD-T-T401-1	1"-F-24-V-4139	L	Tres vías	T-T401-1	FHV-F-R201-2	X	X	A		
	1"-F-24-V-465	G						C		
THVA-T-T402-1	1"-F-24-V-4139	L	Tres vías	T-T402-1	FHV-F-R201-2	X	X	A		
	1"-F-24-V-465	G						C		
THVB-T-T402-1	1"-F-24-V-4118	L	Tres vías	T-T402-1	FHV-F-R201-2	X	X	A		
	1"-F-24-V-487	L						C		
THVC-T-T402-1	1"-F-24-V-4140	L	Tres vías	T-T402-1	FHV-F-R201-2	X	X	A		
	1"-F-24-V-466	G						C		
THVD-T-T402-1	1"-F-24-V-4117	L	Tres vías	T-T402-1	FHV-F-R201-2	X	X	A		
	1"-F-24-V-489	L						C		

LISTADO DE INSTRUMENTACIÓN: VÁLVULAS TODO-NADA		Planta: Producción de ácido acético				Proyecto			Aprobado:	
						Diseño:			Fecha: 13/09/12	
						Localización: Zona Franca (Barcelona)			Área: 400	
ÍTEM	SITUACIÓN	L/G	TIPO DE VÁLVULA	LAZO DE CONTROL	REFERENCIA	FC	S	F	OBSERVACIONES	
THVA-T-T403-1	1"-F-24-V-4142	L	Tres vías	T-T403-1	FHV-F-R201-2	X	X	A		
	1"-F-24-V-462	G						C		
THVB-T-T403-1	1"-F-24-V-493	L	Tres vías	T-T403-1	FHV-F-R201-2	X	X	C		
	1"-F-24-V-4112	L						A		
THVC-T-T403-1	1"-F-24-V-463	G	Tres vías	T-T403-1	FHV-F-R201-2	X	X	C		
	1"-F-24-V-4143	L						A		
THVD-T-T403-1	1"-F-24-V-491	L	Tres vías	T-T403-1	FHV-F-R201-2	X	X	C		
	1"-F-24-V-4114	L						A		
THVA-T-T404-1	1"-F-24-V-459	G	Tres vías	T-T404-1	FHV-F-R201-2	X	X	C		
	1"-F-24-V-4145	L						A		
THVB-T-T404-1	1"-F-24-V-493	L	Tres vías	T-T404-1	FHV-F-R201-2	X	X	C		
	1"-F-24-V-4112	L						A		
THVC-T-T404-1	1"-F-24-V-494	G	Tres vías	T-T404-1	FHV-F-R201-2	X	X	C		
	1"-F-24-V-4146	L						A		
THVD-T-T404-1	1"-F-24-V-495	L	Tres vías	T-T404-1	FHV-F-R201-2	X	X	C		
	1"-F-24-V-4111	L						A		

LISTADO DE INSTRUMENTACIÓN: VÁLVULAS TODO-NADA		Planta: Producción de ácido acético				Proyecto			Aprobado:	
						Diseño:			Fecha: 13/09/12	
						Localización: Zona Franca (Barcelona)			Área: 400	
ÍTEM	SITUACIÓN	L/G	TIPO DE VÁLVULA	LAZO DE CONTROL	REFERENCIA	FC	S	F	OBSERVACIONES	
THVA-T-T405-1	1"-F-24-V-472	G	Tres vías	T-T405-1	FHV-F-R201-2	X	X	C		
	1"-F-24-V-4158	L						A		
THVB-T-T405-1	1"-F-24-V-4106	L	Tres vías	T-T405-1	FHV-F-R201-2	X	X	C		
	1"-F-24-V-4125	L						A		
THVC-T-T405-1	1"-F-24-V-473	G	Tres vías	T-T405-1	FHV-F-R201-2	X	X	C		
	1"-F-24-V-4159	L						A		
THVD-T-T405-1	1"-F-24-V-4107	L	Tres vías	T-T405-1	FHV-F-R201-2	X	X	C		
	1"-F-24-V-4124	L						A		

LISTADO DE INSTRUMENTACIÓN: VÁLVULAS TODO-NADA		Planta: Producción de ácido acético				Proyecto			Aprobado:
						Diseño:			Fecha: 13/09/12
						Localización: Zona Franca (Barcelona)			Área: 400
ÍTEM	SITUACIÓN	L/G	TIPO DE VÁLVULA	LAZO DE CONTROL	REFERENCIA	FC	S	F	OBSERVACIONES
FHV-F-T401-2	3"-T-24-HAC-429	L	Bola	---	FHV-F-100-1	X		C	SS316
FHV-F-T402-2	3"-T-24-HAC-430	L	Bola	---	FHV-F-100-1	X		C	SS316
FHV-F-T403-2	3"-T-24-HAC-431	L	Bola	---	FHV-F-100-1	X		C	SS316
FHV-F-T404-2	3"-T-24-HAC-432	L	Bola	---	FHV-F-100-1	X		C	SS316
FHV-F-T405-2	3"-T-24-HAC-433	L	Bola	---	FHV-F-100-1	X		C	SS316
FHV-F-T421-1	2"-T-24-HACD-413	L	Bola	---	FHV-F-100-1	X		C	SS316
FHV-F-T422-1	2"-T-24-HACD-414	L	Bola	---	FHV-F-100-1	X		C	SS316
FHV-F-T423-1	2"-T-24-HACD-415	L	Bola	---	FHV-F-100-1	X		C	SS316
FHV-F-T424-1	2"-T-24-HACD-416	L	Bola	---	FHV-F-100-1	X		C	SS316
FHV-F-T425-1	2"-T-24-HACD-417	L	Bola	---	FHV-F-100-1	X		C	SS316

LISTADO DE INSTRUMENTACIÓN: VÁLVULAS TODO-NADA		Planta: Producción de ácido acético				Proyecto			Aprobado:	
						Diseño:			Fecha: 13/09/12	
						Localización: Zona Franca (Barcelona)			Área: 400	
ÍTEM	SITUACIÓN	L/G	TIPO DE VÁLVULA	LAZO DE CONTROL	REFERENCIA	FC	S	F	OBSERVACIONES	
FHV-F-T421-2	3"-T-24-HACD-441	L	Bola	---	FHV-F-100-1	X		C	SS316	
FHV-F-T422-2	3"-T-24-HACD-442	L	Bola	---	FHV-F-100-1	X		C	SS316	
FHV-F-T423-2	3"-T-24-HACD-443	L	Bola	---	FHV-F-100-1	X		C	SS316	
FHV-F-T424-2	3"-T-24-HACD-444	L	Bola	---	FHV-F-100-1	X		C	SS316	
FHV-F-T425-2	3"-T-24-HACD-445	L	Bola	---	FHV-F-100-1	X		C	SS316	

LISTADO DE INSTRUMENTACIÓN: VÁLVULAS TODO-NADA		Planta: Producción de ácido acético				Proyecto			Aprobado:	
						Diseño:			Fecha: 13/09/12	
						Localización: Zona Franca (Barcelona)			Área: 500	
ÍTEM	SITUACIÓN	L/G	TIPO DE VÁLVULA	LAZO DE CONTROL	REFERENCIA	FC	S	F	OBSERVACIONES	
FHV-F-T501-1	3"-T-24-MEZ-506	L	Bola	---	FHV-F-100-1	X	X	C	SS316	
FHV-F-COL501-1	3"-T-24-MEZ-502	L	Bola	---	FHV-F-100-1	X	X	C	SS316	

ÍTEM	SITUACIÓN	TIPO DE ACTUADOR	LAZO DE CONTROL	OBSERVACIONES	LISTADO DE INSTRUMENTACIÓN: OTROS ACTUADORES		
					Planta: Producción de ácido acético	Proyecto	Aprobado:
					Localización: Zona Franca (Barcelona)	Diseño:	Fecha: 13/09/12
						Área: NP	Página:
SC-F-COL501-1A	B-101 A	Variador de frecuencia	F-COL501-1				
SC-F-COL501-1B	B-101 B	Variador de frecuencia	F-COL501-1				
SC-F-COL501-2A	B-101 A	Variador de frecuencia	F-COL501-1				
SC-F-COL501-2B	B-101 B	Variador de frecuencia	F-COL501-1				
SC-F-B201A	B-201 A	Variador de frecuencia	---				
SC-F-B201B	B-201 B	Variador de frecuencia	---				
SC-F-B202A	B-202 A	Variador de frecuencia	---				
SC-F-B202B	B-202 B	Variador de frecuencia	---				
OS-O-R201	Agitador de R-201	Interruptor	---				
OS-O-R202	Agitador de R-202	Interruptor	---				
FS-F-B301A	B-301A	Interruptor	---				
FS-F-B301B	B-301B	Interruptor	---				
FS-F-B401A	B-401A	Interruptor	---				
FS-F-B401	B-401B	Interruptor	---				
FS-F-B421A	B-421A	Interruptor	---				
FS-F-B421B	B-421B	Interruptor	---				

5.- SISTEMAS DE ADQUISICIÓN DE DATOS

5.1- Consideraciones generales y criterio de selección

Antes de la extensión del uso de los microprocesadores digitales en el control de procesos tanto las señales emitidas por los sensores como la acción del controlador se basaban en señales analógicas. Hoy en día muchas de estas señales siguen siendo analógicas tanto por la amplitud de su uso como por ser en algunos casos inherentemente analógicas (como las válvulas de control de actuación neumática).

Los ordenadores de control sólo pueden operar con señales digitales. Por ello, en los sistemas de control modernos son imprescindibles los conversores analógico/digitales (A/D) y los conversores digital/analógicos (D/A) para las entradas y salidas al sistema de control distribuido respectivamente.

La comunicación entre la instrumentación de planta y el sistema de control distribuido y la conversión A/D y D/A se realiza típicamente mediante tarjetas de adquisición de datos. Cada una de estas tarjetas tiene un número limitado de entradas y salidas analógicas y digitales; por lo tanto es necesario el recuento del número total de señales a manejar para saber el tipo y número de tarjetas necesarios. En esta sección se calculará el número total de señales del proceso y se indicará una solución factible para su procesado.

La distribución de las tarjetas de adquisición de datos se hará por zonas de proceso, con el fin de evitar la necesidad de utilizar cables de longitud elevada y de proporcionar flexibilidad para decidir qué zonas atraviesan. El criterio de selección de las tarjetas de adquisición será la capacidad de cubrir las necesidades de adquisición de datos utilizando un número mínimo de tarjetas y con un mínimo de conexiones analógicas no utilizadas (las más caras).

5.2- Recuento de señales

En la instalación diseñada hay cuatro tipos de señales:

- **Entradas analógicas** estándar de 4-20 mA. Proceden de los sensores de proceso (de presión, temperatura, nivel, caudal y composición)
- **Salidas analógicas** estándar de 4-20 mA, dirigidas hacia las válvulas de regulación y los variadores de frecuencia de las bombas.
- **Entradas digitales** procedentes de transmisores todo/nada de circulación (indicados como N en este manual) y de interruptores de final de carrera de válvulas todo/nada
- **Salidas digitales**, que se dirigen hacia elementos finales de control todo/nada tales como válvulas o interruptores.

La cantidad total de señales por elemento de instrumentación se indica en las tablas que se presentan a continuación:

Instrumento	Descripción	Lazo de control	APROBADO:			
			LISTADO DE SEÑALES		Proyecto n°:	Área:100
			Planta: Producción HAc		Diseño:	Fecha: 13/09/12
			Localización: Zona Franca		Hoja:	Página:
SENSORES Y ELEMENTOS DE MEDIDA						
PT-T-T141-1	Presión - Membrana resistiva	Supervisión	1			
TT-T-T141-1	Temperatura-Pt100	Supervisión	1			
LT-T-T141-1	Nivel - Diferencia de presión	Supervisión	1			
PT-P-T101-1	Presión – Membrana resistiva	P-P-T101-1	1			
LT-L-T101-1	Nivel - Diferencia de presión	Supervisión	1			
PT-P-T102-1	Presión - Membrana resistiva	PT-P-T102-1	1			
LT-L-T102-1	Nivel - Diferencia de presión	Supervisión	1			
PT-P-T103-1	Presión - Membrana resistiva	PT-P-T103-1	1			
LT-L-T103-1	Nivel - Diferencia de presión	Supervisión	1			
PT-P-T104-1	Presión - Membrana resistiva	PT-P-T104-1	1			
LT-L-T104-1	Nivel - Diferencia de presión	Supervisión	1			
PT-P-T105-1	Presión - Membrana resistiva	PT-P-T105-1	1			
LT-L-T105-1	Nivel - Diferencia de presión	Supervisión	1			
PT-P-T106-1	Presión - Membrana resistiva	PT-P-T106-1	1			
LT-L-T106-1	Nivel - Diferencia de presión	Supervisión	1			
PT-T-T121-1	Presión - Membrana resistiva	Supervisión	1			
LT-T-T121-1	Nivel - Diferencia de presión	Supervisión	1			
TT-T-T121-1	Temperatura-Pt100	Supervisión	1			
PT-T-T122-1	Presión - Membrana resistiva	Supervisión	1			
LT-T-T122-1	Nivel - Diferencia de presión	Supervisión	1			
TT-T-T122-1	Temperatura-Pt100	Supervisión	1			
PT-T-T123-1	Presión - Membrana resistiva	Supervisión	1			
LT-T-T123-1	Nivel - Diferencia de presión	Supervisión	1			
TT-T-T123-1	Temperatura-Pt100	Supervisión	1			
PT-T-T124-1	Presión - Membrana resistiva	Supervisión	1			

Instrumento	Descripción	Lazo de control	APROBADO:			
			LISTADO DE SEÑALES		Proyecto nº: 1	Área:100
			Planta: Producción HAc		Diseño:	Fecha: 13/09/12
			Localización: Zona Franca		Hoja:	Página:
SENSORES Y ELEMENTOS DE MEDIDA						
LT-T-T124-1	Nivel - Diferencia de presión	Supervisión	1			
TT-T-T124-1	Temperatura-Pt100	Supervisión	1			
PT-T-T125-1	Presión - Membrana resistiva	Supervisión	1			
LT-T-T125-1	Nivel - Diferencia de presión	Supervisión	1			
TT-T-T125-1	Temperatura-Pt100	Supervisión	1			
PT-T-T126-1	Presión - Membrana resistiva	Supervisión	1			
LT-T-T126-1	Nivel - Diferencia de presión	Supervisión	1			
TT-T-T126-1	Temperatura-Pt100	Supervisión	1			
ELEMENTOS FINALES DE CONTROL						
TCV-T-IC101-1	Válvula de regulación	T-IC101-1			1	
FHV-F-100-1	Válvula todo-nada	Automatismo		1		1
SC-F-COL501-1A	Variador de frecuencia	F-COL501-1			1	
SC-F-COL501-1B	Variador de frecuencia	F-COL501-1			1	
SC-F-COL501-2A	Variador de frecuencia	F-COL501-1			1	
SC-F-COL501-2A	Variador de frecuencia	F-COL501-1			1	
FHV-F-100-2	Válvula todo-nada	Automatismo		1		1
FHV-F-100-3	Válvula todo-nada	Automatismo		1		1
FHV-F-100-4	Válvula todo-nada	Automatismo		1		1
FHV-F-141-1	Válvula todo-nada	Automatismo		1		1
FHV-P-T101-1	Válvula todo-nada	P-T101-1		1		1
FHV-P-T102-1	Válvula todo-nada	P-T102-1		1		1
FHV-P-T103-1	Válvula todo-nada	P-T103-1		1		1
FHV-P-T104-1	Válvula todo-nada	P-T104-1		1		1
FHV-P-T105-1	Válvula todo-nada	P-T105-1		1		1
FHV-P-T106-1	Válvula todo-nada	P-T106-1		1		1
FHV-F-100-1	Válvula todo-nada	Automatismo		1		1
FHV-F-100-2	Válvula todo-nada	Automatismo		1		1

LISTADO DE SEÑALES			APROBADO:			
			Proyecto nº: 1		Área:100	
Planta: Producción HAc			Diseño:		Fecha: 13/09/12	
Localización: Zona Franca			Hoja:		Página:	
ELEMENTOS FINALES DE CONTROL						
Instrumento	Descripción	Lazo de control	EA	ED	SA	SD
FHV-F-100-3	Válvula todo-nada	Automatismo		1		1
FHV-F-100-4	Válvula todo-nada	Automatismo		1		1
FHV-F-141-1	Válvula todo-nada	Automatismo		1		1
FHV-P-T101-1	Válvula todo-nada	Automatismo		1		1
FHV-P-T102-1	Válvula todo-nada	Automatismo		1		1
FHV-P-T103-1	Válvula todo-nada	Automatismo		1		1
FHV-P-T104-1	Válvula todo-nada	Automatismo		1		1
FHV-P-T105-1	Válvula todo-nada	Automatismo		1		1
FHV-P-T106-1	Válvula todo-nada	Automatismo		1		1
FHV-F-T101-1	Válvula todo-nada	Automatismo		1		1
FHV-F-T102-1	Válvula todo-nada	Automatismo		1		1
FHV-F-T103-1	Válvula todo-nada	Automatismo		1		1
FHV-F-T104-1	Válvula todo-nada	Automatismo		1		1
FHV-F-T105-1	Válvula todo-nada	Automatismo		1		1
FHV-F-T106-1	Válvula todo-nada	Automatismo		1		1
FHV-F-T101-2	Válvula todo-nada	Automatismo		1		1
FHV-F-T102-2	Válvula todo-nada	Automatismo		1		1
FHV-F-T103-2	Válvula todo-nada	Automatismo		1		1
FHV-F-T104-2	Válvula todo-nada	Automatismo		1		1
FHV-F-T105-2	Válvula todo-nada	Automatismo		1		1
FHV-F-T106-2	Válvula todo-nada	Automatismo		1		1
FHV-F-T121-1	Válvula todo-nada	Automatismo		1		1
FHV-F-T122-1	Válvula todo-nada	Automatismo		1		1

	LISTADO DE SEÑALES		APROBADO:			
			Proyecto n°: 1		Área:100	
	Planta: Producción HAc		Diseño:		Fecha: 13/09/12	
Localización: Zona Franca		Hoja:		Página:		
ELEMENTOS FINALES DE CONTROL						
Instrumento	Descripción	Lazo de control	EA	ED	SA	SD
FHV-F-T123-1	Válvula todo-nada	Automatismo		1		1
FHV-F-T124-1	Válvula todo-nada	Automatismo		1		1
FHV-F-T125-1	Válvula todo-nada	Automatismo		1		1
FHV-F-T126-1	Válvula todo-nada	Automatismo		1		1
FHV-F-T121-2	Válvula todo-nada	Automatismo		1		1
FHV-F-T122-2	Válvula todo-nada	Automatismo		1		1
FHV-F-T123-2	Válvula todo-nada	Automatismo		1		1
FHV-F-T124-2	Válvula todo-nada	Automatismo		1		1
FHV-F-T125-2	Válvula todo-nada	Automatismo		1		1
FHV-F-T126-2	Válvula todo-nada	Automatismo		1		1
TOTAL			33	46	5	46

		LISTADO DE SEÑALES		APROBADO:			
				Proyecto nº: 1		Área:200	
		Planta: Producción HAc		Diseño:		Fecha: 13/09/12	
Localización: Zona Franca		Hoja:		Página:			
SENSORES Y ELEMENTOS DE MEDIDA							
Instrumento	Descripción	Lazo de control	EA	ED	SA	SD	
TT-T-EV201-1	Temperatura-Pt100	Supervisión	1				
TT-T-R201-1/2	Temperatura-Pt100	T-R201-1	2				
NT-N-R201-1	Circulación - Horquilla vibratoria	Supervisión		1			
PT-P-R201-1	Presión - Membrana resistiva	Supervisión	1				
LT-L-R201-1	Nivel - Diferencia de presión	Supervisión	1				
TT-T-R202-1/2	Temperatura-Pt100	T-R202-1	2				
NT-N-R202-1	Circulación - Horquilla vibratoria	Supervisión		1			
PT-P-R202-1	Presión - Membrana resistiva	Supervisión	1				
LT-L-R202-1	Nivel - Diferencia de presión	Supervisión	1				
PT-P-S202-1	Presión - Membrana resistiva	P-S202-1	1				
PT-S-202-2	Presión - Membrana resistiva	Supervisión	1				
PT-P-S-203-1	Presión - Membrana resistiva	Supervisión	1				
PT-S-204-1	Presión - Membrana resistiva	Supervisión	1				
TT-T-S202-1	Temperatura-Pt100	Supervisión	1				
LT-L-S202-1	Nivel - Diferencia de presión	L-S202-1	1				
AIT-A-R200-1	Analizador infrarrojo de CO	A-R200-1	1				
NT-F-R200-2	Circulación - Horquilla vibratoria	Supervisión		1			
FT-R200-2	Caudalímetro de vórtice	Supervisión	1				
TT-T-T201-1	Temperatura-Pt100	T-T201-1	1				
LT-L-T201-1	Nivel - Diferencia de presión	Supervisión	1				
TT-T-T202-1	Temperatura-Pt100	T-T202-1	1				
LT-T-202-1	Nivel - Diferencia de presión	Supervisión	1				
ELEMENTOS FINALES DE CONTROL							
TCV-T-R201-2	Válvula de regulación	T-R201-2			1		
FCV-A-R200-1	Válvula de regulación	A-R200-1			1		

Instrumento	Descripción	Lazo de control	APROBADO:			
			LISTADO DE SEÑALES		Proyecto n°: 1	Área:200
			Planta: Producción HAc	Diseño:	Fecha: 13/09/12	
Localización: Zona Franca		Hoja:	Página:			
ELEMENTOS FINALES DE CONTROL						
EA	ED	SA	SD			
TCV-T-R202-2	Válvula de regulación	T-R202-2			1	
FCV-L-S202-1	Válvula de regulación	L-S202-2			1	
PCV-P-S202-1	Válvula de regulación	P-S202-2			1	
SC-F-B201A	Variador de frecuencia	Automatismo			1	
SC-F-B201B	Variador de frecuencia	Automatismo			1	
SC-F-B202A	Variador de frecuencia	Automatismo			1	
SC-F-B202B	Variador de frecuencia	Automatismo			1	
FHV-F-R201-1	Válvula todo-nada	Automatismo		1		1
FHV-F-R201-2	Válvula todo-nada	Automatismo		1		1
FHV-F-R201-3	Válvula todo-nada	Automatismo		1		1
FHV-F-R201-4	Válvula todo-nada	Automatismo		1		1
FHV-F-R201-5	Válvula todo-nada	Automatismo		1		1
FHV-F-R201-6	Válvula todo-nada	Automatismo		1		1
FHV-F-R202-1	Válvula todo-nada	Automatismo		1		1
FHV-F-R202-2	Válvula todo-nada	Automatismo		1		1
FHV-F-R202-3	Válvula todo-nada	Automatismo		1		1
FHV-F-R202-4	Válvula todo-nada	Automatismo		1		1
FHV-F-R202-5	Válvula todo-nada	Automatismo		1		1
FHV-F-R202-6	Válvula todo-nada	Automatismo		1		1
FHV-T-T201-1	Válvula todo-nada	Automatismo		1		1
FHV-F-T201-2	Válvula todo-nada	Automatismo		1		1
FHV-F-T201-3	Válvula todo-nada	Automatismo		1		1
FHV-F-T201-4	Válvula todo-nada	Automatismo		1		1
FHV-F-T201-5	Válvula todo-nada	Automatismo		1		1
FHV-T-T202-1	Válvula todo-nada	Automatismo		1		1
FHV-F-T202-1	Válvula todo-nada	Automatismo		1		1
FHV-F-T202-2	Válvula todo-nada	Automatismo		1		1
FHV-F-T202-3	Válvula todo-nada	Automatismo		1		1
FHV-F-T202-4	Válvula todo-nada	Automatismo		1		1
OS-O-R201	Interruptor agitador R-201	Automatismo				1
OS-O-R202	Interruptor agitador R-201	Automatismo				1
TOTAL			21	25	9	24

		LISTADO DE SEÑALES		APROBADO:			
				Proyecto nº: 1		Área:300	
		Planta: Producción HAc		Diseño:		Fecha: 13/09/12	
Localización: Zona Franca		Hoja:		Página:			
SENSORES Y ELEMENTOS DE MEDIDA							
Instrumento	Descripción	Lazo de control	EA	ED	SA	SD	
FT-F-COL301-1	Caudalímetro de hilo caliente	F-COL301-1	1				
TT-T-COL301-10	Temperatura-Pt100	Supervisión	1				
TT-T-COL301-1 A/B	Temperatura-Pt100	T-COL301-1	1				
TT-T-COL301-2	Temperatura-Pt100	Supervisión	1				
TT-T-COL301-3	Temperatura-Pt100	Supervisión	1				
TT-T-COL301-4	Temperatura-Pt100	Supervisión	1				
TT-T-COL301-5	Temperatura-Pt100	Supervisión	1				
TT-T-COL301-6	Temperatura-Pt100	Supervisión	1				
TT-T-COL301-7	Temperatura-Pt100	Supervisión	1				
TT-T-COL301-8	Temperatura-Pt100	Supervisión	1				
TT-T-COL301-9	Temperatura-Pt100	Supervisión	1				
PdT-P-COL301-1	Presión - Membrana resistiva	Supervisión	1				
LT-L-COL301-1	Nivel - Diferencia de presión	Supervisión	1				
LT-L-KR301-1	Nivel - Diferencia de presión	L-KR301-1	1				
LT-L-T301-1	Nivel - Diferencia de presión	L-T301-1	1				
TT-T-Co302-1	Temperatura-Pt100	T-Co302-1	1				
TT-T-IC301-1	Temperatura-Pt100	T-IC301-1	1				
FT-F-M301-1	Caudalímetro de vórtice	F-M301-1	1				
ELEMENTOS FINALES DE CONTROL							
FCV-F-COL301-1	Válvula de regulación	F-COL301-1			1		
FCV-L-KR301-1	Válvula de regulación	L-KR301-1			1		

	LISTADO DE SEÑALES	Ítem:	APROBADO:			
		Proyecto n°: 1	Área:300			
	Planta: Producción HAc	Diseño:	Fecha: 13/09/12			
	Localización: Zona Franca	Hoja:	Página:			
ELEMENTOS FINALES DE CONTROL						
Instrumento	Descripción	Lazo de control	EA	ED	SA	SD
TCV-T-COL301-1	Válvula de regulación	T-COL301-1			1	
FCV-L-T301-1	Válvula de regulación	L-T301-1			1	
TCV-T-Co302-1	Válvula de regulación	T-Co302-1			1	
TCV-T-IC301-1	Válvula de regulación	T-IC301-1			1	
FCV-F-M301-1	Válvula de regulación	F-M301-1			1	
FHV-F-300-1	Válvula todo-nada	Automatismo		1		1
FHV-F-Co301-1	Válvula todo-nada	Automatismo		1		1
FHV-F-S301-1	Válvula todo-nada	Automatismo		1		1
FS-F-B301A	Interruptor	Automatismo				1
FS-F-B301B	Interruptor	Automatismo				1
TOTAL			18	3	7	5

Instrumento	Descripción	Lazo de control	SENSORES Y ELEMENTOS DE MEDIDA					
			EA	ED	SA	SD		
			LISTADO DE SEÑALES	Ítem:	APROBADO:			
			Planta: Producción HAc	Proyecto nº: 1	Área:400			
Localización: Zona Franca	Diseño:	Fecha: 13/09/12						
		Hoja:	Página:					
LT-L-401	Nivel - Diferencia de presión	Supervisión	1					
TT-T-401	Temperatura-Pt100	T-T-401	1					
LT-L-402	Nivel - Diferencia de presión	Supervisión	1					
TT-T-402	Temperatura-Pt100	T-T-402	1					
LT-L-403	Nivel - Diferencia de presión	Supervisión	1					
TT-T-403	Temperatura-Pt100	T-T-403	1					
LT-L-404	Nivel - Diferencia de presión	Supervisión	1					
TT-T-404	Temperatura-Pt100	T-T-404	1					
LT-L-405	Nivel - Diferencia de presión	Supervisión	1					
TT-T-405	Temperatura-Pt100	T-T-405	1					
LT-T-421	Nivel - Diferencia de presión	Supervisión	1					
LT-T-422	Nivel - Diferencia de presión	Supervisión	1					
LT-T-423	Nivel - Diferencia de presión	Supervisión	1					
LT-T-424	Nivel - Diferencia de presión	Supervisión	1					
LT-T-425	Nivel - Diferencia de presión	Supervisión	1					
ELEMENTOS FINALES DE CONTROL								
FHV-F-400-1	Válvula todo-nada	Automatismo		1		1		
FHV-F-400-2	Válvula todo-nada	Automatismo		1		1		
FHV-F-420-1	Válvula todo-nada	Automatismo		1		1		
FHV-F-420-2	Válvula todo-nada	Automatismo		1		1		
THVA-T-T401-1	Válvula todo-nada	T-T401-1		1		1		
THVB-T-T401-1	Válvula todo-nada	T-T401-1		1		1		
THVC-T-T401-1	Válvula todo-nada	T-T401-1		1		1		
THVD-T-T401-1	Válvula todo-nada	T-T401-1		1		1		
THVA-T-T402-1	Válvula todo-nada	T-T402-1		1		1		
THVB-T-T402-1	Válvula todo-nada	T-T402-1		1		1		
THVC-T-T402-1	Válvula todo-nada	T-T402-1		1		1		
THVD-T-T402-1	Válvula todo-nada	T-T402-1		1		1		
THVA-T-T403-1	Válvula todo-nada	T-T403-1		1		1		
THVB-T-T403-1	Válvula todo-nada	T-T403-1		1		1		

THVC-T-T403-1	Válvula todo-nada	T-T403-1		1		1	
LISTADO DE SEÑALES		Proyecto nº: 1		APROBADO:			
				Área:400			
		Planta: Producción HAc		Diseño:		Fecha: 13/09/12	
		Localización: Zona Franca		Hoja:		Página:	
ELEMENTOS FINALES DE CONTROL							
Instrumento	Descripción	Lazo de control	EA	ED	SA	SD	
THVD-T-T403-1	Válvula todo-nada	T-T403-1		1		1	
THVA-T-T404-1	Válvula todo-nada	T-T404-1		1		1	
THVB-T-T404-1	Válvula todo-nada	T-T404-1		1		1	
THVC-T-T404-1	Válvula todo-nada	T-T404-1		1		1	
THVD-T-T404-1	Válvula todo-nada	T-T404-1		1		1	
THVA-T-T405-1	Válvula todo-nada	T-T405-1		1		1	
THVB-T-T405-1	Válvula todo-nada	T-T405-1		1		1	
THVC-T-T405-1	Válvula todo-nada	T-T405-1		1		1	
THVD-T-T405-1	Válvula todo-nada	T-T405-1		1		1	
FHV-F-T401-2	Válvula todo-nada	Automatismo		1		1	
FHV-F-T402-2	Válvula todo-nada	Automatismo		1		1	
FHV-F-T403-2	Válvula todo-nada	Automatismo		1		1	
FHV-F-T404-2	Válvula todo-nada	Automatismo		1		1	
FHV-F-T405-2	Válvula todo-nada	Automatismo		1		1	
FHV-F-T421-1	Válvula todo-nada	Automatismo		1		1	
FHV-F-T422-1	Válvula todo-nada	Automatismo		1		1	
FHV-F-T423-1	Válvula todo-nada	Automatismo		1		1	
FHV-F-T424-1	Válvula todo-nada	Automatismo		1		1	
FHV-F-T425-1	Válvula todo-nada	Automatismo		1		1	
FHV-F-T421-2	Válvula todo-nada	Automatismo		1		1	
FHV-F-T422-2	Válvula todo-nada	Automatismo		1		1	
FHV-F-T423-2	Válvula todo-nada	Automatismo		1		1	
FHV-F-T424-2	Válvula todo-nada	Automatismo		1		1	
FHV-F-T425-2	Válvula todo-nada	Automatismo		1		1	
TOTAL			15	38	0	38	

Instrumento	Descripción	Lazo de control	APROBADO:			
			LISTADO DE SEÑALES		Área:500	
			Planta: Producción HAc		Fecha: 13/09/12	
			Localización: Zona Franca		Página:	
SENSORES Y ELEMENTOS DE MEDIDA						
			EA	ED	SA	SD
PT-P-500-1	Presión - Membrana resistiva	Supervisión	1			
TT-T-Co501-1	Temperatura-Pt100	T-Co501-1	1			
LT-L-T501-1	Nivel - Diferencia de presión	Supervisión	1			
PdT-P-COL501-1	Diferencia de presión - Membrana resistiva	Supervisión	1			
AT-F-COL501-1	Analizador infrarrojo de metanol	F-COL501-1	1			
FT-F-COL501-1	Caudalímetro de vórtice	F-COL501-1	1			
ELEMENTOS FINALES DE CONTROL						
TCV-T-Co501-1	Válvula de regulación	T-Co501-1			1	
FHV-F-T501-1	Válvula todo-nada	Automatismo		1		1
FHV-F-COL501-1	Válvula todo-nada	Automatismo		1		1
FS-F-B521-1	Interruptor	Automatismo				1
FS-F-B501A-1	Interruptor	Automatismo				1
FS-F-B501B-1	Interruptor	Automatismo				1
FS-F-C501A-1	Interruptor	Automatismo				1
FS-F-C501B-1	Interruptor	Automatismo				1
TOTAL			6	2	1	8

	RECUESTO GLOBAL DE SEÑALES		Ítem:		APROBADO:	
			Proyecto nº: 1		Área:	
	Planta: Producción HAc		Diseño:		Fecha: 13/09/12	
	Localización: Zona Franca		Hoja: 1 de 1		Página:	
Área		EA	ED	SA	SD	
100		33	45	5	45	
200		21	25	9	24	
300		18	3	7	5	
400		15	38	0	38	
500		6	2	1	8	
TOTAL		93	113	22	120	

5.3- Listado de tarjetas de adquisición de datos

Las tarjetas de adquisición de datos seleccionadas se muestran en la siguiente tabla:

	TARJETAS DE ADQUISICIÓN DE DATOS				Ítem:		APROBADO:				
					Proyecto nº: 1		Área:				
	Planta: Producción HAc				Diseño:		Fecha: 13/09/12				
	Localización: Zona Franca				Hoja: 1 de 1		Página:				
Área	Ítem	Recuento de señales				Tarjeta de adquisición de datos					
		EA	ED	SA	SD	Modelo	EA	SA	E/S D	Nº	
100	TAD-100-1 a 2	41	58	5	58	NI PXI-6229	32	4	48	2	
	TAD-100-3					NI PXI-6528			48	1	
200	TAD-200-1	21	25	9	24	NI PXI-6229	32	4	48	1	
	TAD-200-2					NI PXI-6722		8	8	1	
300	TAD-300-1 a 2	18	3	7	5	NI PXI-6229	32	4	48	2	
400	TAD-400-1	28	67	0	67	NI-PXI-6224	32		48	1	
	TAD-400-2 a 3					NI PXI-6528			48	2	
500	TAD-500-1	6	2	1	8	NI PXI-6229	32	4	48	1	

ANEJO V:
SEGURIDAD,
HIGIENE Y
MEDIO
AMBIENTE

ANEJO V: SEGURIDAD, HIGIENE Y MEDIO AMBIENTE

1.- Estudio de seguridad y salud

1.1- Introducción

1.2- Legislación sobre seguridad y salud

2.- Estudio básico de seguridad y salud

2.1- Medidas de protección a implantar

2.1.1- Características y requisitos técnicos a cumplir por los equipos de protección individual (EPI's)

2.1.2- Equipos de protección individual (EPI's) a emplear en las distintas actividades constructivas.

2.1.3- Sistemas de protección colectiva

2.1.4- Equipos de protección colectiva a emplear en las distintas actividades constructivas

3- Identificación de las sustancias químicas peligrosas

3.1- Etiquetas

3.2- Fichas de seguridad

4- Protección contra incendios

4.1- Introducción

4.2- Medidas de prevención y extinción

4.3- Caracterización de la instalación industrial

4.4- Sectores de incendio

4.5- Evaluación del nivel de riesgo intrínseco

4.6- Evacuación del establecimiento

4.6.1- Consideraciones a tener en cuenta

4.6.2- Número de salidas a tener en cuenta

4.7- Clasificación de las áreas

4.8- Especificación de la instalación contra incendios necesaria

4.8.1-Protección activa

4.8.1.1- Sistemas de alarma

4.8.1.2- Sistemas de abastecimiento de agua

4.8.1.3- Determinación de la reserva de agua requerida

4.8.1.4- Estación de bombeo de agua

4.8.1.5- Sistemas de rociadores automáticos de agua

4.8.1.6- Duchas y lavaojos

4.8.1.7- Botiquines

4.8.1.8- Sistemas de extintores de incendio

4.8.1.9- Sistemas de alumbrado de emergencia

4.8.1.10- Señalización

4.8.2- Protección pasiva

4.8.3- Plan de emergencia

5.- Protección de riesgos laborales

5.1- Técnicas generales de prevención

5.2- Técnicas específicas de prevención

6.- Seguridad eléctrica

7.- Seguridad en el parque de tanques

7.1- Cubetos de retención

8.- Normas de actuación preventiva y primeros auxilios

5.8.1- Características y requisitos técnicos a cumplir en los distintos trabajos

5.8.2- Características y requisitos técnicos a cumplir por la maquinaria de obra y medios auxiliares

5.8.3- Instalaciones médicas

5.8.4- Instalaciones de higiene y bienestar

9.- Plan de seguridad

10.- Introducción medioambiental

11.- Sistemas de gestión medio ambiental (SGMA)

11.1- Estructura organizativa y responsabilidades

11.2- Introducción de la norma ISO-14001 y reglamento EMAS

11.2.1- Norma ISO-14001

11.2.2- Reglamento EMAS

11.2.3- Comparación entre norma ISO-14001 y el reglamento EMAS

12.- Legislación referente a la continuación medio ambiental

13.- Contaminación medio ambiental y normativas

13.1- Contaminación atmosférica

13.2- Contaminación de las aguas

13.3- Contaminación lumínica

13.4- Contaminación acústica

14.- Evaluación del impacto ambiental de la planta

14.1- Análisis medio ambiental de los residuos generados en la planta

14.1.1- Residuos líquidos

14.1.2- Residuos gaseosos

14.1.2.1- Emisiones en España

14.1.2.2- Residuos gaseosos principales de la planta. Límites de emisión, límites de inmisión y equipos de tratamiento.

14.2- Estudio del impacto ambiental de la planta de ácido acético

14.2.1- Identificación y minimización de impactos

ANEJO V

1- ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

1.1- Introducción

En el sector de la industria química hay un elevado riesgo de accidentes debido a la explosividad y la inflamabilidad de los productos, por lo tanto el estudio de la seguridad en una planta tiene una importancia vital.

La seguridad e higiene, estará basada no únicamente en la prevención de accidentes de cualquier tipo, que pueden ocasionar daño a las personas, instalaciones o medio ambiente, sino también en las medidas de actuación para poder minimizar los efectos de un accidente en caso de que este tenga lugar.

1.2- Legislación sobre Seguridad y Salud

Legislación general

- Ley 31/01/1995, de 8 de noviembre, Ley de Prevención de Riesgos Laborales (B.O.E. de 3 de diciembre).
- R.D. 1627/1997, de 24 de octubre sobre Seguridad, Salud y Medicina en el Trabajo.
- Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo, de 9 de marzo de 1971.
- R.D. 485/1997, de 14 de abril sobre Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud en lugares de trabajo.
- R.D. 486/1997, de 14 de abril sobre Disposiciones Mínimas en Materia de Señalización, Seguridad y Salud en el Trabajo.
- Orden, de 17 de mayo de 1974 sobre Normas Técnicas Reglamentarias sobre homologación de Medios de Protección Personal (B.O.E. nº 128 29/05/1974).
- R.D. 39/1997, de 17 de enero, Reglamento de los Servicios de Prevención (B.O.E. de 31 de enero de 1997).

Prevención de incendios

- Norma Básica de Edificaciones N.B.E.-C.P.I./96.

Instalaciones eléctricas

- R.D. 2413/1973, de 20 de septiembre, Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Complementarias (REBT) (B.O.E. de 9 de octubre de 1973), modificado por el R.D. de 9 de octubre de 1985.

Maquinaria

- R.D. de 16 agosto de 1969, Reglamento de Recipientes a Presión (B.O.E. de 28 de octubre de 1969). Modificado en B.O.E. de 7 de marzo de 1981.
- R.D. 2291/1985, de 8 de noviembre, Reglamento de Aparatos de Elevación y Mantenimiento de los mismos (B.O.E. de 11 de diciembre de 1985).
- R.D. 1495/1986, de 26 de mayo, Reglamento de Seguridad en las Máquinas (B.O.E. de 21 de julio de 1986). Modificado en el B.O.E. de 4 de octubre de 1986.
- Directiva Comunitaria 89/392/CE, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados Miembros sobre máquinas. Transpuesta en el R.D. 1435/1992 de 20 de enero (B.O.E. de 8 de febrero de 1995).
- Orden de 8 de abril de 1991. ITC-MIE-MSG1: Máquinas, Elementos de Máquinas o Sistemas de Protección Utilizados (B.O.E. de 11 de abril de 1991).

Equipos de Protección Individual (EPI)

- R.D. 1407/1992 de 20 de noviembre sobre Comercialización y Libre Circulación Intracomunitaria de los Equipos de Protección Individual (B.O.E. de 28 de diciembre de 1992), modificado por la O.M. de 16 de mayo de 1994 y por el R.D. 159/1995, de 3 de febrero (B.O.E. de 8 de marzo de 1995).
- R.D. 773/1997 de 30 de mayo sobre Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud relativas a la Utilización por los Trabajadores de Equipos de Protección Individual.

Normas

- N.B.E.-N.T.E.: Normas Básicas de Edificación – Norma Tecnológica de Edificación:
 - NTE-IEE: Iluminación exterior.
 - NTE-IEI: Iluminación interior.
 - NTE-IEP: Puesta de tierra.
 - NTE-IER: Instalaciones eléctricas. Red exterior.
 - NTE-EA: Estructuras de acero.
 - NTE-EH: Estructuras de hormigón.
 - NTE-EME: Estructuras de madera. Encofrados.
 - NTE-CSZ: Cimentaciones superficiales. Zapatas.
 - NTE-CSS: Cimentaciones superficiales corridas.
 - NBE-CPI/97: Condiciones de protección contra incendios.
 - NBE-MV-102: Ejecución de las estructuras de acero laminado en edificación.
 - NBE-MV-103: Acero laminado para estructuras de edificación.
- E.B.S.: Estudio de Seguridad y Salud.
- R.A.P.: Reglamento de Aparatos a Presión.
- R.E.B.T.: Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

- R.E.A.T.: Reglamento Electrotécnico de Alta Tensión.
- R.A.M.I.N.P.: Reglamento de Actividades Molestas, Insalubres, Nocivas y Peligrosas.

2-ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

2.1. Medidas de protección a implantar

Como consecuencia de las normas anteriormente expuestas realizaremos a continuación el estudio básico de seguridad y salud, para conocer las medidas que debemos implantar.

2.1.1. Características y requisitos técnicos a cumplir por los Equipos de Protección Individual (EPI's)

Un equipo de protección individual es cualquier equipo destinado a ser llevado o sujetado por el trabajador para que le proteja de uno o varios riesgos que puedan amenazar su seguridad o su salud, así como cualquier complemento o accesorio destinado a tal fin.

Se excluyen de la definición:

- La ropa de trabajo corriente y los uniformes que no estén específicamente destinados a proteger la salud o la integridad física del trabajador.
- Los equipos de los servicios de socorro y salvamento.
- Los equipos de protección individual de los medios de transporte por carretera.
- Los aparatos portátiles para la detección y señalización de los riesgos y de los factores de molestias.

Todos los EPI's dispondrán del mercado "CE" y se colocará de forma visible, legible e indeleble, durante el período de duración previsible o vida útil. El mercado estará compuesto de las iniciales "CE" diseñadas según la figura que incluye en el R.D. 159/1995. Igualmente, el mercado "CE" se añadirá la categoría ERA.

- Cascos

Los cascos serán de polietileno rígido, provistos de arnés regulable y bandas de amortiguación, con luz libre desde las mismas a la cima de 221 mm. Para los trabajadores con riesgo de caída de objetos sobre la cabeza será imprescindible el uso del casco. Éste puede ser con o sin barboquejo, dependiendo de si el operario debe o no engancharse.

- Guantes de seguridad

Los guantes de seguridad utilizados por los operarios serán diferenciados según sea la protección frente a los agentes químicos o frente a agresivos físicos. Estarán confeccionados en materiales naturales o sintéticos, no rígidos, impermeables a los agresivos de uso común y de las características mecánicas adecuadas. Carecerán de orificios, grietas o cualquier deformación o imperfección que merme sus propiedades. Se adaptarán a la configuración de la mano, haciendo confortable su uso.

- Botas reforzadas de seguridad

Las botas de seguridad reforzadas están compuestas por la bota fabricada en cuero, la puntera reforzada interiormente con plancha metálica que impida el aplastamiento de los dedos en el caso de caída de objetos pesados sobre ella, y suela metálica que impida el paso de elementos punzantes a su través, revestida exteriormente con material antideslizante. Están diseñadas para ofrecer protección frente al impacto cuando se ensaye con un nivel de energía de 200 J.

- Botas impermeables

Estarán compuestas por material de caucho o goma en una sola pieza, revestidas interiormente por felpilla que recoja sudor. Se utilizarán en trabajos en los que exista agua o humedad, debiendo secarse cuando varían las condiciones de trabajo.

- Gafas de protección

Se usarán en los trabajos con riesgo de impacto de partículas, salpicaduras de polvo (cemento, riesgos, etc.), atmósferas contaminadas, etc. Estas gafas de protección, tendrán además de unos oculares de resistencia adecuada, un diseño de montura y unos elementos adicionales, a fin de proteger el ojo en cualquier dirección superior, temporal e inferior.

- Pantallas de protección

Se empleará este tipo de pantallas cuando sea necesario realizar trabajos de soldadura. Están provistas de filtro u oculares filtrantes adecuados a la intensidad de las radiaciones existentes en el lugar de trabajo, expresando su grado de protección N, dependiendo de la intensidad de la radiación. Delante llevará sobre el filtro un cubre filtro, cuya misión es la de preservar los primeros de los posibles riesgos mecánicos y detrás del filtro, un antecristal destinado a preservar el ojo del trabajador contra partículas que puedan existir en el ambiente laboral.

- Ropa de protección

Para la protección de los operarios contra el calor se emplearán trajes en cuero. Para la protección de los operarios contra el frío se emplearán prendas a base de tejidos acolchados con materiales aislantes. Se dispondrán prendas de señalización tales como cinturones, brazaletes, guantes, chalecos, etc..., para ser utilizados en lugares de poca iluminación, trabajos nocturnos, donde existan riesgos de colisión, atropello, etc.

- Protección contra caídas de altura

Estos equipos se clasifican en:

- Sistemas de sujeción: destinados a sujetar al trabajador mientras realiza el trabajo en altura (cinturón de sujeción). Se empleará en aquellos casos en los que el usuario no necesite desplazarse.
- Sistemas anticaídas: constan de un arnés anticaídas, un elemento de amarre y una serie de conectores (argollas, mosquetones, etc.)
- Dispositivo anticaídas: constan de un arnés anticaídas y un sistema de bloqueo automático. Puede ser deslizante o retráctil.

- Protectores auditivos

- Protectores externos (orejeras): cubren totalmente el pabellón auditivo, constan de dos casquetes y arnés de fijación con una almohadilla absorbente y un cojín para la adaptación a la oreja.
- Protectores internos (tapones): se introducen en el canal externo del oído. Su poder de atenuación es menor que el de las orejeras. Son fáciles de transportar, confortables y facilitan el movimiento en el trabajo.

Para elegir correctamente el protector auditivo es necesario comenzar por analizar y valorar el riesgo de ruido, determinando los valores y los tiempos de exposición de los trabajadores.

- Mascarillas autofiltrantes

Tienen la función de proporcionar al trabajador que se encuentra en un ambiente contaminado, el aire que precisa para respirar en debidas condiciones higiénicas. Las mascarillas estarán compuestas por: cuerpo de mascarilla, arnés de sujeción de dos bandas ajustables y válvula de exhalación.

2.1.2- Equipos de protección individual (EPI's) a emplear en las distintas actividades constructivas

Los equipos de protección individual para cada actividad serán los siguientes:

- Excavación de zanjas, pozos y cimientos

Casco de polietileno, gafas antipolvo, mascarilla antipolvo con filtro mecánico recambiable, cinturón de seguridad (clase A, B o C), guantes de cuero, botas de seguridad, botas de goma de media caña, traje impermeable, traje de trabajo, protectores auditivos y chaleco reflectante.

- Relleno de tierras

Casco de polietileno, gafas antipolvo, mascarilla con filtro mecánico recambiable, cinturón antivibratorio, guantes de cuero, botas de seguridad, botas impermeables de seguridad, traje impermeable, ropa de trabajo y chaleco reflectante.

- Colocación de tuberías y canalizaciones

Casco de polietileno, gafas antiproyecciones, guantes de goma, botas de seguridad, botas de goma de media caña, traje impermeable, traje de trabajo, chaleco reflectante o nocturno, comando de abrigo y faja elástica de protección sobreesfuerzos.

- Obras de hormigonado

Casco de polietileno, gafas antiproyecciones, cinturón de seguridad de sujeción, cinturón portaherramientas, guantes de cuero, guantes impermeables, botas de seguridad, botas de PVC de media caña, traje impermeable, traje de trabajo, protectores auditivos, chaleco reflectante, comando de abrigo, faja elástica de protección sobreesfuerzos, faja antivibratoria y muñequeras antivibratorias.

- Montaje

Casco de seguridad, cinturón de seguridad anticaídas, guantes de cuero, botas de seguridad, botas de seguridad para agua, traje impermeable y mandil de cuero.

- Instalación de líneas eléctricas y luminarias

Casco de seguridad, gafas antiproyecciones, cinturón de seguridad anticaídas, guantes de cuero, guantes de goma o PVC, guantes aislantes para alta tensión, guantes aislantes para baja tensión, botas de seguridad, botas PVC o goma, traje impermeable y botas protectoras de riesgos eléctricos.

- Pruebas de presión y estanqueidad

Gafas de protección mecánica y equipo respiratorio.

- Maquinaria

- Camión grúa

Casco con protectores contra el ruido, gafas de seguridad antiproyecciones, botas con suela antideslizante, traje de trabajo y guantes de loneta impermeabilizada.

- Grúa autotransportadora

Casco con protectores contra el ruido, fajas y muñequeras contra sobreesfuerzos, botas de seguridad y guantes de loneta impermeabilizada.

- Cortadora

Casco de seguridad, gafas de seguridad antiproyecciones, guantes de cuero y mascarilla antipolvo con filtro mecánico recambiable.

- Vibrador

Casco de seguridad, gafas de protección contra salpicaduras, botas de goma o PVC, guantes dieléctricos y muñequeras antivibraciones.

- Sierra circular

Casco de seguridad, gafas de protección antiproyecciones de partículas, botas de seguridad y guantes de cuero.

- Soldadora

Pantalla manual o cefálica provista de cristal inactínico protegido por otro blanco, gafas de seguridad, botas de seguridad, guantes de cuero, delantal, manguitos y polainas.

- Productos químicos

Casco de polietileno, ropa de trabajo, botas de seguridad, mascarilla con filtro, guantes de cuero y gafas de protección contra salpicadura.

2.1.3- Sistemas de protección colectiva

Cuando se diseñen los sistemas preventivos, se dará prioridad a los colectivos sobre los personales o individuales. En cuanto a los colectivos, se preferirán las protecciones de tipo preventivo (las que eliminan los riesgos) sobre las de protección (las que no evitan el riesgo, pero disminuyen o reducen los daños del accidente). Los medios de protección una vez colocados en obra, deberán ser revisados periódicamente y antes del inicio de cada jornada, para comprobar su efectividad.

- Señalización

La normativa vigente establece un conjunto de preceptos sobre dimensiones, colores, símbolos, formas de señales y conjuntos que proporcionan una determinada información relativa a la seguridad.

Dichas disposiciones se resumen en la siguiente tabla:

TABLA 1: Tipo de señales

Tipo de señal de seguridad	Forma geométrica	Pictograma	Color Fondo	Borde
Advertencia	Triangular	Negro	Amarillo	Negro
Prohibición	Redonda	Negro	Blanco	Rojo
Obligación	Redonda	Blanco	Azul	Blanco o azul
Lucha contra incendios	Rectangular o cuadrada	Blanco	Rojo	-----
Salvamento o socorro	Rectangular o cuadrada	Blanco	Verde	Blanco o azul

- Señales de advertencia



FIGURA 1: Señales visuales de advertencia

- Señales visuales de prohibición



FIGURA 2: Señales visuales de prohibición

- Señales visuales de obligación



FIGURA 3: Señales de obligación

- Cinta de señalización

Los obstáculos o zonas de caídas de objetos se limitaran con cintas de tela o materiales plásticos con franjas alternadas oblicuas en color amarillo y negro, inclinada 60° con respecto a la horizontal.

- Iluminación y color

Con una buena iluminación se consigue comodidad de la visión y de esta manera aumenta la eficacia del trabajo, disminuyendo el número de accidentes y defectos de fabricación.

Así, se apostará principalmente por la luz natural, diseñando grandes ventanales en los diferentes edificios de la planta.

No obstante se necesitará un sistema de luz artificial, el cual será esencial mantener en buen estado con tal de mantener las condiciones óptimas. El RD 486/97 establece niveles de iluminación en función de las actividades desarrolladas en el sector de trabajo:

Vías de circulación de uso ocasional
25 lux

Vías de circulación	
Área o locales de uso habitual	
Exigencias visuales bajas (planta)	100lux
Exigencias visuales no moderadas (sala de control)	200lux
Exigencias visuales altas (oficinas y laboratorio)	500lux

Donde:

Lux: flujo luminoso recibido por unidad de superficie, Lm/m².

Lm: flujo luminoso (Lumen).

Es la energía radiante de una fuente de luz que produce sensación luminosa.

Hay que tener en cuenta también el color, para reflejar la luz y no absorberla. De esta manera, el techo será de color blanco; las paredes serán también de colores claros excepto las que incorporen grandes ventanales, que serán de color gris claro o blanco roto; el suelo será de color oscuro y el mobiliario será de colores claros.

- Protección de personas en instalación eléctrica

La instalación eléctrica se ajustará al Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión avalada por un instalador homologado. Las tomas de corriente estarán provistas de neutro con enclavamiento y serán blindadas. La distancia de seguridad a las líneas de alta tensión será: $3,3 + \text{Tensión (en Kv)}/100$ (m).

En los trabajos en condiciones de humedad muy elevadas es preceptivo el empleo de transformador portátil de seguridad de 24V o protección mediante transformador de separación de circuitos.

- Protección contra caídas de personas y objetos

La instalación de barandillas, plataformas, pasarelas, escaleras y análogas seguirán los artículos 17-23 de la OGSHT (Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 9 de marzo de 1971)

- Redes de seguridad: sus dimensiones se ajustarán al hueco a proteger. Serán de poliamida de alta tenacidad, con luz de malla de 7.5 x 7.5 cm., diámetro de hilo de 4mm y cuerda de recercado perimetral de 12 mm de diámetro.
- Tapas en aberturas: tableros que se colocan en los huecos horizontales de servicios y patinejos
- Barandillas de protección: se colocan en el perímetro de huecos verticales y plataformas de trabajo siempre que exista un desnivel superior a 2 m.
- Escaleras portátiles: las escaleras que tengan que utilizarse en obra serán preferentemente de aluminio o hierro; de no ser posible, se utilizarán de madera, pero con los peldaños ensamblados y no clavados. Estarán dotadas de zapatas y reunirán las garantías necesarias de solidez, estabilidad y seguridad. Se apoyarán siempre sobre superficies planas y resistentes.
- Pasarelas de madera: se colocan para el paso de personas sobre zanjas, estando formadas por tabloncillos trabados entre sí.

- Protección de la maquinaria

Se adoptarán medidas técnicas para la protección de la maquinaria (defensa, resguardo y dispositivos de seguridad).

2.1.4- Equipos de protección colectiva a emplear en las distintas actividades constructivas

Los equipos de protección colectiva necesarios para cada actividad serán los siguientes:

- Excavación de zanjas, pozos, cimientos y obras de drenaje

Pasarelas para peatones, vallado total de pozos, entibación según profundidad, escaleras, topes para vehículos, tableros resistentes, redes o elementos equivalentes, señalización de tráfico, señalización luminosa y barandillas.

- Relleno de zanjas

Cintas plásticas, topes para vehículos, señalización, barandillas y vallado.

- Colocación de tuberías y canalizaciones

Cintas plásticas, escaleras, pasarelas y eslingas.

- Obras de hormigonado

Topes para vehículos, barandillas, plataformas de trabajo, castilletes de hormigonado, escaleras, señalización, toma de tierra e iluminación artificial.

- Montaje

Vallado, eslingas de seguridad, plataformas de trabajo, escaleras de mano, andamio metálico, señalización, toma de tierra e iluminación artificial.

- Instalación de líneas eléctricas y luminarias

Señalización, vallado de seguridad, gálidos de altura, encintado y balizamiento de la zona de trabajo, escaleras antideslizantes, balizamiento de la zona, toma de tierra e iluminación artificial.

- Maquinaria Resguardos, defensas y dispositivos de seguridad.

- Productos químicos: polvos, humos, gases y vapores

Sistemas de ventilación–extracción adecuada, sistemas de detección, alarma y extinción de incendios y disminución de tiempos de exposición.

3- IDENTIFICACIÓN DE LAS SUSTANCIAS QUIMICAS PELIGROSAS

3.1. Etiquetas

La etiqueta, es una fuente de información básica y obligatoria a través del cual queda identificada una sustancia o preparado.

Las normas básicas de etiquetado de las sustancias químicas peligrosas son las que se presentan a continuación:

- Es obligatorio que los fabricantes, comerciales o distribuidores de productos químicos peligrosos los etiqueten correctamente, tal y como indica en el RD 363/95.
- Los envases con productos intermedios o restos de trasvases, así como los que contengan cualquier residuo, deben etiquetarse de forma que se dé la información necesaria sobre su contenido y peligrosidad.
- La etiqueta debe colocarse en zonas visibles del envase, no se debe poder borrar o quitar y tiene que ser legible.
- El idioma utilizado debe corresponder a la lengua o lenguas oficiales del Estado.
- Las indicaciones incluidas en la etiqueta deben estar sólidamente fijadas en una o varias caras del envase, o impresas directamente en él.
- El tamaño de la etiqueta debe ser acorde con el tamaño y forma del envase, para que permita su lectura de forma clara.
- El color y la presentación de la etiqueta deben permitir que pictogramas, letras y fondo queden claramente diferenciados.
- Hay que almacenar los productos peligrosos siguiendo las indicaciones de seguridad de las frases S.
- Existen otras fuentes de comunicación del riesgo químico que complementan la función realizada por las etiquetas, como las Fichas de Datos de Seguridad (FDS).
- Es obligatorio informar y formar a los trabajadores sobre los riesgos de su puesto de trabajo y de los productos químicos que se utilizan.
- Se deben disponer de los equipos de protección personal (EPI's) o colectivos, y usuarios si lo indica la etiqueta del producto con el que se está trabajando.
- Las sustancias inflamables deben conservarse alejadas del calor y de toda llama o fuente de chispa.

El etiquetado de sustancias químicas peligrosas ha de constar de los siguientes puntos básicos:

- Nombre de la sustancia o preparado.
- Características fisicoquímicas de la sustancia
- Nombre, dirección completa y teléfono del fabricante o distribuidor.
- Pictogramas e indicaciones de peligro, que estarán impresos en negro sobre fondo anaranjado.
- Frases R, que definen los riesgos que se atribuyen a las sustancias y complementan lo indicado en lo pictograma.
- Frases S, que enuncian las recomendaciones de prudencia adecuadas para el trabajo con sustancias peligrosas.
- El teléfono del Instituto Nacional de Toxicología (es opcional).
- CEE, nos garantiza el cumplimiento de toda la normativa para la utilidad de la sustancia en cuestión.

- Numero CEE, es el número que da la comunidad económica europea de la sustancia.

3.2- Fichas de seguridad

Las fichas de seguridad son una herramienta básica para conocer los compuestos principales de la planta.

Estas son importantes en el momento de decidir las condiciones de trabajo (manipulación de las sustancias, almacenamiento de las sustancias, condiciones de operación, etc.), decidir las medidas de seguridad para disminuir riesgos y evitar posibles accidentes y la actuación a llevar a cabo en el caso en que se produzca un accidente.

A continuación se muestran las fichas de seguridad de los diferentes productos que se manipulan en la planta.

Los diferentes productos que intervienen en el proceso son:

- Metanol
- Monóxido de carbono
- Nitrógeno
- Ácido acético glacial y Ácido acético 70%

Y el catalizador escogido para la producción del acético, es una sal de iridio con una proporción 2:1 másica de rutenio como promotor.

• **Metanol**

			
<p>METANOL Alcohol metílico Carbinol Monohidroximetano CH_3OH Masa molecular: 32.0</p>			
<p>Nº CAS 67-56-1 Nº RTECS PC1400000 Nº ICSC 0057 Nº NU 1230 Nº CE 603-001-00-X</p>			
TIPOS DE PELIGRO/ EXPOSICION	PELIGROS/ SINTOMAS AGUDOS	PREVENCION	PRIMEROS AUXILIOS/ LUCHA CONTRA INCENDIOS
INCENDIO	Altamente inflamable. Arde con una llama invisible. Explosivo.	Evitar las llamas, NO producir chispas y NO fumar. NO poner en contacto con oxidantes.	Polvo, espuma resistente al alcohol, agua en grandes cantidades, dióxido de carbono.
EXPLOSION	Las mezclas vapor/aire son explosivas.	Sistema cerrado, ventilación, equipo eléctrico y de alumbrado a prueba de explosiones (véanse Notas).	En caso de incendio: mantener fríos los bidones y demás instalaciones rociando con agua.
EXPOSICION		¡EVITAR LA EXPOSICION DE ADOLESCENTES Y NIÑOS!	
• INHALACION	Tos, vértigo, dolor de cabeza, náuseas.	Ventilación. Extracción localizada o protección respiratoria.	Aire limpio, reposo y proporcionar asistencia médica.

• PIEL	¡PUEDE ABSORBERSE! Piel seca, enrojecimiento.	Guantes protectores y traje de protección.	Quitar las ropas contaminadas, aclarar la piel con agua abundante o ducharse y proporcionar asistencia médica.
• OJOS	Enrojecimiento, dolor.	Gafas ajustadas de seguridad o protección ocular combinada con la protección respiratoria.	Enjuagar con agua abundante durante varios minutos (quitar las lentes de contacto si puede hacerse con facilidad) y proporcionar asistencia médica.
• INGESTION	Dolor abdominal, jadeo, pérdida del conocimiento, vómitos (para mayor información véase Inhalación).	No comer, ni beber, ni fumar durante el trabajo.	Provocar el vómito (¡UNICAMENTE EN PERSONAS CONSCIENTES!) y proporcionar asistencia médica.
DERRAMAS Y FUGAS	ALMACENAMIENTO	ENVASADO Y ETIQUETADO	
Evacuar la zona de peligro. Recoger el líquido procedente de la fuga en recipientes herméticos, eliminar el líquido derramado con agua abundante y el vapor con agua pulverizada. (Protección personal adicional: traje de protección completa incluyendo equipo autónomo de respiración).	A prueba de incendio. Separado de oxidantes fuertes. Mantener en lugar fresco.	No transportar con alimentos y piensos. símbolo F símbolo T R: 11-23/24/25-39-23/24/25 S: (1/2)-7-16-36/37-45 Clasificación de Peligros NU: 3 Riesgos Subsidiarios NU: 6.1 Grupo de Envasado NU: II CE:	
VEASE AL DORSO INFORMACION IMPORTANTE			
ICSC: 0057		Preparada en el Contexto de Cooperación entre el IPCS y la Comisión de las Com unidades Europeas © CCE, IPCS, 1994	



Fichas Internacionales de Seguridad Química

METANOL

ICSC: 0057

D	ESTADO FISICO; ASPECTO	VIAS DE EXPOSICION
A	Líquido incoloro, de olor característico.	La sustancia se puede absorber por inhalación, a través de la piel y por ingestión.
T	PELIGROS FISICOS	

O S I M P O R T A N T E S	<p>El vapor se mezcla bien con el aire, formándose fácilmente mezclas explosivas.</p> <p>PELIGROS QUIMICOS La sustancia se descompone al calentarla intensamente, produciendo monóxido de carbono y formaldehído. Reacciona violentamente con oxidantes, originando peligro de incendio y explosión. Ataca al plomo y al aluminio.</p> <p>LIMITES DE EXPOSICION TLV (como TWA): 200 ppm; 262 mg/m³ (piel) (ACGIH 1993-1994). TLV (como STEL): 250 ppm; 328 mg/m³ (piel) (ACGIH 1993-1994).</p>	<p>RIESGO DE INHALACION Por evaporación de esta sustancia a 20°C se puede alcanzar bastante rápidamente una concentración nociva en el aire.</p> <p>EFFECTOS DE EXPOSICION CORTA La sustancia irrita los ojos, la piel y el tracto respiratorio. La sustancia puede causar efectos en el sistema nervioso central, dando lugar a una pérdida del conocimiento. La exposición por ingestión puede producir ceguera y sordera. Los efectos pueden aparecer de forma no inmediata. Se recomienda vigilancia médica.</p> <p>EFFECTOS DE EXPOSICION PROLONGADA El contacto prolongado o repetido con la piel puede producir dermatitis. La sustancia puede afectar al sistema nervioso central, dando lugar a dolores de cabeza persistentes y alteraciones de la visión.</p>
PROPIEDADES FISICAS	<p>Punto de ebullición: 65°C Punto de fusión: -94°C Densidad relativa (agua = 1): 0.79 Solubilidad en agua: Miscible Presión de vapor, kPa a 20°C: 12.3 Densidad relativa de vapor (aire = 1): 1.1</p>	<p>Densidad relativa de la mezcla vapor/aire a 20°C (aire = 1): 1.01 Punto de inflamación: (c.c.) 12°C Temperatura de autoignición: 385°C Límites de explosividad, % en volumen en el aire: 6-35.6 Coeficiente de reparto octanol/agua como log Pow: -0.82/-0.66</p>
DATOS AMBIENTALES	<p>La sustancia presenta una baja toxicidad para los organismos acuáticos y terrestres.</p>	
NOTAS		
<p>EXPLOSION/PREVENCIÓN: Utilícense herramientas manuales no generadoras de chispas. Está indicado un examen médico periódico dependiendo del grado de exposición. Ficha de emergencia de transporte (Transport Emergency Card): TEC (R)-36 Código NFPA: H 1; F 3; R 0;</p>		
INFORMACION ADICIONAL		
<p>FISQ: 3-138 METANOL</p>		
ICSC: 0057		METANOL
© CCE, IPCS, 1994		

- Monóxido de carbono

Fichas Internacionales de Seguridad Química

MONOXIDO DE CARBONO

ICSC: 0023










MONOXIDO DE CARBONO
 Oxido de carbono
 CO
 Masa molecular: 28.0

Nº CAS 630-08-0
 Nº RTECS FG3500000
 Nº ICSC 0023
 Nº NU 1016
 Nº CE 006-001-00-2




TIPOS DE PELIGRO/ EXPOSICION	PELIGROS/ SINTOMAS AGUDOS	PREVENCION	PRIMEROS AUXILIOS/ LUCHA CONTRA INCENDIOS
INCENDIO	Extremadamente inflamable.	Evitar las llamas, NO producir chispas y NO fumar.	Cortar el suministro; si no es posible y no existe riesgo para el entorno próximo, dejar que el incendio se extinga por sí mismo; en otros casos apagar con dióxido de carbono, agua pulverizada, polvo.
EXPLOSION	Las mezclas gas/aire son explosivas.	Sistema cerrado, ventilación, equipo eléctrico y de alumbrado a prueba de explosión. Utilícese herramientas manuales no generadoras de chispas.	En caso de incendio: mantener fría la botella rociando con agua. Combatir el incendio desde un lugar protegido.

EXPOSICION		¡EVITAR LA EXPOSICION DE MUJERES (EMBARAZADAS)!	¡CONSULTAR AL MEDICO EN TODOS LOS CASOS!
• INHALACION	Confusión mental, vértigo, dolor de cabeza, náuseas, debilidad y pérdida del conocimiento.	Ventilación, extracción localizada o protección respiratoria.	Aire limpio, reposo, respiración artificial si estuviera indicada y proporcionar asistencia médica.
• PIEL			
• OJOS			
• INGESTION			
DERRAMAS Y FUGAS	ALMACENAMIENTO	ENVASADO Y ETIQUETADO	
Evacuar la zona de peligro. Consultar a un experto. Ventilar. (Protección personal adicional: equipo autónomo de respiración).	A prueba de incendio. Mantener en lugar fresco.	 símbolo F+ símbolo T R: 61-12-23-48/23 S: 53-45 Clasificación de Peligros NU: 2.3 Riesgos Subsidiarios NU: 2.1	
VEASE AL DORSO INFORMACION IMPORTANTE			
ICSC: 0023	Preparada en el Contexto de Cooperación entre el IPCS y la Comisión de las Comunidades Europeas © CCE, IPCS, 1994		

Fichas Internacionales de Seguridad Química

MONOXIDO DE CARBONO

ICSC: 0023

D A T O S I M P O R T	ESTADO FISICO; ASPECTO Gas comprimido, incoloro, inodoro, insípido.	VIAS DE EXPOSICION La sustancia se puede absorber por inhalación.
	PELIGROS FISICOS El gas se mezcla bien con el aire, formándose fácilmente mezclas explosivas. El gas penetra fácilmente a través de los techos y paredes.	RIESGO DE INHALACION Al producirse una pérdida de gas se alcanza muy rápidamente una concentración nociva de éste en el aire.
	PELIGROS QUIMICOS En presencia de polvo metálico la sustancia forma carbonilos tóxicos e inflamables. Reacciona vigorosamente con oxígeno, acetileno, cloro, flúor, óxidos nitrosos.	EFFECTOS DE EXPOSICION DE CORTA DURACION La sustancia puede causar efectos en la sangre, sistema cardiovascular y sistema nervioso central. La exposición a altas concentraciones puede producir disminución de la consciencia y la muerte. Se recomienda vigilancia médica.
	LIMITES DE EXPOSICION TLV (como TWA): 25 ppm (ACGIH 1998).	EFFECTOS DE EXPOSICION PROLONGADA O REPETIDA La sustancia puede afectar al sistema


A N T E S	nervioso y al sistema cardiovascular, dando lugar a alteraciones neurológicas y cardíacas.	
PROPIEDADES FÍSICAS	Punto de ebullición: -191°C Punto de fusión: -205°C Densidad relativa (agua = 1): 0.8 Solubilidad en agua, ml/100 ml a 20°C: 2.3	Densidad relativa de vapor (aire = 1): 0.97 Punto de inflamación: Gas inflamable. Temperatura de autoignición: 605°C Límites de explosividad, % en volumen en el aire: 12.5-74.2
DATOS AMBIENTALES		
NOTAS		
<p>El monóxido de carbono se forma en la combustión incompleta de la madera, aceites, carbón. Está presente en los humos de los automóviles y del tabaco. Está indicado examen médico periódico dependiendo del grado de exposición. A concentraciones tóxicas no hay alerta por el olor. NO utilizar cerca de un fuego, una superficie caliente o mientras se trabaja en soldadura.</p> <p style="text-align: right;">Ficha de emergencia de transporte (Transport Emergency Card): TEC (R)-827 Código NFPA: H 3; F 4; R 0;</p>		
INFORMACION ADICIONAL		
FISQ: 5-135 MONOXIDO DE CARBONO		
ICSC: 0023	MONOXIDO DE CARBONO	
© CCE, IPCS, 1994		

- Ácido acético glacial

Fichas Internacionales de Seguridad Química

ACIDO ACETICO

ICSC: 0363



ACIDO ACETICO
 Acido etanoico
 $\text{CH}_3\text{COOH}/\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$
 Masa molecular: 60.1

N° CAS 64-19-7
 N° RTECS AF1340000
 N° ICSC 0363
 N° NU 2789
 N° CE 607-002-00-6(>90%)



TIPOS DE PELIGRO/ EXPOSICION	PELIGROS/ SINTOMAS AGUDOS	PREVENCION	PRIMEROS AUXILIOS/ LUCHA CONTRA INCENDIOS
INCENDIO	Inflamable. El calentamiento intenso puede producir aumento de la presión con riesgo de estallido.	Evitar llama abierta, NO producir chispas y NO fumar.	Pulverización con agua, espuma resistente al alcohol, dióxido de carbono. Los bomberos deberían emplear indumentaria de protección completa incluyendo equipo autónomo de respiración.
EXPLOSION	Por encima de 39°C: pueden formarse mezclas explosivas vapor/aire.	Por encima de 39°C: sistema cerrado, ventilación y equipo eléctrico a prueba de explosiones.	En caso de incendio: mantener fríos los bidones y demás instalaciones por pulverización con agua.
EXPOSICION		¡EVITAR TODO CONTACTO!	
• INHALACION	Dolor de garganta, tos, jadeo, dificultad respiratoria. (síntomas de efectos no inmediatos: véanse Notas).	Ventilación, extracción localizada o protección respiratoria.	Aire limpio, reposo, posición de semiincorporado y someter a atención médica.

• PIEL	Enrojecimiento, dolor, graves quemaduras cutáneas.	Guantes protectores, traje de protección.	Quitar las ropas contaminadas, aclarar la piel con agua abundante o ducharse y solicitar atención médica.
• OJOS	Dolor, enrojecimiento, visión borrosa, quemaduras profundas graves.	Pantalla facial.	Enjuagar con agua abundante durante varios minutos (quitar las lentes de contacto si puede hacerse con facilidad), después consultar a un médico.
• INGESTION	Dolor de garganta, sensación de quemazón del tracto digestivo, dolor abdominal, vómitos, diarrea.	No comer, beber ni fumar durante el trabajo.	Enjuagar la boca, NO provocar el vómito y someter a atención médica.
DERRAMAS Y FUGAS	ALMACENAMIENTO	ENVASADO Y ETIQUETADO	
Recoger el líquido procedente de una fuga en recipientes herméticos, neutralizar con precaución el líquido derramado con carbonato sódico, sólo bajo la responsabilidad de un experto o eliminar el residuo con agua abundante (protección personal adicional: traje de protección completa incluyendo equipo autónomo de respiración).	A prueba de incendio. Separado de oxidantes, bases. Mantener en lugar frío; mantener en una habitación bien ventilada. Separado de alimentos y piensos.	 <p>NO transportar con alimentos y piensos. símbolo C R: 10-35 S: 2-23-26 Clasificación de Peligros NU: 8 Grupo de Envasado NU: II EC:</p>	
VEASE AL DORSO INFORMACION IMPORTANTE			
ICSC: 0363		Preparada en el Contexto de Cooperación entre el IPCS y la Comisión de las Comunidades Europeas © CCE, IPCS, 1994	

Fichas Internacionales de Seguridad Química

ACIDO ACETICO

ICSC: 0363

D A T O S I M	ESTADO FISICO; ASPECTO Líquido incoloro, con olor acre.	VIAS DE EXPOSICION La sustancia se puede absorber por inhalación del vapor y por ingestión.
	PELIGROS FISICOS	
	PELIGROS QUIMICOS La sustancia es moderadamente ácida. Reacciona violentamente con oxidantes tales como trióxido de cromo y permanganato potásico. Reacciona violentamente con bases fuertes. Ataca muchos metales formando	RIESGO DE INHALACION En la evaporación de esta sustancia a 20°C se puede alcanzar bastante rápidamente una concentración nociva en el aire.
		EFFECTOS DE EXPOSICION DE CORTA DURACION

P O R T A N T E S	<p>gas combustible (Hidrógeno).</p> <p>LIMITES DE EXPOSICION TLV: 10 ppm; 25 mg/m³ (como TWA); 15 ppm; 37 mg/m³ (como STEL) (ACGIH 1990-1991)</p>	<p>Corrosivo. La sustancia es muy corrosiva para los ojos, la piel y el tracto respiratorio. La inhalación del vapor puede originar edema pulmonar (véanse Notas). Corrosivo por ingestión.</p> <p>EFFECTOS DE EXPOSICION PROLONGADA O REPETIDA El contacto prolongado o repetido con la piel puede producir dermatitis.</p>
PROPIEDADES FISICAS	<p>Punto de ebullición: 118°C Punto de fusión: 16°C Densidad relativa (agua = 1): 1.05 Solubilidad en agua: miscible Presión de vapor, kPa a 20°C: 1.6</p>	<p>Densidad relativa de vapor (aire = 1): 2.07 Punto de inflamación: 39°C Temperatura de autoignición: 427°C Límites de explosividad, % en volumen en el aire: 4.0-17 Coeficiente de reparto octanol/agua como log Pow: -0.31 - 0.17</p>
DATOS AMBIENTALES		
NOTAS		
<p>Los síntomas del edema pulmonar no se ponen de manifiesto a menudo hasta pasadas algunas horas y se agravan por el esfuerzo físico. Reposo y vigilancia médica son por ello imprescindibles. Debe considerarse la inmediata administración de un spray adecuado por un médico o persona por él autorizada. Tarjeta de emergencia de transporte (Transport Emergency Card): TEC (R)-614</p>		
INFORMACION ADICIONAL		
FISQ: 1-011 ACIDO ACETICO		
ICSC: 0363		ACIDO ACETICO
© CCE, IPCS, 1994		

- **Ácido acético diluido al 70%**
 - **Identificación del producto y de la compañía**
Nombre del producto: ÁCIDO ACÉTICO 70% PUREZA
 - **Composición/información sobre los componentes**

Nombre de ingrediente	Número de CAS	% en peso
Ácido acético	64-19-7	70
Agua	7732-18-5	30

- Identificación de peligros

Estado físico: Líquido

Color: Claro, Incoloro.

Puntos importantes en el caso de emergencia:

LÍQUIDO Y VAPOR COMBUSTIBLE.

EL VAPOR PUEDE OCASIONAR INCENDIOS.

CAUSA QUEMADURAS EN LOS OJOS.

CAUSA QUEMADURAS EN LA PIEL.

OCASIONA QUEMADURAS EN EL TRACTO RESPIRATORIO.

No ingerir. No ponga en ojos, en piel, o en la ropa. No respire los vapores o nieblas. Mantener alejado del calor, chispas y llamas. Conservar el recipiente cerrado. Use sólo con ventilación adecuada. Lávese completamente después del manejo.

¡PELIGRO! CORROSIVO.

Vías de absorción:

Absorbido a través de la piel. Contacto con los ojos. Inhalación. Ingestión.

Posibles efectos a la salud:

Ojos: Corrosivo. Causa daño ocular.

Piel: Corrosivo. Provoca quemaduras en la piel.

Inhalación: Corrosivo. Provoca quemaduras en el tracto respiratorio.

Ingestión: Corrosivo. Causa irritación severa o quemaduras en la boca, garganta y esófago.

- Medidas de primeros auxilios

Contacto con los ojos:

En caso de contacto, lavar los ojos inmediatamente con abundante agua durante por lo menos 15 minutos. Obtenga atención médica inmediatamente.

Contacto con la piel:

Lave inmediatamente la zona expuesta con agua y jabón. Quítese la ropa y calzado contaminados. Lavar la ropa antes de volver a usarla. Limpiar completamente el calzado antes de volver a usarlo. Obtenga atención médica inmediatamente.

Inhalación:

Si ha habido inhalación, trasladar al aire libre. Si no respira, efectuar respiración artificial. Si le cuesta respirar, suministrar oxígeno. Obtenga atención médica inmediatamente.

Ingestión:

No inducir al vómito a menos que lo indique expresamente el personal médico. No suministrar nada por vía oral a una persona inconsciente. Si se han ingerido grandes cantidades de este material, llame a un médico inmediatamente.

- Medidas de lucha contra incendios

Temperatura de autoignición: 463 °C

Punto de Inflamación: 65 °C (Crisol abierto) Pensky- Martens.

Límites de explosión: Punto mínimo: >5.4 %

Inflamabilidad del producto: Punto máximo: <19 %

Productos de la combustión:

Estos productos son óxidos de carbono (CO, CO₂) (monóxido de carbono, dióxido de carbono).

Peligros extraordinarios de fuego/explosión:

Este material es combustible/inflamable y sensible al fuego, al calor y a las descargas eléctricas.

Los vapores pueden formar mezclas explosivas con el aire. Los vapores pueden acumularse en áreas bajas o cerradas, desplazarse a una distancia considerable hacia la fuente de incendio y producir un retroceso de llama. Los residuos líquidos que se filtran en el alcantarillado pueden causar un riesgo de incendio o de explosión.

Este material no es explosivo según lo defendido en los criterios regulatorios establecidos.

Métodos anti-incendios e instrucciones:

En caso de incendio, use agua pulverizada (neblina), espuma, polvo químico o dióxido de carbono. **NO COMBATIR EL INCENDIO CUANDO LLEGUE AL MATERIAL.**

Retirarse del incendio y dejar que arda. Aísle rápidamente la zona evacuando a todas las personas de las proximidades del lugar del incidente. Evacúe al personal de la zona de influencia directa del incidente y retírelo de las ventanas. Enfriar los contenedores con un chorro de agua para evitar la sobrepresión, la auto-inflamación o la explosión.

Ropa protectora (fuego):

Los bomberos deben usar aparatos de respiración autónoma (ARAC) y equipo completo contra incendios.

Precauciones personales. Protección personal de emergencia. Eliminar todas las fuentes de ignición. Mantener apartado al personal no necesario. Use equipo protector adecuado. No toque o camine sobre el material derramado.

Lentes anti- salpicaduras. Ropa de protección completa: botas, guantes. Se debería utilizar un aparato de respiración autónoma para evitar cualquier inhalación del producto.

Las ropas de protección sugeridas podrían no asegurar una protección suficiente; consultar a un especialista ANTES de tocar este producto.

- Medidas en caso de derrame accidental

Si el personal de emergencia no está disponible, contenga el material derramado. Para derrames pequeños añada un absorbente (puede usar tierra en ausencia de otros materiales adecuados) y use un medio que no produzca chispas o a prueba de explosión para trasladar el material a un contenedor sellado apropiado, para su eliminación. Para derrames grandes retenga con un dique el material derramado o, si no, contenga el material para asegurar que la fuga no alcance un canal de agua. Introduzca el material derramado con el suelo y evitar que el material vertido fluya hacia alcantarillas y cursos de agua superficiales.

- Manipulación y almacenamiento*Manipulación:*

No ponga en ojos, en piel, ó en la ropa. Use sólo con ventilación adecuada. Evite respirar vapor o niebla. No respire los vapores o nieblas. Mantener alejado del calor, chispas y llamas. Para evitar fuego o explosión, disparar electricidad estática durante la transferencia poniendo a tierra y uniendo los envases y el equipo antes de transferir el material. Use equipo eléctrico (de ventilación, iluminación y manipulación de materiales) a prueba de explosiones. Lávese completamente después del manejo. Los contenedores vacíos pueden contener residuos o vapores tóxicos, inflamables, combustibles o explosivos. No corte, aplaste, perforo, suelde, reutilice ni deseche los contenedores a menos que se hayan tomado las precauciones necesarias contra estos riesgos.

Almacenamiento:

Almacenar en un área separada y homologada. Mantener el contenedor en un área fresca y bien ventilada. Mantener el contenedor bien cerrado y sellado hasta el momento de usarlo. Evitar todas las fuentes posibles de ignición (chispa o llama).

- Controles de exposición /protección personal*Medidas de control:*

Asegurar una ventilación adecuada u otros controles de ingeniería que mantengan las concentraciones en el aire por debajo del límite de exposición laboral correspondiente. Verifique que las estaciones de lavado de ojos y duchas de seguridad se encuentran cerca de las estaciones de trabajo.

Medidas higiénicas:

Lávese las manos después de manejar los compuestos y antes de comer, fumar, utilizar lavabos y al final del día.

Ojos:

Procurar que no se introduzca en los ojos. Use máscara. Gafas protectores contra salpicaduras químicas.

Piel y cuerpo:

Procurar que no se deposite sobre la piel o en las ropas. Use prendas de vestir y zapatos impermeables contra las sustancias químicas y el aceite. Use máscara.

Respiratoria:

Use sólo con ventilación adecuada. No respire los vapores o nieblas. Si la ventilación no es adecuada, utilice un respirador certificado por NIOSH que brinde protección contra vapores orgánicos.

Manos:

Use guantes impermeables contra las sustancias químicas y el aceite. La elección correcta de guantes protectores depende de los productos químicos que se manipulen, las condiciones de trabajo y uso, y el estado de los guantes (aún los más resistentes a sustancias químicas se deterioran luego de exposiciones prolongadas a estos productos). La mayoría de los guantes sólo brindan protección durante un breve periodo antes de que deban ser desechados y reemplazados. Debido a que los entornos específicos de trabajo y las prácticas de manejo de materiales varían, deben desarrollarse procedimientos de seguridad afines a cada aplicación. Por lo tanto, los guantes se deben elegir luego de consultar al proveedor o fabricante y evaluar exhaustivamente las condiciones de trabajo.

- Propiedades físicas y químicas.

Color: Claro. Incoloro.

Estado físico: Líquido.

Olor: Vinagre (Fuerte).

Punto de fusión / Rango: -7° C

Densidad: 1070 kg /m³ (1.07 g/cm³) a 20° C

Solubilidad: Soluble en agua

Fórmula química: C₂H₄O₂

Propiedades de dispersión: Ver la solubilidad en agua.

Calor de combustión: No disponible.

- Estabilidad y reactividad

El producto es estable.

Reactivo con metales, agentes oxidantes, los agentes reductores, metales, los álcalis.

No se producirá óxidos de carbono (CO, CO₂) (monóxido de carbono, dióxido de carbono).

Mantener alejado del calor, chispas y llamas. Este producto debería estar almacenado LEJOS de materiales oxidantes y de bases fuertes.

- Información toxicológica

Nombre de ingrediente	Prueba	Resultado	Ruta	Especies
Ácido acético	DL50	3310 mg/kg	Oral	Rata
	DL50	1060 mg/kg	Dérmica	Conejo

Efectos carcinogénicos:

Ninguno de los componentes de este producto a niveles mayores de 0.1% ha sido identificado como cancerígeno por la ACGIH ni por la Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (IARC). Ninguno de los componentes de este producto presente a niveles mayores de 0.1 % ha sido identificado como cancerígeno por el Programa Nacional de Toxicología de los Estados Unidos (NTP) ni por la Ley para la Seguridad y Salud Ocupacional de los Estados Unidos (OSHA).

Efectos mutágenos:

Ninguno de los componentes de este producto a niveles superiores al 0.1 % ha sido clasificado por los criterios normativos establecidos como un mutágeno.

Efectos al sistema reproductivo:

Ninguno de los componentes de este producto a niveles superiores al 0.1% ha sido clasificado por los criterios normativos establecidos como una toxina reproductiva.

Efectos teratogénos:

Ninguno de los componentes de este producto a niveles superiores al 0.1% ha sido clasificado por los criterios normativos establecidos como teratogéno o embriotóxico.

Otros datos de toxicidad crónica:

Ácido acético: los seres humanos no aclimatados a vapores de ácido acético experimentan irritaciones oculares y nasales extremas en contacto con este ácido en concentraciones superiores a 25 ppm. Las concentraciones en el aire de 50 ppm se consideran intolerables y provocan lagrimeo intenso (ojos llorosos) e irritaciones en nariz y garganta. Las exposiciones repetidas de seres humanos a altas concentraciones pueden provocar lesiones en la conjuntiva ocular, ennegrecimiento de las manos, hiperqueratosis (engrosamiento) de la piel, erosión dental, congestión y edema de la faringe, constricción bronquial e irritaciones en el tracto respiratorio.

- Información ecológica

Ecotoxicidad: El fabricante no ha realizado pruebas

Movilidad: Este producto puede desplazarse con corrientes de agua superficiales o subterráneas porque la solubilidad del agua es: 100%

No se espera que este producto se bioacumule a través de las cadenas alimenticias en el medio ambiente.

Persistencia/degradabilidad: Rápidamente biodegradable

- Consideraciones sobre la eliminación**Información sobre los desechos:**

Evite el contacto con el material derramado y cubra con tierra evitando que llegue a los canales de agua de la superficie. Consultar a un profesional medioambiental para determinar si las normas locales clasificarían los materiales vertidos o contaminados como desechos peligrosos. Utilice sólo instalaciones aprobadas de desecho, de almacenamiento, de tratamiento, de reciclado y de transporte.

- Otra información

Requisitos de etiqueta:

¡PELIGRO! CORROSIVO.
LÍQUIDO Y VAPOR COMBUSTIBLE.
EL VAPOR PUEDE OCASIONAR INCENDIOS.
CAUSA QUEMADURAS EN LOS OJOS.
CAUSA QUEMADURAS EN LA PIEL.
OCASIONA QUEMADURAS EN EL TRACTO RESPIRATORIO.

- Iridio

Ficha de Datos de Seguridad
Según Directiva 2001/58/CE

775970 **Iridio** solución patrón Ir=10,00±0,02 g/l ICP

1. Identificación de la sustancia/preparado y de la sociedad o empresa	
1.1 Identificación de la sustancia o del preparado	Denominación: Iridio solución patrón Ir=10,00±0,02 g/l
1.2 Uso de la sustancia o preparado:	Para usos de laboratorio, análisis, investigación y química fina.
1.3 Identificación de la sociedad o empresa:	PANREAC QUIMICA, S.A.U. C/Garraf, 2 E-08211 Castellar del Vallès (Barcelona) España Tel.:(+34) 937 489 400 Urgencias: Número único de teléfono para llamadas de urgencia: 112 (UE) Tel.:(+34) 937 489 499
2. Composición/Información de los componentes	
Acido Clorhídrico 37% (dil. 20%) CAS [7647-01-0] Fórmula: HCl M.=36,46 Número CE (EINECS): 231-595-7 Número de índice CE: 017-002-01-X R: 34-37	
3. Identificación de los peligros	
Irrita los ojos, la piel y las vías respiratorias.	

4. Primeros auxilios	
4.1 Indicaciones generales:	En caso de pérdida del conocimiento nunca dar a beber ni provocar el vómito.
4.2 Inhalación:	Trasladar a la persona al aire libre. En caso de asfixia proceder a la respiración artificial. En caso de que persista el malestar, pedir atención médica.
4.3 Contacto con la piel:	Lavar abundantemente con agua y jabón. Quitarse las ropas contaminadas. En caso de irritación, pedir atención médica.
4.4 Ojos:	Lavar con agua abundante (mínimo durante 15 minutos), manteniendo los párpados abiertos. Pedir atención médica.
4.5 Ingestión:	Beber agua abundante. Provocar el vómito. Pedir atención médica.
5. Medidas de lucha contra incendio	
5.1 Medios de extinción adecuados:	Agua. Dióxido de carbono (CO ₂). Espuma. Polvo seco.
5.2 Medios de extinción que NO deben utilizarse:	-----
5.3 Riesgos especiales:	Incombustible. En caso de incendio pueden formarse vapores tóxicos de HCl. No permitir el paso del agua de extinción a acuíferos superficiales o subterráneos. Precipitar los vapores formados con agua.
5.4 Equipos de protección:	Ropa y calzado adecuados. Equipo de respiración autónomo.
6. Medidas a tomar en caso de vertido accidental	
6.1 Precauciones individuales:	Evitar el contacto con la piel, los ojos y la ropa. Procurar una ventilación apropiada. No inhalar los vapores.
6.2 Precauciones para la protección del medio ambiente:	No permitir el paso al sistema de desagües. Evitar la contaminación del suelo, aguas y desagües.
6.3 Métodos de recogida/limpieza:	Recoger con materiales absorbentes (Absorbente General Panreac, Kieselguhr, etc.) o en su defecto arena o tierra secas y depositar en contenedores para residuos para su posterior eliminación de acuerdo con las normativas vigentes. Limpiar los restos con agua abundante. Neutralizar con solución de carbonato sódico.
7. Manipulación y almacenamiento	

7.1 Manipulación:	Asegurar una buena ventilación y renovación de aire en el local.
7.2 Almacenamiento:	Recipientes bien cerrados. En lugar fresco, seco y bien ventilado. Temperatura ambiente.
8. Controles de exposición/protección personal	
8.1 Medidas técnicas de protección:	Asegurar una buena ventilación y renovación de aire del local.
8.2 Control límite de exposición:	VLA-ED: 5 ppm ó 7,6 mg/m ³ (HCl) VLA-EC: 10 ppm ó 15 mg/m ³ (HCl)
8.3 Protección respiratoria:	En caso de formarse vapores/aerosoles, usar equipo respiratorio adecuado. Filtro E. Filtro P.
8.4 Protección de las manos:	Usar guantes apropiados: (neopreno, nitrilo, látex).
8.5 Protección de los ojos:	Usar gafas apropiadas.
8.6 Medidas de higiene particulares:	Quitarse las ropas contaminadas. Lavarse manos y cara antes de las pausas y al finalizar el trabajo. Usar ropa de trabajo adecuada. No comer, beber ni fumar en el lugar de trabajo. No inhalar la sustancia.
8.7 Controles de la exposición del medio ambiente:	Cumplir con la legislación local vigente sobre protección del medio ambiente.
El proveedor de los medios de protección debe especificar el tipo de protección que debe usarse para la manipulación del producto, indicando el tipo de material y, cuando proceda, el tiempo de penetración de dicho material, en relación con la cantidad y la duración de la exposición.	
9. Propiedades físicas y químicas	
Aspecto: Líquido azul.	
Olor: Picante	
Punto de ebullición :107°C Punto de fusión : -25°C Densidad (20/4): 1,02 Solubilidad: Miscible con agua	
10. Estabilidad y reactividad	

10.1	Condiciones que deben evitarse: Temperaturas elevadas.
10.2	Materias que deben evitarse: Metales y sus aleaciones.
10.3	Productos de descomposición peligrosos: Cloruro de hidrógeno.
10.4	Información complementaria: -----
11. Información toxicológica	
11.1	Toxicidad aguda: CL ₅₀ inh rata: 3124 ppm/1h
11.2	Efectos peligrosos para la salud: Atendiendo a los componentes del preparado, las características peligrosas probables son las siguientes: Por inhalación: Irritaciones en mucosas, tos, dificultades respiratorias. En contacto con la piel: irritaciones leves. Por contacto ocular: irritaciones leves. Por ingestión: Irritaciones en mucosas de la boca, garganta, esófago y tracto intestinal. No se descartan otras características peligrosas. Observar las precauciones habituales en el manejo de productos químicos.
12. Información Ecológica	
12.1	Movilidad : -----
12.2	Ecotoxicidad : 12.2.1 - Test EC ₅₀ (mg/l) : Peces: 25 mg/l (HCl) Peces (Leuciscus Idus) LC ₅₀ : 862 mg/l (HCl) Plantas: 6 mg/l (HCl) 12.2.2 - Medio receptor : Riesgo para el medio acuático = ----- Riesgo para el medio terrestre = ----- 12.2.3 - Observaciones : Ecotóxico en medio acuático. La ecotoxicidad se debe a la desviación del pH. Posiblemente tóxico para bacterias y plancton.
12.3	Degradabilidad : 12.3.1 - Test :----- 12.3.2 - Clasificación sobre degradación biótica : DBO ₅ /DQO Biodegradabilidad = ----- 12.3.3 - Degradación abiótica según pH : ----- 12.3.4 - Observaciones : No consume oxígeno de forma biológica.
12.4	Acumulación :

12.4.1 - Test :

12.4.2 - Bioacumulación :

Riesgo = -----

12.4.3 - Observaciones :

Producto bioacumulable.

12.5 Otros posibles efectos sobre el medio natural :

No permitir su incorporación al suelo ni a acuíferos. No incorporar al sumidero de aguas residuales. Producto poco contaminante para el agua. El compuesto produce mezclas tóxicas con el agua, aunque se encuentre diluido.

DATOS BASADOS en los Componentes del Preparado.

13. Consideraciones sobre la eliminación

13.1 Sustancia o preparado:

En la Unión Europea no están establecidas pautas homogéneas para la eliminación de residuos químicos, los cuales tienen carácter de residuos especiales, quedando sujetos su tratamiento y eliminación a los reglamentos internos de cada país. Por tanto, en cada caso, procede contactar con la autoridad competente, o bien con los gestores legalmente autorizados para la eliminación de residuos.

2001/573/CE: Decisión del Consejo, de 23 de julio de 2001, por la que se modifica la Decisión 2000/532/CE de la Comisión en lo relativo a la lista de residuos.

Directiva 91/156/CEE del Consejo de 18 de marzo de 1991 por la que se modifica la Directiva 75/442/CEE relativa a los residuos.

En España: Ley 10/1998, de 21 de abril, de Residuos. Publicada en BOE 22/04/98.

ORDEN MAM/304/2002, de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos. Publicada en BOE 19/02/02.

13.2 Envases contaminados:

Los envases y embalajes contaminados de sustancias o preparados peligrosos, tendrán el mismo tratamiento que los propios productos contenidos.

Directiva 94/62/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 20 de diciembre de 1994, relativa a los envases y residuos de envases.

En España: Ley 11/1997, de 24 de abril, de Envases y Residuos de Envases. Publicada en BOE 25/04/97.

Real Decreto 782/1998, de 30 de abril, por el que se aprueba el Reglamento para el desarrollo y ejecución de la Ley 11/1997, de 24 de abril, de Envases y Residuos de Envases. Publicado en BOE 01/05/98.

14. Información relativa al transporte

Terrestre (ADR):

Denominación técnica: LÍQUIDO CORROSIVO, N.E.P.

ONU 1760 Clase: 8 Grupo de embalaje: III

Marítimo (IMDG):
 Denominación técnica: LÍQUIDO CORROSIVO, N.E.P.
 ONU 1760 Clase: 8 Grupo de embalaje: III
 Aéreo (ICAO-IATA):
 Denominación técnica: Corrosivo líquido, n.e.p.
 ONU 1760 Clase: 8 Grupo de embalaje: III
 Instrucciones de embalaje: CAO 820 PAX 818

15. Información reglamentaria

15.1 Etiquetado según Directiva de la CE



Símbolos:

Indicaciones de peligro: Irritante

Frases R: 36/37/38 Irrita los ojos, la piel y las vías respiratorias.

Frases S: 26-36 En caso de contacto con los ojos, lávense inmediata y abundantemente con agua y acúdase a un médico. Usese indumentaria protectora adecuada.

15.2 Disposiciones particulares en el ámbito comunitario:

Reglamento (CE) nº 1232/2002 de la Comisión, de 9 de julio de 2002, por el que se sustituye el anexo del Reglamento (CE E) nº 3677/90 del Consejo, relativo a las medidas que deben adoptarse para impedir el desvío de determinadas sustancias para la fabricación ilícita de estupefacientes y de sustancias psicotrópicas y por el que se modifica el Reglamento (CEE) nº 3769/92

16. Otras informaciones

Información de los componentes:

Acido Clorhídrico 37% (dil. 20%)
 CAS [7647-01-0] HCl M.=36,46
 231-595-7 017-002-01-X



R: 34-37

Provoca quemaduras. Irrita las vías respiratorias.

Número y fecha de la revisión: 0 25.10.03

Los datos consignados en la presente Ficha de Datos de Seguridad, están basados en nuestros conocimientos actuales, teniendo como único objeto informar sobre aspectos de seguridad y no garantizándose las propiedades y características en ella indicadas.

- **Rutenio**

1. IDENTIFICACIÓN DE LA SUSTANCIA O LA MEZCLA Y DE LA SOCIEDAD O LA EMPRESA
1.1 Identificadores del producto

Nombre del producto : Rutenio

Referencia : 545023

Marca : Aldrich

No. CAS : 7440-18-8

1.2 Usos pertinentes identificados de la sustancia o de la mezcla y usos desaconsejados

Usos identificados : Reactivos para laboratorio, Fabricación de sustancias

1.3 Datos del proveedor de la ficha de datos de seguridad

Compañía : Sigma-Aldrich Química SA
 Ronda de Poniente, 3
 Aptdo. Correos 278
 E-28760 TRES CANTOS -MADRID

Teléfono : +34 91 6619977

Fax : +34 91 6619642

E-mail de contacto : eurtechserv@sial.com

1.4 Teléfono de emergencia

Teléfono de Urgencia : 704100087

2. IDENTIFICACIÓN DE LOS PELIGROS
2.1 Clasificación de la sustancia o de la mezcla

Clasificación de acuerdo con el Reglamento (CE) 1272/2008 [UE-GHS/CLP]

Sólidos inflamables (Categoría 1)

Clasificación de acuerdo con las Directivas de la UE 67/548/CEE ó 1999/45/CE

Fácilmente inflamable.

2.2 Elementos de la etiqueta

Etiquetado de acuerdo con el Reglamento (CE) 1272/2008 [UE-GHS/CLP]

Pictograma



Palabra de advertencia Peligro

Indicación(es) de peligro

H228 Sólido inflamable.

Declaración(es) de prudencia

P210 Mantener alejado de fuentes de calor, chispas, llama abierta o superficies calientes. - No fumar.

Declaración Suplementaria del ninguno(a)

Peligro

De acuerdo con la Directiva Europea 67/548/CEE, y sus enmiendas.

Símbolo(s) de peligrosidad



- Frase(s) - R
R11 Fácilmte inflamable.
- Frase(s) - S
S16 Conservar alejado de toda llama o fuente de chispas - No fumar.
S22 No respirar el polvo.
S24/25 Evitese el contacto con los ojos y la piel.

2.3 Otros Peligros - ninguno(a)

3. COMPOSICIÓN/INFORMACIÓN SOBRE LOS COMPONENTES

3.1 Sustancias

- Formula : Ru
Peso molecular : 101,07 g/mol

Componente	Concentración
Ruthenium	
No. CAS	7440-18-8
No. CE	231-127-1

4. PRIMEROS AUXILIOS

4.1 Descripción de los primeros auxilios

Recomendaciones generales

Consultar a un médico. Mostrar esta ficha de seguridad al doctor que esté de servicio.

Si es inhalado

Si aspiró, mueva la persona al aire fresco. Si ha parado de respirar, hacer la respiración artificial. Consultar a un médico.

En caso de contacto con la piel

Eliminar lavando con jabón y mucha agua. Consultar a un médico.

En caso de contacto con los ojos

Lavarse abundantemente los ojos con agua como medida de precaución.

Si es tragado

No provocar el vómito Nunca debe administrarse nada por la boca a una persona inconsciente. Enjuague la boca con agua. Consultar a un médico.

4.2 Principales síntomas y efectos, agudos y retardados

Según nuestras informaciones, creemos que no se han investigado adecuadamente las propiedades químicas, físicas y toxicológicas.

4.3 Indicación de toda atención médica y de los tratamientos especiales que deban dispensarse inmediatamente
sin datos disponibles

5. MEDIDAS DE LUCHA CONTRA INCENDIOS

5.1 Medios de extinción

Medios de extinción apropiados

Usar agua pulverizada, espuma resistente al alcohol, polvo seco o dióxido de carbono.

5.2 Peligros específicos derivados de la sustancia o la mezcla

óxido de rutenio,

5.3 Recomendaciones para el personal de lucha contra incendios

Si es necesario, usar equipo de respiración autónomo para la lucha contra el fuego.

5.4 Otros datos

El agua pulverizada puede ser utilizada para enfriar los contenedores cerrados.

6. MEDIDAS EN CASO DE VERTIDO ACCIDENTAL

- 6.1 Precauciones personales, equipo de protección y procedimientos de emergencia**
Evite la formación de polvo. Evitar respirar los vapores, la neblina o el gas. Asegúrese una ventilación apropiada. Retirar todas las fuentes de ignición. Evacuar el personal a zonas seguras.
- 6.2 Precauciones relativas al medio ambiente**
Impedir nuevos escapes o derrames si puede hacerse sin riesgos. No dejar que el producto entre en el sistema de alcantarillado.
- 6.3 Métodos y material de contención y de limpieza**
Limpiar y traspalar. Contener y recoger el derrame con un aspirador aislado de la electricidad o cepillándolo, y meterlo en un envase para su eliminación de acuerdo con las reglamentaciones locales (ver sección 13). Guardar en contenedores apropiados y cerrados para su eliminación. Contenga el derramamiento, recójalo con una aspiradora eléctricamente protegida o con un cepillo-mojado y transféralo a un contenedor para su disposición según las regulaciones locales (véase la sección 13).
- 6.4 Referencia a otras secciones**
Para eliminación de desechos ver sección 13.

7. MANIPULACIÓN Y ALMACENAMIENTO

- 7.1 Precauciones para una manipulación segura**
Evítese la formación de polvo y aerosoles.
Debe disponer de extracción adecuada en aquellos lugares en los que se forma polvo. Conservar alejado de toda llama o fuente de chispas - No fumar. Tomar medidas para impedir la acumulación de descargas electrostáticas.
- 7.2 Condiciones de almacenamiento seguro, incluidas posibles incompatibilidades**
Almacenar en un lugar fresco. Conservar el envase herméticamente cerrado en un lugar seco y bien ventilado.
- 7.3 Usos específicos finales**
sin datos disponibles

8. CONTROLES DE EXPOSICIÓN/ PROTECCIÓN INDIVIDUAL**8.1 Parámetros de control**

Componentes con valores límite ambientales de exposición profesional.
No contiene sustancias con valores límites de exposición profesional.

8.2 Controles de la exposición**Controles técnicos apropiados**

Manipular con las precauciones de higiene industrial adecuadas, y respetar las prácticas de seguridad. Lávense las manos antes de los descansos y después de terminar la jornada laboral.

Protección personal**Protección de los ojos/ la cara**

Gafas de seguridad con protecciones laterales conformes con la EN166 Use equipo de protección para los ojos probado y aprobado según las normas gubernamentales correspondientes, tales como NIOSH (EE.UU.) o EN 166 (UE).

Protección de la piel

Manipular con guantes. Los guantes deben ser controlados antes de la utilización. Utilice la técnica correcta de quitarse los guantes (sin tocar la superficie exterior del guante) para evitar el contacto de la piel con este producto. Deseche los guantes contaminados después de su uso, de conformidad con las leyes aplicables y buenas prácticas de laboratorio. Lavar y secar las manos.

Los guantes de protección seleccionados deben de cumplir con las especificaciones de la Directiva de la UE 89/686/CEE y de la norma EN 374 derivado de ello.

Protección Corporal

Vestimenta protectora antiestática retardante de la flama, El tipo de equipamiento de protección debe ser elegido según la concentración y la cantidad de sustancia peligrosa al lugar específico de trabajo.

Protección respiratoria

Donde el asesoramiento de riesgo muestre que los respiradores purificadores de aire son apropiados, usar un respirador que cubra toda la cara tipo N100 (EEUU) o tipo P3 (EN 143) y cartuchos de respuesta para controles de ingeniería. Si el respirador es la única protección, usar un respirador suministrado que cubra toda la cara Usar respiradores y componenetes testados y aprobados bajo los estandards gubernamentales apropiados como NIOSH (EEUU) o CEN (UE)

9. PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS**9.1 Información sobre propiedades físicas y químicas básicas**

a) Aspecto	Estado físico: polvo Color: gris claro
b) Olor	sin datos disponibles
c) Umbral olfativo	sin datos disponibles
d) pH	sin datos disponibles
e) Punto de fusión/ punto de congelación	Punto/intervalo de fusión: 2.310 °C - lit.
f) Punto inicial de ebullición e intervalo de ebullición	3.900 °C - lit.
g) Punto de inflamación	no aplicable
h) Tasa de evaporación	sin datos disponibles
i) Inflamabilidad (sólido, gas)	La sustancia o mezcla es un sólido inflamable con la subcategoría 1.
j) Inflamabilidad superior/inferior o límites explosivos	sin datos disponibles
k) Presión de vapor	sin datos disponibles
l) Densidad de vapor	sin datos disponibles
m) Densidad relativa	sin datos disponibles
n) Solubilidad en agua	sin datos disponibles
o) Coeficiente de reparto n-octanol/agua	sin datos disponibles
p) Temperatura de auto-inflamación	sin datos disponibles
q) Temperatura de descomposición	sin datos disponibles
r) Viscosidad	sin datos disponibles
s) Propiedades explosivas	sin datos disponibles
t) Propiedades comburentes	sin datos disponibles

9.2 Otra información de seguridad
sin datos disponibles

10. ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD

- 10.1 Reactividad**
sin datos disponibles
- 10.2 Estabilidad química**
sin datos disponibles
- 10.3 Posibilidad de reacciones peligrosas**
sin datos disponibles
- 10.4 Condiciones que deben evitarse**
Calor, llamas y chispas. Temperaturas extremas y luz directa del sol.
- 10.5 Materiales incompatibles**
Agentes oxidantes fuertes
- 10.6 Productos de descomposición peligrosos**
Otros productos de descomposición peligrosos - sin datos disponibles

11. INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA**11.1 Información sobre los efectos tóxicos**

Toxicidad aguda
sin datos disponibles

Corrosión o irritación cutáneas
sin datos disponibles

Lesiones o irritación ocular graves
sin datos disponibles

Sensibilización respiratoria o cutánea
sin datos disponibles

Mutagenicidad en células germinales
sin datos disponibles

Carcinogenicidad

IARC: No se identifica ningún componente de este producto, que presente niveles mayores que o igual a 0,1% como agente carcinógeno humano probable, posible o confirmado por la IARC) Agencia Internacional de Investigaciones sobre Carcinógenos.

Toxicidad para la reproducción
sin datos disponibles

Toxicidad específica en determinados órganos - exposición única
sin datos disponibles

Toxicidad específica en determinados órganos - exposiciones repetidas
sin datos disponibles

Peligro de aspiración
sin datos disponibles

Efectos potenciales sobre la salud

Inhalación	Puede ser nocivo si se inhala. Puede provocar una irritación en el tracto respiratorio.
Ingestión	Puede ser nocivo si es tragado.
Piel	Puede ser nocivo si es absorbido por la piel. Puede provocar una irritación de la piel.
Ojos	Puede provocar una irritación en los ojos.

Signos y Síntomas de la Exposición

Según nuestras informaciones, creemos que no se han investigado adecuadamente las propiedades químicas, físicas y toxicológicas.

personas o bienes. Y de esa manera, también facilitar el máximo posible la intervención de los equipos exteriores. La clasificación de los productos y reactivos que intervienen en el proceso es la siguiente:

Producto	Clasificación
Metanol	B1
Monóxido de carbono	A1
Ácido acético	B1
Nitrógeno	A1

4.2- Medidas de prevención y extinción

En los centros de trabajo en los que exista peligro de incendio se adoptarán las medidas de prevención que se indican a continuación, combinando su empleo con la protección general más próxima que puedan prestar los servicios públicos contra incendios.

- **Uso del agua**





Se emplearán las siguientes condiciones:

- Donde existan conducciones de agua a presión, se instalarán suficientes tomas o bocas a distancia conveniente entre si y cercanas a los puestos fijos de trabajo y lugares de paso del personal, colocando junto a tales tomas las correspondientes mangueras (bocas de incendio equipadas).
- Cuando se carezca de agua a presión (o ésta sea insuficiente), se instalarán depósitos con agua suficiente para combatir los posibles incendios.

- **Extintores portátiles**

Se emplearán en las siguientes condiciones:

- En la proximidad de puestos de trabajo con riesgo de incendio, colocados en sitio visible y fácilmente accesible, se dispondrá de extintores portátiles o móviles sobre ruedas, de la clase que convenga según la causa determinante del fuego a extinguir.
- Cuando se empleen diversos tipos, los extintores serán rotulados con carteles indicadores del incendio en que deban emplearse.
- Los extintores serán revisados periódicamente y cargados según las normas reglamentarias del Ministerio de Industria y Economía.
- Según la norma UNE 20010/76 pueden haber diferentes tipos de fuegos, según cual sea la naturaleza del combustible:

	A Fuegos de materiales sólidos, principalmente de tipo orgánico. La combustión se realiza produciendo brasas. Madera, papel, cartón, tejidos...
	B Fuegos de líquidos o de sólidos que con calor pasan a estado líquido. Alquitrán, gasolina, aceites, grasas..
	C Fuegos de gases. Acetileno, butano, propano, gas ciudad...
	D Fuegos de metales y productos químicos reactivos, como el carburo de calcio, metales ligeros, etc. Sodio, potasio, aluminio pulverizado, magnesio, titanio, circonio..
E	Fuegos en presencia de tensión eléctrica superior a 25 KV. Conviene diferenciarlos del resto por la importancia y diferencia de actuaciones a realizar frente a los mismos.

En nuestra instalación pueden ocurrir principalmente los fuegos B, C y E.

- Los agentes extintores característicos para cada uno de estos fuegos son:
 - Agua: fuegos tipo A. Pulverizada con fuegos de clase B y E cuando son de baja tensión.
 - Espumas: fuegos tipo A y B. De alta expansión también con fuegos tipo E.
 - Polvo seco: fuegos tipo A, B, C y E.
 - Anhídrido carbónico: fuegos tipo B, C y E.
 - Derivados halogenados: fuegos tipo B, C y E.
 - Productos especiales: fuegos tipo D.
- Equipos contra incendios

El material asignado al equipo de extinción (cubiertas de lona o tejidos ignífugos, hachas, picos, palas, etc.) no podrá ser usado para otros fines y su emplazamiento será conocido por las personas que deban utilizarlo.

La empresa designará un jefe de equipo contra incendios que cumplirá estrictamente las instrucciones técnicas dictadas por el Comité de Seguridad para la extinción del fuego, y las del Servicio Médico de la empresa para el socorro de los accidentados.

- Alarmas y simulacro de incendios

Para comprobar el buen funcionamiento de los sistemas de prevención, el entrenamiento de los equipos contra incendios, y que los trabajadores participen con aquellos, se efectuará, periódicamente alarmas y simulacros de incendios por orden de la empresa y bajo la dirección del jefe de la brigada contra incendios, que sólo advertirá de los mismos a las personas que, en previsión de daños o riesgos innecesarios, deban ser informadas.

- Prohibiciones personales

En las dependencias con alto riesgo de incendio queda terminantemente prohibido fumar, la introducción de cerillas, mecheros o útiles de ignición. Esta prohibición se indicará con carteles visibles. Igualmente se prohíbe introducir cualquier herramienta no autorizada que pueda ocasionar chispas.

Es obligatorio el uso de guantes, manoplas, mandiles o trajes ignífugos y de calzado especial contra incendios que las empresas facilitarán a los trabajadores para uso individual.

4.3- Caracterización de la instalación industrial

Los establecimientos industriales ubicados en un edificio pueden ser:

- TIPO A: el establecimiento industrial ocupa parcialmente un edificio que tiene, además, otros establecimientos, ya sean estos de uso industrial y de otros usos.
- TIPO B: el establecimiento industrial ocupa totalmente un edificio que está adosado a otro u otros edificios, o a una distancia igual o inferior a tres metros de otro u otros edificios, de otro establecimiento, ya sean estos de uso industrial o bien de otros usos.
- TIPO C: el establecimiento industrial ocupa totalmente un edificio, o varios, en su caso, que está a una distancia mayor de tres metros del edificio más próximo de otros establecimientos. Dicha distancia deberá estar libre de mercancías combustibles o elementos intermedios susceptibles de propagar el incendio.

Establecimientos industriales que desarrollan su actividad en espacios abiertos que no constituyen un edificio:

- TIPO D: el establecimiento industrial ocupa un espacio abierto, que puede estar totalmente cubierto, alguna de cuyas fachadas carece totalmente de cerramiento lateral.
- TIPO E: el establecimiento industrial ocupa un espacio abierto que puede estar parcialmente cubierto (hasta un 50 por ciento de su superficie), alguna de cuyas fachadas en la parte cubierta carece totalmente de cerramiento lateral.

Según esta clasificación, nuestra planta es de tipo C, es decir el establecimiento industrial ocupa totalmente un edificio, o varios, en su caso, que están a una distancia mayor de 3m del edificio más próximo de otros establecimientos.

4.4- Sectores de incendio

Según esta norma RD 2267/2004, aplicable a zonas administrativas y laboratorios, se compartimentaran los edificios de la empresa en sectores de incendios, delimitados por sus elementos constructivos y por el riesgo de incendio en cada sector. Los sectores de incendio son:

Zona 100	Almacenamiento de CH ₃ OH, CO y N ₂	1285 m ²
Zona 200	Reacción	200 m ₂
Zona 300	Purificación	170 m ²
Zona 400	Almacenamiento del producto acabado	1200 m ²
Zona 500	Tratamiento gas/líquido	200 m ²
Zona 600	Servicios	200 m ²
Zona 700	Zona de carga y descarga	300 m ²
Zona 800	Oficinas y aparcamiento	3727 m ²

4.5- Evaluación del nivel de riesgo intrínseco

TABLA 2: Nivel de riesgo intrínseco

Nivel de riesgo		Densidad de carga de fuego ponderado y corregida	
		Mcal/m ²	MJ/m ²
BAJO	1	$Q_S \leq 100$	$Q_S \leq 425$
	2	$100 < Q_S \leq 200$	$425 < Q_S \leq 850$
MEDIO	3	$200 < Q_S \leq 300$	$850 < Q_S \leq 1275$
	4	$300 < Q_S \leq 400$	$1275 < Q_S \leq 1700$
	5	$400 < Q_S \leq 800$	$1700 < Q_S \leq 3400$
ALTO	6	$800 < Q_S \leq 1600$	$3400 < Q_S \leq 6800$
	7	$1600 < Q_S \leq 3200$	$6800 < Q_S \leq 13600$
	8	$3200 < Q_S$	$13600 < Q_S$

Los niveles de riesgo intrínseco de cada zona, se pueden ver en el apartado, **5.4.7 Clasificación de las áreas.**

4.6- Evaluación del establecimiento

4.6.1- Consideraciones a tener en cuenta

- El origen de la evacuación será todo punto ocupable.
- La longitud de los recorridos de la evacuación por pasillos, escaleras y rampas, se medirá sobre el eje.
- Consideramos salida de recinto como una puerta o un paso que conducen, bien directamente, o bien a través de otros recintos, hacia una salida de planta y, en último término, hacia una del edificio

- El punto de reunión, que es el punto dónde todas las personas que estén dentro de la fábrica deberán acudir cuando se dé la señal de evacuar.
- La longitud del recorrido de evacuación hasta alguna salida de oficinas y naves es inferior a 50 m, por disponer de dos o más salidas. Concretamente, en oficinas es de 35m y en naves es de 20m.

4.6.2- Número de salidas de cada edificio

Cada salida de emergencia estará con la correspondiente y correcta señalización. Dispondrán de una luz de emergencia colocada encima de ellas. Deben disponerse señales indicativas de dirección de los recorridos que deben seguirse desde todo origen de evacuación hasta un punto desde el que sea directamente visible la salida, según el Real Decreto 485/1997 de 14 de abril.

- Las oficinas: disponen de 2 salidas que comunican con el exterior. La salida de emergencia hace 2 metros de ancho.
- Los vestuarios y comedor: también disponen de otra salida igual que la de las oficinas.
- El laboratorio dispone de 2 salidas de emergencia. Una de 2 metros de ancho y la otra de 1 m.

4.7- Clasificación de las áreas

Para poder estudiar el abastecimiento de agua contra incendios y los equipos de protección necesarios, se empieza por dividir la planta en diferentes bloques con su determinado riesgo de incendio. Así, cada bloque de incendio representa un área definida con un nivel de riesgo determinado.

En primer lugar, se lleva a cabo la caracterización de la planta en relación con la seguridad contra incendios, en función del tipo de configuración y su ubicación en relación con el entorno. Así es posible determinar la carga de fuego que permitirá establecer el nivel de riesgo intrínseco de cada zona.

TABLA 3: Clasificación de las áreas

Sector	Área (m ²)	Zona	Carga de fuego (MJ/m ²)	Nivel de riesgo
Almacenamiento de CH ₃ OH	205	100	5615,56	Alto (6)
Almacenamiento de CO	1050	100	8535,56	Alto (7)
Almacenamiento de N ₂	30	100	-----	Bajo (1)
Zona de reacción	220	200	-----	Alto
Zona de purificación	170	300	-----	Bajo (1)
Almacenamiento del CH ₃ COOH 70%	360	400	8488	Alto (7)
Almacenamiento del CH ₃ COOH glacial	240	400	4608	Alto (6)
Tratamiento gas/líquido	200	500	-----	Bajo
Estación de bombeo contra incendios	42	600	-----	Bajo (1)

Servicios	160	600	820	Bajo (2)
Zona de carga y descarga	300	700	200	Bajo (1)
Almacén y taller	430	800	1200	Medio (3)
Sala de control y ordenadores	255	800	400	Bajo (1)
Despachos	275	800	400	Bajo (1)
Vestuarios, aseos y comedor	700	800	300	Bajo (1)
Laboratorio	200	800	500	Bajo (2)
Sala de actos	360	800	400	Bajo (1)
Sala de reuniones	130	800	400	Bajo (1)
Sala de empleados	47	800	400	Bajo (1)
Recepción	40	800	-----	Bajo (1)
Control de acceso	70	800	-----	Bajo (1)
Aparcamiento	1130	800	200	Bajo (1)

Según los resultados, se han obtenido diferentes niveles de riesgo. Para determinar los medios de protección contra incendios, se toma el nivel más desfavorable, que será el nivel **ALTO**.

Partiendo del RD 2267/2004 y teniendo esto en cuenta, los m² máximos permitidos por cada sector de incendio son:

TABLA 4: Máxima superficie construida admisible de cada sector de incendio

Riesgo intrínseco del sector de incendio		Configuración del establecimiento		
		Tipo A (m ²)	Tipo B (m ²)	Tipo C (m ²)
BAJO	1	2000	6000	Sin límite
	2	1000	4000	6000
MEDIO	3	500	3500	5000
	4	400	3000	4000
	5	300	2500	3500
ALTO	6	No admitido	2000	3000
	7		1500	2500
	8		No admitido	2000

En nuestra planta se han respetado los m² máximos permitidos para todas las zonas.

4.8- Especificación de la instalación contra incendios necesaria

Para enfrentarse contra un incendio se emplean dos sistemas diferentes, la protección activa y la protección pasiva.

4.8.1- Protección activa

La protección activa es aquella que incluye las actuaciones que implican una acción directa, en el empleo de las instalaciones. Los equipos de protección contra incendios y su emplazamiento en la planta pueden contemplarse en el plano.

4.8.1.1- Sistemas de alarma

Según la legislación, empresas con almacenamientos con capacidad global superior a 50 m³ para líquidos de la subclase B1 como nuestro caso, dispondrán de sistemas de alarma.

Los sistemas de alarma instalados en toda parcela serán pulsadores manuales, detectores automáticos y medios de vigilancia continua del área por cámara de televisión.

El área de purificación, la zona de almacenamiento de productos y también el aparcamiento están dotados de sistemas manuales de alarma de incendios, con pulsadores dispuestos de tal manera que la separación no supere los 25 metros.

4.8.1.2- Sistema de abastecimiento de agua contra incendios

Se entiende como abastecimiento de agua, al conjunto de fuentes de agua, equipos de impulsión y red general de incendios destinados a asegurar, para una o varias instalaciones específicas de protección, el caudal y presión de agua necesarios durante el tiempo de autonomía requerido. El abastecimiento de agua deberá estar reservado exclusivamente para el sistema de protección contra incendios y bajo el control del propietario del sistema.

Permitirá alimentar más de una instalación específica de protección, siendo capaz de asegurar simultáneamente los caudales y presiones de cada instalación en el caso más desfavorable durante el tiempo de autonomía requerido. La planta dispondrá de un depósito de aspiración de agua a nivel de la superficie. Será un embalse de hormigón, impermeabilizado con una capa de geotextil, y con una capacidad determinada por el caudal y por la presión necesaria por los equipos contra incendios durante el tiempo que pueda durar un incendio.

Los sistemas que requieren más cantidad de abastecimiento de agua contra incendios en nuestra empresa son los hidrantes y las BIE's (Bocas de incendio equipadas) y el diseño se realizará para tal fin.

El caudal y reserva de agua necesaria se calcula como:

- Caudal = Suma de caudales requeridos para BIE y para hidrantes.
- Reserva de agua = Suma de reserva de agua necesaria para BIE y para hidrantes.

4.8.1.3- Determinación de la reserva de agua requerida

- Hidrantes

Son dispositivos constituidos por un conjunto de válvulas y una columna, instalados con la finalidad de suministrar agua a mangueras que se acoplan directamente o bien para tanques o bombas de los servicios de extinción. Se encuentran en el exterior de los edificios.

Se colocaran en la planta formando un anillo, con una separación mínima de 40 metros entre cada equipo.

A partir de esta tabla se determinará las necesidades de agua para hidrantes:

TABLA 5: Necesidades de agua para hidrantes exteriores

Configuración del establecimiento industrial	Necesidades de agua para hidrantes exteriores					
	Nivel de riesgo intrínseco					
	BAJO		MEDIO		ALTO	
TIPO	Caudal (l/min)	AUTON. (min)	Caudal (l/min)	AUTON. (min)	Caudal (l/min)	AUTON. (min)
A	500	30	1000	60	----	----
B	500	30	1000	60	1000	90
C	500	30	1500	60	2000	90
D Y E	1000	30	2000	60	3000	90

Puesto que la planta tiene una configuración tipo C y su nivel de riesgo es alto, el caudal de agua requerido por el sistema de hidrantes, considerando que el caso más desfavorable es que estén funcionando dos hidrantes simultáneamente, el caudal de agua necesario para los hidrantes será:

$$C = C_m \cdot N$$

Donde:

C: caudal de agua necesaria, l/min.

C_m: caudal mínimo por salida de 70mm en, l/min

N: número de salidas de 70mm

Por lo tanto, teniendo en cuenta que se tratan de hidrantes tipo 100mm, el caudal de cada uno de ellos será de 2000 l/min, además cada uno de los hidrantes tiene dos salidas de 70mm.

$$C = 2000 \cdot 2 = 4000 \frac{l}{min} = 240 \frac{m^3}{h}$$

Reserva de agua para los hidratantes:

$$R = C \cdot T_a$$

Donde:

R: es la reserva total de agua, l

C: caudal de agua necesaria, l/min

T_a: tiempo de autonomía, min

Así se tiene que:

$$R_{\text{HIDRANTES}} = 4000 \cdot 90 = 360000 \text{ litros} = 360\text{m}^3 \text{ de agua}$$

- Bocas de Incendio Equipadas (BIE's)

Se trata de un conjunto de dispositivos necesarios para transportar y proyectar agua desde un punto fijo de una red fija de abastecimiento de agua hasta la zona donde está el fuego, incluyendo los elementos de soporte, medida de presión y protección del conjunto, como son el armadio, el racor, la lanza, manómetro y manguera.

Las bocas de incendio equipadas suelen ser de dos tipos:

- BIE-25: (25 mm)
El caudal mínimo será de 1,6 l/seg
Riesgo bajo
Manguera redonda
- BIE-45: (45 mm)
El caudal mínimo será de 3,3 l/seg
Riesgo medio/alto
Manguera redonda. Para poder utilizarla hay que estirar totalmente la manguera.

Deberán situarse sobre un soporte rígido, de forma que la altura de su centro quede como máximo a 1,5 metros sobre nivel del suelo.

Estarán situadas, preferentemente, cerca de las salidas de cada sector sin que constituyan un obstáculo para su utilización, a una distancia máxima de 5 metros.



La determinación del número de BIES y su distribución, se hará de tal forma que proteja toda la superficie por proteger, al menos con una BIE-25 para las salas de almacenamiento y una BIE-45 para el resto. La separación máxima entre cada BIE y su más cercana será de 50 metros; y la distancia desde cualquier punto de un local protegido hasta la BIE más cercana no deberá exceder de 25 metros.

Se deberá mantener alrededor de cada BIE una zona libre de obstáculos que permita el acceso y maniobrar con dificultad.

La instalación de BIES se someterá antes de su recepción a una prueba de estanqueidad y resistencia mecánica, sometiendo la red a una presión hidrostática igual a la máxima presión de servicio más 3,5 bar y como mínimo 10 bar, manteniendo dicha presión de prueba durante dos horas como mínimo, sin que aparezca ningún tipo de fuga en la instalación.

A partir de la siguiente tabla se determinará las necesidades de agua para las BIE's

TABLA 6: Necesidades de agua para BIE's

Nivel de riesgo intrínseco del establecimiento industrial	Tipo BIE	Simultaneidad	Tiempo de autonomía (min)
Bajo	DN 25 mm	2	60
Medio	DN 45 mm	2	60
Alto	DN 45 mm	3	90

Puesto que la planta tiene una configuración tipo C y su nivel de riesgo es alto, el caudal de agua requerido por el sistema BIE sabiendo que una BIE tiene un caudal de 3,3 l/s para las bocas de 45mm y que simultáneamente funcionan 3 BIE es:

$$\text{Caudal BIE's} = 3 \cdot 3,3 \frac{l}{s} = 35,7 \frac{m^3}{h}$$

$$\text{Caudal total} = \text{Caudal hidrantes} + \text{Caudal BIE's} = 240 + 35,7 = 275,7 \frac{m^3}{h}$$

La reserva de agua requerida por el sistema de hidrantes y por el sistema de BIE's deberá ser para una autonomía de 90 minutos (1,5 horas), es decir, será:

$$\text{Reserva de agua} = 275,7 \cdot 1,5 = 413,55 \text{ m}^3$$

Los depósitos o balsas de reserva de agua contra incendios, se suelen sobredimensionar un 20% para evitar, en caso de accidente, quedarnos sin agua en el depósito. Entonces la capacidad del depósito enterrado de agua será de **500 m³**.

Por tanto, las dimensiones del depósito de agua contra incendios, será el siguiente:

Profundidad del depósito: 2,5 m

Diámetro del depósito = 14 m

4.8.1.4- Estación de bombeo de agua

Los equipos de bombeo para la lucha contra incendios van a ser diseñados para suministrar agua a una presión de 4 kg/cm² en la red de incendios. Esto se diseña de esta forma debido a la pérdida de presión que experimenta al agua al circular por las distintas tuberías soportando codos, longitudes, altura de los edificios y otros elementos que hacen reducir la presión dentro del sistema.

Esta pérdida de presión suele ser de 0,1 kg/cm² cada 10m de tubería en el anillo hidráulico de la instalación.

Los diámetros de las tuberías suelen ser:

- Tubería de conexión del depósito: 8 pulgadas
- Tubería de hidrantes: entre 6 y 4 pulgadas
- Tubería de BIE: entre 3-2 pulgadas

El equipo contra incendios está compuesto básicamente por una bomba principal, accionada por motor eléctrico y una bomba de reserva accionada por motor diesel con capacidad igual a la principal, (de 258 m³/h, con una altura de columna de agua de 19 a 2900 rpm y 100CV). De ese modo, evitaremos que un corte de electricidad debido al propio incendio deje inutilizables los equipos contra incendios.

En caso de incendio, al abrirse cualquier punto de la red, como hidrantes, lanzas, sprinklers, etc. La presión disminuye, con lo cual se pone en marcha la bomba principal que solo se podrá parar manualmente.

Los equipos de bombeo de la red general de incendios, si su alimentación es eléctrica, se abastecerán mediante dos fuentes de suministro, de las cuales la principal será la red general de la planta.

Para conseguir la distribución de agua adecuada, será imprescindible la instalación de un sistema de bombeo con tal de crear la presión necesaria para superar las pérdidas de fricción del sistema y ofrecer presiones de trabajo satisfactorias.

Las características de las bombas seleccionadas, las podemos ver en el apartado de equipos, del que se muestran a continuación algunas de sus características:

Bomba eléctrica	Bomba diesel
Tipo: Centrífuga	Tipo: Centrífuga
Modelo: In-Lin 1580 Series	Modelo: In-JU4H-UF40
Velocidad de giro: 1775 rpm	Velocidad de giro: 2100 rpm
Potencia: 74,6 KW	Potencia: 74,6 KW

4.8.1.5- Sistemas rociadores automáticos de agua

Se instalarán en:

- La zona de almacenamiento de líquidos inflamables. Su misión será la de enfriar los tanques circundantes a uno ya incendiado, así como evitar la extensión de pequeños incendios. Se instalarán para controlar fugas producidas en el almacenamiento de monóxido de carbono.
- La zona de oficinas.
- Zona de reacción.
- Zona de purificación.

Instalación de Rociadores Automáticos (caso más desfavorable):

Densidad de diseño, $\rho = 5 \text{ l/min}\cdot\text{m}^2$.

Área de cobertura máxima, (S_m): 72 m^2

Tiempo de autonomía: 90 minutos

Tipo de abastecimiento: superior o doble

Caudal para los rociadores:

$$Q_t = \rho \cdot S_m = 5 \cdot 72 = 360 \frac{\text{l}}{\text{min}}$$

$$Q = 1,3 \cdot Q_t = 1,3 \cdot 360 = 468 \frac{\text{l}}{\text{min}} = 28,1 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

Demanda total: 468 l/min

Reserva de agua para los rociadores:

Caudal: 468 l/min

Tiempo: 60 min

Volumen de agua $\rightarrow V_m = 468 \cdot 60 = 28080$ litros = 28,1 m³

Los rociadores de agua se colocarán en el techo con la salida de agua enfocada hacia abajo y con una distancia máxima entre ellos de 12 m.

4.8.1.6- Duchas y lavajos

Se instalarán duchas y lavajos en las inmediaciones de los lugares de trabajo, fundamentalmente en áreas de carga y descarga, llenando de bidones, bombas, puntos de toma de muestras y laboratorios. Las duchas y lavajos no distarán más de 10 metros de los puestos de trabajo indicados y estarán libres de obstáculos y debidamente señalizados.

La cantidad de duchas y lavajos están distribuidas en las siguientes zonas:

Zona de carga y descarga	2
Laboratorio	2
Zona de reacción	1

4.8.1.7- Botiquines

Los botiquines pueden ser cualquier armadio, caja o maleta que puedan contener los medicamentos y el material sanitario necesario para poder atender y aliviar pequeñas molestias, síntomas leves o trastornos menores, en las condiciones necesarias.

Sea cual sea el recipiente del material sanitario tendrá que estar convenientemente identificado y señalizado.

En los distintos puntos de empresa, se ubicarán botiquines para hacer frente a primeros auxilios, tales como, posibles quemaduras, cortes, etc..., los cuales estarán en un lugar idóneo con temperatura y humedad poco elevadas y protegido de la luz directa del sol.

Los botiquines se situarán en los siguientes lugares:

- Uno en cada uno de los servicios de las oficinas
- Uno en el taller mecánico.

El botiquín deberá contener los siguientes elementos:

- Medicamentos: alcohol, agua oxigenada, analgésicos y antitérmicos, laxantes, antiácidos, cicatrizantes, etc.

- Material sanitario: algodón, hidrófilo, gasas estériles, vendas de diferentes tamaños, vendas elásticas, esparadrapo, tiritas, tijeras de punta redonda, pinzas, termómetro, etc...
- Listado de teléfonos de urgencia: Bomberos, Centro de Información Toxicología en Barcelona y Madrid, Mossos d'Esquadra y Policía local.

En los botiquines nunca debe haber medicamentos caducados ni material sanitario en mal estado. Por este motivo, debe realizarse una revisión periódica del contenido de los botiquines como mínimo dos veces al año por el médico de la empresa, esto está legislado. El cual deberá llevar un control de los botiquines y reponer los medicamentos o el material sanitario que falte en cada uno de ellos.

4.8.1.8 Sistema de extintores de incendio

Son recipientes a presión que contienen un agente extintor. En la planta se instalarán extintores portátiles de 6 kg de polvo seco ABC a base de fosfatos como agente extintor y nitrógeno como agente propulsor, que extinguen fuegos tipo A, B y C (21A, 113B y C, respectivamente) y también son adecuados para fuegos que se desarrollan en elementos de baja tensión eléctrica. De esta manera se requerirá un solo tipo de extintor en toda la planta. Únicamente en los laboratorios se dispondrá de un extintor móvil de 50 kg de polvo seco ABC.



Se situarán a una altura superior a 1,50 m del suelo, próximos a puntos donde se estimen mayores probabilidades de iniciarse el incendio.

En el interior, se colocarán con una distancia máxima de 15 m, desde cualquier punto, en zonas de riesgo medio y bajo.

En zonas de riesgo especial, se situarán en el exterior del local.

Agentes extintores y su adecuación a las diferentes clases de fuego				
Agente extintor	Clases de fuego (UNE EN 2:1994)			
	A Sólidos	B Líquidos	C Gases	D Materiales especiales
Agua pulverizada	xxx (2)	x		
Agua a chorro	xx (2)			
Polvo BC (convencional)		xxx	xx	
Polvo ABC (polivalente)	xx	xx	xx	
Polvo específico metales				xx
Espuma física	xx (2)	xx		
Anhidrido carbónico	x (1)	x		
Hidrocarburos halogenados	x (1)	xx		

Siendo:
xxx Muy adecuado
xx Adecuado
x Aceptable

Notas:

- (1) En fuegos poco profundos (profundidad inferior a 5 mm) puede asignarse xx.
- (2) En presencia de tensión eléctrica no son aceptables como agentes extintores el agua a chorro ni la espuma; el resto de los agentes extintores podrán utilizarse en aquellos extintores que superen el ensayo dieléctrico normalizado en UNE 23110. Por tanto, donde haya presencia de corriente eléctrica se utilizarán extintores de dióxido de carbono (CO₂).



4.8.1.9- Sistemas de alumbrado de emergencia

Es la iluminación que en caso de que falle la iluminación general, se activa automáticamente, permitiendo la evacuación segura y sencilla de los ocupantes del edificio. La iluminación de señalización se instala para funcionar de forma continua y señala la situación de puertas, pasillos y salidas.

Dichos equipos entrarán en funcionamiento cuando se produzca cualquier fallo de tensión de red, o cuando ésta descienda por debajo del 70% de su

tensión nominal de servicio. Estos equipos tendrán una autonomía de 1 hora como mínimo desde el momento en que se produzca el fallo.

4.8.1.10- Señalización

Se señalizarán los equipos de lucha y protección contra incendios según la norma UNE 23033-82.



FIGURA 4: Señales visuales de lucha contra incendios

Por otro lado, se instalarán también, señales de salvamento o socorro.



FIGURA 5: Señales visuales de salvamento

4.8.2- Protección pasiva

La protección pasiva incluye aquellos métodos que suponen un freno o una barrera frente al avance del incendio, delimitándolo en un sector pero sin que implique una acción directa sobre el fuego.

Los elementos de protección pasiva contra incendios son elementos constructivos o materiales añadidos a los elementos constructivos, que cumplen múltiple función:

- Evitar que el fuego se inicie.
- Evitar que se propague.
- Facilitar la evacuación de personas.
- Facilitar la extinción del fuego.

Evitar que el fuego se inicie, y evitar su propagación, se consigue utilizando materiales ignífugos, no inflamables o de muy baja inflamabilidad, clasificados como M-1 ó M-2 cuando son ensayados en el ensayo de reacción al fuego.

Facilitar la evacuación y la extinción, se consigue con sistemas de sectorización y protegiendo las estructuras portantes del edificio para evitar su colapso y derrumbe.

De esta manera se establecerá una compartimentación horizontal con la finalidad de dificultar la propagación horizontal del fuego y de los humos (consecuencia del incendio).

- Separación, para reducir la conducción y radiación del calor.
- Muros y paredes cortafuegos, con aberturas mínimas.
- Puertas cortafuegos para proteger dichas aberturas.
- Cubetas para contener el líquido inflamable derramado por una fractura o fuga de un depósito.

También debe realizarse una compartimentación vertical, para impedir el paso de las corrientes de convección que producen los gases calientes (humos) del incendio.

- Cortafuegos en conductos.
- Limitar la presencia de ventanas o emplear ventanas con marco metálicos. Se instalarán además alerones que obliguen a separar las llamas de la fachada del edificio.
- Los espacios para ascensores, escaleras verticales, y montacargas y otras aberturas han de ser construidas con materiales incombustibles.

Sector	Tipo de fuego ⁽¹⁾	Hidrantes	BIES's ⁽²⁾	Rociador automático	Extintor	Tipo
Almacenamiento de reactivos	A	6		17	7	Ver ⁽⁵⁾
Almacenamiento del producto acabado	A	5		20	3	
Zona de reacción	A	3	3 DN-45 mm	5	2	
Zona de purificación	A		2DN-25 mm		1	
Tratamiento gas/líquido (depuración)	A				1	Ver ⁽⁴⁾
Estación de bombeo contra incendios	A				1	Ver ⁽⁴⁾
Zona de servicios	A	1		8	1	Ver ⁽⁴⁾
Estación transformadora	A				1	Ver ⁽⁴⁾
Zona de carga y descarga	A	2			2	Ver ⁽³⁾
Almacén y taller	A	10	4 de DN-25 mm	60	13 y 1 ⁽⁴⁾	
Despachos	A					
Sala de control, ordenadores y laboratorio	B					
Oficinas, vestuario, aseos, comedor y sala de actos, de reuniones y de empleados	A					
Recepción	A	1			2	
Control de acceso	A					

- (1) Clase A: combustibles sólidos de producción de brasas y sólidos de alto punto de fusión (maderas, papel,...).
Clase B: líquidos inflamables y sólidos de bajo punto de fusión (gasolinas, alcohol,...).
Clase C: gases inflamables (metano, butano,...).
- (2) Presión en la boquilla superior a 2 bar e inferior a 5 bar.
- (3) Extintores portátiles de 6 kg de polvo seco ABC.
- (4) Un extintor portátil de anhídrido carbónico.
- (5) Un extintor portátil sobre ruedas de 50 kg de polvo seco ABC.

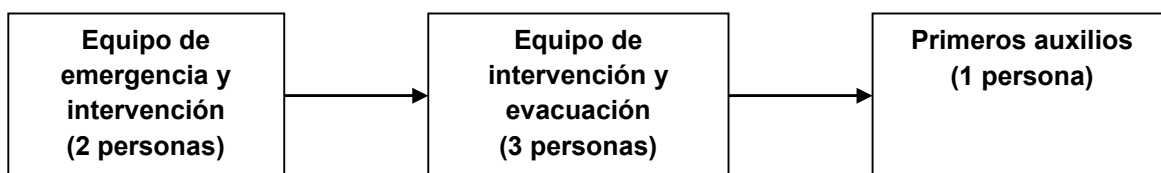
4.8.3- Plan de emergencia

La peligrosidad de los accidentes en la industria química, que pueden afectar, no sólo al recinto industrial, sino también a las personas y al medio ambiente, ha sido regulada mediante el R.D. 886/1988 sobre la prevención de accidentes mayores y posteriormente en la Resolución del 31/1/91 por la cual se aprueba la Directiva Básica por la elaboración y homologación de los Planes Especiales del Sector Químico.

La planta dispondrá de un sistema de detección automática y de pulsadores, que serán activados en caso de emergencia. En ambos casos, comenzará a sonar una sirena de forma continua o bien intermitente. Se comprobará si la emergencia es real o no y también de qué tipo se trata. A continuación se procederá según el caso. En aquel caso en que sirena suene de manera continuada, supone una evacuación. Por tanto, debe dirigirse rápidamente, pero sin correr, hacia el punto de reunión, situado en la entrada de la planta.

Efectivos humanos durante una emergencia

En cada uno de los turnos de trabajo se asignarán responsables para actuar en caso de emergencia.



Seguidamente se describen las actuaciones del personal de la planta en caso de detección de un incendio.

Plan de emergencia general

1. Aviso pulsando el botón de alerta más cercano y desde el teléfono más próximo avisar de lo ocurrido e indicar claramente el lugar, y la gravedad de la emergencia.
2. En caso de fuego si se puede intervenir atacar el fuego con extintores (no utilizar agua sin estar seguro de que la corriente eléctrica está desconectada).
3. Si suena la sirena (de manera intermitente) permanecer atentos a la evolución de la emergencia
4. Si suena la alarma (de manera continuada) indica evacuación, desconectar las máquinas de la correspondiente área de trabajo habitual, procurar colaborar con una evacuación ordenada y salir dirigiéndose hacia el punto de reunión exterior.
5. No sacar el vehículo del aparcamiento. Podría obstaculizar la entrada de los vehículos de socorro.

Plan de emergencia (grupo de emergencia e intervención)

1. Dirigir las actuaciones a desenvolver durante la emergencia.
2. Cuando suene la alerta (de manera intermitente) dirigirse a la central de alarmas, inspeccionar la zona y si es necesario avisar a los bomberos.
3. Si hay peligro para las personas, ordenar la evacuación mediante una alarma (de manera continua).
4. Coordinar las actuaciones de evacuación y de recepción de los bomberos y facilitarles toda la información.
5. Permanecer atentos, en caso de evacuación, a saber si en el interior del edificio permanecen personas que puedan estar en peligro.
6. Coordinar las tareas de salvamento, si se da el caso.
7. Ordenar el final de emergencia.
8. Coordinar las tareas de investigación de las causas de la emergencia.

Plan de emergencia (equipo primera intervención)

1. Comprobar el alcance de la emergencia.
2. Avisar inmediatamente, de palabra o pulsando la alarma.
3. Llamar a los bomberos indicando el lugar y gravedad del incendio.
4. Desenchufar los aparatos eléctricos.
5. Si es conveniente y posible intervenir, atacar la emergencia con los medios de los que se disponga.
6. Informar al grupo de intervención y ponerse a su disposición.
7. Una vez acabada la emergencia, informar al grupo de intervención de todas las incidencias detectadas, por medio de un comunicado de investigación de incendio.
8. Entre los equipos de primera intervención habrá una persona formada en primeros auxilios.

5- PROTECCIÓN DE LOS RIESGOS LABORALES

La preocupación por la seguridad en el trabajo es uno de los aspectos más importantes a tener en cuenta y que debe permanecer presente en todas las fases de diseño de la planta. Desde el diseño de los equipos a los trabajos de obra civil, y por supuesto una vez que la planta comience su etapa de producción.

La Ley 31/01/1995 de 8 de noviembre, Ley de Prevención de Riesgos Laborales (B.O.E. de 3 diciembre), es la que tiene por objetivo principal promover la seguridad y la salud de los trabajadores mediante la aplicación de medidas y el desarrollo de las actividades necesarias para la prevención de los riesgos derivados del trabajo.

5.1- Técnicas generales de prevención

En función del momento de aplicación de la gestión preventiva, las técnicas de seguridad se pueden clasificar como: analíticas, operativas y organizativas.

- Las técnicas analíticas, intentan identificar las causas de los posibles accidentes:
 - Inspecciones o auditorias de seguridad.
 - Notificación y registro de accidentes.
 - Análisis estadísticos de la accidentabilidad.
 - Investigación de los accidentes.

- Las técnicas operativas, tienen como objetivo la eliminación de los factores de riesgo, o al menos, la minimización de los efectos de dichos factores de riesgo.
 - Técnicas integradas con el diseño de equipos y proyectos de instalaciones.
 - Técnicas integradas a la definición de métodos de trabajo.
 - Técnicas de selección de personal.
 - Formación. Se trata de informar al trabajador de los riesgos existentes, formarlo en las medidas de prevención y conseguir una implicación por parte del propio trabajador.
 - Campañas de propaganda de seguridad. A través de carteles o trípticos que muestren los factores de riesgo y la manera de evitar sus efectos.
 - Adaptación de sistemas de seguridad, defensa y resguardo de máquinas.
 - Señalización de zonas de riesgo o peligrosas.
 - Normas de seguridad.
 - Equipos de protección individual (EPI's).

- Y las técnicas organizativas, definen, implementan y mantienen la organización de seguridad necesaria. Engloban la definición e implementación de organigramas de seguridad responsables y técnicas

de seguridad, comités de seguridad y salud laboral, reuniones de seguridad y servicios médicos de la empresa.

5.2- Técnicas específicas de prevención

Condiciones generales del centro de trabajo

Para prever las zonas de paso que faciliten los flujos de circulación de personas y materiales, aislar operaciones especialmente molestas y peligrosas y definir espacios para usos determinados, entre otras cosas. Aquí han de intervenir diversos factores:

- Condiciones estructurales: la estructura ha de ser sólida y las paredes han de ser construidas de materiales aislantes y de fácil limpieza. Habrá de tenerse en cuenta las dimensiones mínimas del local (3 m desde el piso al techo, 10 m³ por trabajador).
- Orden y limpieza: los locales de trabajo, servicios y vestuarios habrán de mantenerse en buen estado de orden y limpieza.
- Señalización de seguridad: las disposiciones mínimas en materia de señalización se recogen en el R.D. 485/1997.

En la manipulación de los diferentes productos habrá que utilizar los equipos de protección adecuados según el riesgo del producto con el cual puede existir un posible contacto.

En la siguiente tabla se muestran los distintos compuestos que pueden aparecer en la planta, los efectos que pueden tener sobre el organismo y también las medidas de protección adecuadas.

TABLA 7: Efectos y medidas de protección de los compuestos

Compuesto	Toxicología	Protección personal
CH ₃ OH	Riesgo por inhalación. Irritación ocular, lagrimeo y ardor.	Gafas de seguridad y guantes; dependiendo del EPP, llevar: botas impermeables, protector facial y protección respiratoria, ropa resistente al fuego y trajes químicos.
CO	Tóxico por inhalación. Extremadamente inflamable. Daños a los glóbulos rojos de la sangre.	Equipos de respiración autónoma de presión positiva y ropa de protección química.
N ₂	No se conocen.	Equipo respiratorio indicado, guantes, equipo de protección de la piel y gafas de seguridad.
CH ₃ COOH (70%)	Riesgo por inhalación, ingestión y piel. Causa daño ocular.	Usar máscara, gafas protectoras, prendas de vestir impermeables y guantes.

CH ₃ COOH (glacial)	Riesgo de inhalación, ingestión y piel. Irritación ocular.	Guantes protectores, traje de protección y pantalla facial.
--------------------------------	--	---

6.- SEGURIDAD ELÉCTRICA

Las prescripciones relativas a este tipo de protección están contempladas en la MIBT 021 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y el artículo 51 del Título II del Ordenamiento General de Seguridad e Higiene en el Trabajo..

Uno de los accidentes más comunes en la industria, son los accidentes provocados por contactos ya sean directos o indirectos, con la electricidad ya que es necesaria para el funcionamiento de todos los equipos. Estos accidentes suelen padecerlos los trabajadores, especialmente los electricistas, ya sea por un descuido o por el exceso de confianza.

La seguridad eléctrica incluye:

- Puestas a tierra de los diferentes equipos.
- Seguridad referente a la subestación eléctrica.
- Asegurar la continuidad eléctrica allí donde sea necesario.

Por ese motivo, se deberán seguir las siguientes medidas preventivas:

- Cerrar mediante llave y candado el acceso a los transformadores contra personal no autorizado.
- Antes de iniciar cualquier trabajo donde haya tensión, se considerará que todos los cables conductores llevan carga eléctrica, por lo que se comprobará previamente, mediante un sensor, la ausencia de corriente en el cable.
- Debe aumentarse la resistencia del cuerpo al paso de la corriente eléctrica mediante la utilización de los equipos adecuados como guantes, casco y calzado de seguridad aislante.
- Debe evitarse la utilización de aparatos o equipos eléctricos en caso de lluvia o humedad cuando los cables o material eléctrico atraviesen charcos, los pies pisen el agua o cuando alguna parte del cuerpo esté mojado.
- En ambientes húmedos, hay que asegurarse de que todos los elementos de la instalación responden a las condiciones de utilización prescritas para estos casos.
- Debe evitarse realizar reparaciones provisionales. Los cables dañados hay que reemplazarlos por otros nuevos. Los cables y los enchufes eléctricos se

deben revisar de forma periódica y sustituir los que se encuentren en mal estado para evitar, de este modo, contactos indirectos.

- Todos los cables eléctricos pasan juntos por una bandeja que llega a las distintas zonas de la planta y es necesario limpiarla, debido a que se forma, con el paso del tiempo, un polvillo que puede provocar un incendio a causa de la energía estática si no se elimina correctamente, esta bandeja eléctrica siempre estará situada por encima de las distintas tuberías de proceso para evitar, de este modo, que caigan fluidos de proceso encima de los cables eléctricos y pueda dar lugar a un accidente.
- Todo aparato eléctrico portátil deberá disponer de un sistema de producción. El más usual es el doble aislamiento
- Las herramientas manuales deben estar convenientemente protegidas frente al contacto eléctrico. Deben estar libres de grasas, aceites y otras sustancias deslizantes.
- No deben instalarse adaptadores, tales como “ladrones”, en las bases de toma de corriente, ya que existe el riesgo de sobrecargar excesivamente la instalación. Tampoco deben utilizarse cables dañados, clavijas de enchufe mal barajadas o aparatos cuya estructura presente defectos.
- Todas las instalaciones deben revisarse periódicamente.
- Los sistemas de seguridad de las instalaciones eléctricas no deben ser manipulados bajo ningún concepto por personal no autorizado, puesto que su función puede quedar anulada.

A fin de evitar la ignición de mezclas inflamables en operación, se efectuará la protección de todo el material eléctrico.

Las protecciones a utilizar por el personal autorizado al efecto serán:

- Seguridad intrínseca para la instrumentación. De esta forma se evitará la formación de chispas.
- Seguridad antideflagrante en los motores de las bombas pertenecientes al trasiego de líquidos inflamables y productos peligrosos.

En la sala de los transformadores, los cuales pasan la energía eléctrica de alta a baja tensión, se instalará un sistema de refrigeración mediante aceite que mantenga la temperatura a 25° C durante todo el año. Las desviaciones de esta temperatura serán controladas por personal autorizado.

7- SEGURIDAD EN EL PARQUE DE TANQUES

7.1- Cubetos de retención

Para las materias primas líquidas habrá que construir cubetos de contención alrededor de los tanques para evitar que el contenido de los tanques se vierta de manera descontrolada.

Primero, se hará una clasificación de la materia almacenada para así, diseñar el cubeto adecuado.

Todos los recipientes de almacenamiento, dispondrán de un sistema de venteo, que es un dispositivo necesario para prevenir la deformación del tanque como consecuencia de las variaciones de presión producidas por efectos de llenados, vaciados o cambios de temperatura.

TABLA 8: Cubetos de retención en nuestra planta

Compuesto	Nº de tanques	Item	Clasificación	Medidas del cubeto (m)		
				Alto	Ancho	Largo
Metanol	8	T-101 a T-108	B1	1	12	22,3
Monóxido de carbono	8	T-121 a T-128	A1	1	12	23
Ácido acético (70%)	12	T-421 a T-432	B1	1	10	19
Ácido acético (glacial)	8	T-401 a T-408	B1	1	11	21

En el fondo del cubeto tendrá una pendiente de forma que todo el producto derramado escurra rápidamente hacia una zona del cubeto más alejada posible de la proyección de los recipientes, de las tuberías y de los órganos de mando de la red de incendios.

8- NORMAS DE ACTUACIÓN PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS

8.1- Características y requisitos técnicos a cumplir en la realización de ciertos trabajos.

- Excavación de tierras

Antes del comienzo de la jornada de trabajo se inspeccionará la zona en la que se desarrollarán las obras. En todo momento las zanjas deben estar correctamente señalizadas, para de este modo evitar la caída del personal en su interior. Al realizar trabajos en la zanja, la distancia mínima entre los trabajadores será de 1m.

- Colocación de tuberías y canalizaciones

Siempre que se prevea el paso de personas o vehículos ajenos a la obra, se dispondrá a todo lo largo de la zanja, en el borde contrario al que se acopian los productos de la excavación, o ambos lados si estos no existen, vallas que iluminan cada cierta distancia. Los tubos se almacenarán en un lugar destinado para ello y estarán perfectamente apilados y acuñados para que no se produzcan desprendimientos.

- Obras de hormigonado

Se dispondrán caminos seguros para acceder a los puntos de encofrado u hormigonado y se circulará por ellos con un arnés de seguridad provisto de una anilla que permita desplazarse por un cable horizontal bien sujeto.

- Instalación de líneas eléctricas y luminarias

En todo momento se mantendrán las zonas de trabajo limpias y ordenadas. En régimen de lluvia intensa, nieve o hielo se suspenderán los trabajos. Se señalarán las zonas de trabajo. Se prohíbe anular la toma de tierra de las máquinas-herramientas. Se prohíbe el conexionado con cables eléctricos a los de alimentación sin utilización de clavijas macho- hembra.

Para evitar la conexión accidental a la red, el último cableado que se ejecutará será el que va al cuadro general de la compañía suministradora. Las herramientas estarán dotadas de grado de aislamiento II.

- Trabajos de soldadura eléctrica

En aquellos trabajos en que exista un riesgo para las personas o equipos debido a las proyecciones, será necesario delimitar y señalar la zona. En zona con carga de fuego importante es necesario proveerse con anterioridad de medios de extinción adecuados.

Será obligatorio el uso de equipo de protección personal en todo momento y el de protección colectiva, teniendo especial cuidado en trabajos dentro de recintos cerrados, en los que se deben utilizar extractores de humo o equipos de respiración especiales en caso de que fuesen necesarios.

En trabajos de altura es necesario utilizar contenedores de herramientas y amarrar el mando a distancia y la estufa. Los andamios desde los que se efectúen estos trabajos tendrán anclajes aislados.

- Trabajos de oxicrote

Antes de comenzar el trabajo es obligatorio comprobar qué tipo de materiales existen, no sólo sobre los equipos a los que afecta la soldadura, sino también alrededor o en cotas inferiores a éstos. En aquellos trabajos en

que exista un riesgo para las personas o equipos debido a las proyecciones, será necesario delimitar y señalizar la zona.

En zonas con cargas de fuego importantes se limitarán las operaciones a lo imprescindible, siendo necesario en todo caso proveerse con anterioridad de medios de extinción adecuados. La realización de trabajos de este tipo está prohibida cerca de recipientes con líquidos o gases inflamables.

8.2- Características y requisitos técnicos a cumplir por la maquinaria de obra y medios auxiliares.

- Camión de transporte

Las operaciones de carga y descarga se efectuarán en los lugares señalados para tal efecto. Todos los camiones estarán en perfectas condiciones de mantenimiento y conservación. Antes de iniciar las maniobras de carga y descarga del material se instalará el freno de mano y los calzos de inmovilización de las ruedas.

Las operaciones de aparcamiento salida de camiones se efectuarán mediante escalerillas metálicas, dotadas de ganchos de inmovilización y seguridad. Las cargas se instalarán sobre la caja de una forma uniforme compensando pesos.

Las pistas anteriores de circulación de camiones tendrán un ancho mínimo de 6 metros y una pendiente máxima del 12% en tramos rectos y del 8% en curvas. El colmo máximo permitido para materiales sueltos será con pendiente del 5% debiendo protegerse la carga con una lona para evitar desplomes del mismo.

- Camión grúa

Antes de realizar cualquier trabajo se instalarán los calzos inmovilizadores en las cuatro ruedas y los gatos estabilizadores. Los ganchos de cuelgue estarán dotados de pestillos de seguridad. Se prohíbe sobrepasar la carga máxima admisible fijada por el fabricante del camión, en función del brazo de la grúa. Las rampas de acceso de los camiones grúa no sobrepasarán el 20%.

Se estacionarán a una distancia superior a 2 m del borde de cualquier corte de terreno. Se prohíbe la permanencia de personas en torno al camión grúa a distancias inferiores a 5 m.

- Mesa de sierra circular

Se ubicará en los lugares que expresamente se reflejarán en los planos de organización de la obra que completará el Plan de Seguridad y Salud. Nunca se situarán a distancias inferiores a 3 m de cualquier superficie de trabajo superior.

Las máquinas de sierra circular estarán señalizadas mediante señales de peligro y rótulos con leyenda “prohibido utilizar por personas no autorizadas”.

Estarán dotadas de carcasa de cubrición del disco, cuchillo divisor del cote, empujador de la pieza a cortar y guía, carcasa de protección de las transmisiones por polea, interruptor estanco y toma de tierra.

El mantenimiento eléctrico de las sierras de disco se realizará mediante mangueras antihumedad, dotadas de clavijas estancas a través del cuadro eléctrico de distribución. Nunca se ubicará la sierra en lugares mojados.

- Máquinas y herramientas en general

Se consideran las pequeñas herramientas tales como taladro, rozadores, cepilladuras metálicas, sierras, etc.

Estas máquinas estarán protegidas por carcasa y resguardos. En las reparaciones y manipulaciones se realizarán paradas y por personal especializado. Si se encuentran averiadas se señalizarán con una señal de peligro “No conectar, equipo averiado”.

Las máquinas o herramientas con capacidad de corte, tendrán el disco protegido mediante una carcasa antiproyecciones. En ambientes húmedos, la alimentación de las máquinas no protegidas con doble aislamiento, se realizará mediante conexión a transformadores de 24 V.

- Instalaciones provisionales

Los cuadros principales de distribución irán provistos de protección magnetotérmica y relé diferencial con base de enchufe y clavija de conexión. Cualquier máquina conectada a un cuadro principal o auxiliar se efectuará a través de una manguera siempre con hilo de tierra incorporado.

Los cuadros eléctricos permanecerán cerrados y señalizados y sólo serán manipulados por el personal especializado. Se situarán sobre patas, soporte o colgarán pendientes de tableros de madera. Las tomas de tierra se realizarán mediante picas hincadas en el terreno.

Los trabajos necesarios para la instalación o reparación se realizarán dejando la línea que alimenta ese cuadro sin tensión. El cuadro de mando irá provisto de relés magnetotérmicos para cada línea de distribución.

Como cabecera de cada línea se dispondrá de un interruptor diferencial y sensibilidad igual a 30 mA para alumbrado y 300 mA para fuerza. Cada toma de corriente alimentará a un único aparato, máquina o herramienta. Todos los conductores utilizados serán antihumedad y con aislamiento nominal 1000 V como mínimo.

El tendido de mangueras se realizará a una altura de 2 m en lugares peatonales y de 5 m en los vehículos.

El tendido de cables para cruzar viales de obra se efectuará enterrado. Se señalizará el paso de cable mediante una cubrición permanente de tablonos. Además el cable irá protegido en el interior de un tubo rígido.

- Andamios

Se armará y organizará de forma adecuada para asegurar su estabilidad y para que los trabajadores puedan permanecer en él con las debidas condiciones de seguridad.

La anchura del andamio será la precisa para la fácil circulación de los trabajadores y el adecuado almacenamiento de útiles, herramientas y materiales. Todo el contorno de los andamios que ofrezca peligro de caída será protegido con barandillas sólidas y rígidas, de madera o metálicas, de 90 cm de altura. En el lado del muro, las barandillas pueden estar a una altura de 70 cm y la distancia entre paramento y andamio será siempre inferior a 45 cm.

No se almacenarán sobre los andamios más materiales de los estrictamente necesarios para asegurar la continuidad del trabajo, y al finalizar la jornada se procurará que el peso depositado sea mínimo.

8.3- Instalaciones médicas

Los botiquines (conteniendo el material especificado en la ordenación General de Seguridad y Salud en Trabajo), se revisarán mensualmente y se repondrá inmediatamente el material consumido. La empresa constructora dispondrá de un Servicio Médico de Empresa propio o mancomunado.

Todo personal de nuevo ingreso en la obra, aunque sea eventual, debe pasar un reconocimiento médico, obligatorio antes de iniciar su trabajo. Además todo el personal se someterá a los reconocimientos periódicos, según Orden del 12/01/1963 (B.O.E 13/03/1963) y Orden del 15/12/1965 (B.O.E. 17/01/1966).

8.4- Instalaciones de higiene y bienestar

Considerando el número previsto de operarios, se dispondrá de vestuarios y servicios higiénicos debidamente dotados.

El agua potable que se suministrará a los distintos servicios será procedente de la red general de abastecimiento que exista en la zona. Lo mismo se realizará para el suministro de energía eléctrica a los distintos servicios de la obra.

El vestuario dispondrá de taquillas individuales con llave y asientos. Los servicios higiénicos dispondrán de un lavabo y una ducha con agua fría y caliente por cada diez trabajadores, y dos W.C por cada veinticinco trabajadores, disponiendo de espejos y calefacción.

La limpieza y conservación de estos locales será efectuada por un trabajador con dedicación necesaria o un servicio de limpieza ajeno.

El número de instalaciones sanitarias, y construcción e instalación de letrinas, retretes provistos de un sistema de descarga automática de agua o de tratamiento

químico, tuberías y demás elementos de las instalaciones sanitarias, deberán ajustarse a las descripciones de las autoridades competentes.

Los lavabos se instalarán en un número suficiente lo más cerca posible de los retretes. El número y tipo de construcción y mantenimiento de los lavabos y duchas deben ajustarse a las prescripciones de las autoridades competentes. Las duchas y lavabos no deben utilizarse para ningún otro fin.

9.- INTRODUCCIÓN MEDIAMBIENTAL

La conservación y preocupación por el medio ambiente y la acción del hombre sobre esta, son conceptos que han ganado en importancia, sobretodo a finales del último siglo. Las causas han sido el gran crecimiento industrial y la evolución demográfica de la población, viéndose agravado el problema por la concentración, tanto industrial como urbana, en áreas delimitadas.

La industria, en este caso la industria química, hace uso de una inmensa cantidad de recursos naturales, de los cuales toman materias primas y las transforma en otros productos para el consumo. En este proceso de transformación además de consumir recursos, también se generan una serie de residuos ante los cuales la industria tiene el enorme compromiso de optimizar los medios para devolverlos al medio ambiente sin causar un trastorno en su equilibrio.

La Industria Química como gran consumidor de recursos naturales y generador de residuos debe hacer un gran esfuerzo para disminuir sus efectos sobre el medio. Esto hace que la modificación y desarrollo de nuevos procesos industriales que reducen drásticamente la continuación y también la recuperación de subproductos, agua y energía, haya aumentado considerablemente en los últimos años.

Hoy en día, dentro de la inversión inicial se debe tener buena gestión de los residuos de la instalación, para poder ayudar a una rápida aceptación del proyecto, aunque esto venga acompañado de un coste elevado. Esta gestión llamada gestión ambiental es el conjunto de acciones encaminadas a lograr la máxima racionalidad en el proceso de decisión relativo a la conservación, defensa, protección y mejora del medio ambiente, basándose en una coordinada información multidisciplinar y en la participación ciudadana.

De esta forma, en este proyecto se hará un análisis de los diferentes residuos y emisiones que puede generar una planta de ácido acético, y se estudiarán soluciones para que dichos residuos puedan salir al ambiente sin causar un desequilibrio al medio.

10.- SISTEMA DE GESTIÓN MEDIO AMBIENTAL (SGMA)

Cada vez son más las empresas que incorporan sistemas de gestión ambiental destinados a la mejora del ambiente laboral y del entorno local, al aumento de la competitividad empresarial, al ahorro de recursos y al aumento de la calidad de vida de los ciudadanos. Se trata de una herramienta cuya función principal es capacitar a una organización para alcanzar el nivel medioambiental que ella misma se propone.

La implantación de un Sistema de Gestión Medioambiental (también conocido abreviadamente SGMA) se divide en 4 fases: planificación, organización, aplicación del sistema y control (es decir evaluación de resultados y diagnóstico de nuevos problemas).

La finalidad principal del SGMA es determinar qué elementos deben considerar las organizaciones en materia de protección medioambiental para asegurar que en el desarrollo de sus actividades se tiene en cuenta la prevención y la minimización de los efectos sobre el entorno. Se basan en la idea de integrar actuaciones potencialmente dispersas de protección medioambiental en una estructura sólida y organizada, que garantice que se tiene en cuenta el control de las actividades y operaciones que podrían generar impactos medioambientales significativos.

10.1- Estructura Organizativa y Responsabilidades

Los principios básicos de una buena gestión medioambiental son:

- Optimización del uso de los recursos
- Previsión y prevención de impactos ambientales
- Control de la capacidad de absorción del medio de los impactos
- Ordenación del territorio

El sistema de gestión medioambiental está integrado dentro de la estructura organizativa de la empresa que en nuestro caso son las plantas.

A nivel de la fábrica:

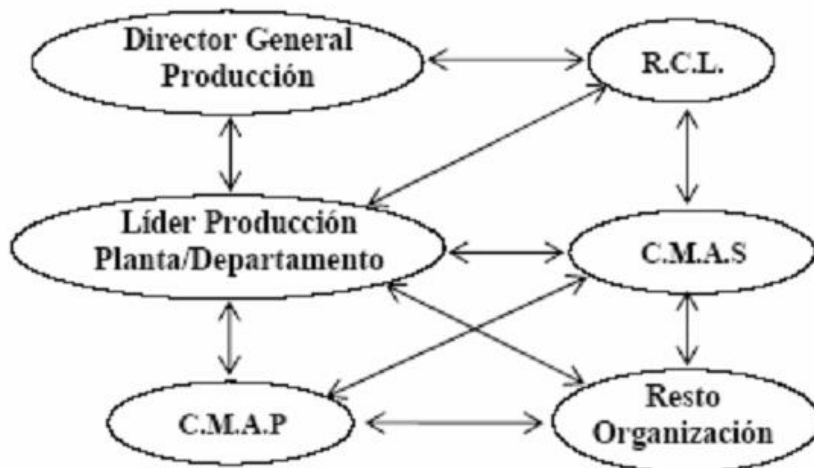
- El Director es el responsable de la Política Medioambiental, y por ello firma el documento como se indica en el apartado anteriormente expuesto.
- El Líder del Compromiso de Progreso (R.C.L.) es la persona responsable que asegura el funcionamiento del sistema de gestión medioambiental.

A nivel de planta de producción:

- El Coordinador de Medio Ambiente del “Site” (C.M.A.S), asegura la implantación del sistema de gestión medioambiental según la norma ISO 14001, dando soporte técnico a cada una de las plantas.
- El jefe de planta es la persona responsable de la implantación del sistema de gestión dentro de su planta para garantizar el seguimiento del sistema en planta y nombra a una persona como coordinador de medioambiente (C.M.A.P.) en su propia planta que asegura que el personal tiene los conocimientos necesarios.
- El Coordinador de Medioambiente de planta participa en la aplicación del sistema de gestión en la planta.

- El Coordinador de Información de Medioambiente (C.I.M.A.) genera estadísticas, administra los registros, recoge los datos medioambientales y envía los datos de medioambiente al Coordinador de Medioambiente del "Site".

El siguiente diagrama ilustra la correlación de los roles.



Las evaluaciones de impacto ambiental son estudios realizados para identificar, predecir e interpretar, así como para prevenir, las consecuencias o efectos ambientales que determinadas acciones, planes, programas o proyectos pueden causar a la salud y al bienestar humano y al entorno.

El diseño de estrategias de gestión es un tema complejo, en el que intervienen muchos factores y no existe una solución única que puede aplicarse a todas las situaciones. Hay que considerar para cada residuo sus características, volumen, procedencia y coste de tratamiento, así como las posibilidades de recuperación y comercialización.

Habrán diferentes definiciones según las normas usadas, en España las dos más usadas para la implantación de un SGMA son: el Reglamento EMAS (de iniciativa pública) y la norma internacional ISO 14001 (de iniciativa privada).

10.2- Introducción de la Norma ISO 14001 y el Reglamento EMAS

En primer lugar, la Norma UNE-EN-ISO-14001, es sobre sistemas de gestión medioambiental: especificaciones y directrices para su utilización.

Y el Reglamento 1836/93 (EMAS), es el que nos permite que las empresas del sector industrial se adhieran con carácter voluntario a un sistema de gestión y auditoría.

10.2.1- Norma ISO 14001

La Organización Internacional de Normalización (ISO), creada en 1946, es el organismo encargado de promover el desarrollo de normas internacionales de fabricación, comercio y comunicación para todas las ramas industriales a excepción de la eléctrica y la electrónica.

Las normas ISO 14000, son una serie estándares internacionales, que especifican los requerimientos para preparar y valorar un sistema de gestión que asegure que su empresa mantiene la protección ambiental y la prevención de la contaminación en equilibrio con las necesidades socio-económicas.

La norma ISO 14001, se diseña con el fin de ayudar a las empresas en el manejo de sus impactos ambientales. La decisión de adoptar la norma ISO 14001, dependerá en gran medida en la forma que pueda asistir a la gestión ambiental, y si resultan económicamente efectivas para la empresa que las busque aplicar.

La gestión medioambiental por ISO 14001 no solo aporta beneficios legales, sino que beneficia muchas de las áreas de la empresa:

- **Área legal:** Evita multas y sanciones, demandas y costes judiciales, al reducir los riesgos de incumplimiento de la normativa legal aplicable. Además, ordena y facilita el cumplimiento de las obligaciones formales y materiales exigidas por la legislación medioambiental aplicable.
- **Inversiones y costes medioambientales:** Los sistemas de gestión medioambiental según la norma ISO 14001 permite optimizar las inversiones y costes derivados de la implantación de medidas correctoras. Las certificaciones ISO 14001 facilitan el acceso a las ayudas económicas de protección ambiental.
- **Área de producción:** La norma ISO 14001 reduce los costes productivos al favorecer el control y el ahorro de las materias primas, la reducción del consumo de energía y de agua, y el aprovechamiento y minimización de los residuos.
- **Área de gestión:** Integra la gestión medioambiental en la gestión global de la empresa, favoreciendo la comunicación e información.
- **Área financiera:** El sistema de gestión medioambiental por la norma ISO 14001 aumenta la confianza de legisladores, accionistas, inversores y compañías de seguros.
- **Área comercial y de marketing:** La norma ISO 14001, facilita el aumento de la cuota de mercado y el incremento de los márgenes comerciales, al mejorar la imagen comercial de la empresa.

10.2.2- Reglamento EMAS

Es un Reglamento por el que se permite que las organizaciones, se adhieran con carácter voluntario a un sistema comunitario de gestión y auditoría medioambientales. Tiene por objetivo el cumplimiento de todos los requisitos normativos correspondientes al medioambiente y promover la mejora continua de los resultados de las organizaciones en relación con el medio ambiente mediante:

- El establecimiento y aplicación por parte de las organizaciones, de sistemas de gestión medioambientales en sus centros.
- La evaluación sistemática y periódica de la eficacia de dichos elementos de tales sistemas.
- La información al público.
- La implicación activa del personal en el desarrollo y ejecución del sistema de gestión medioambiental.
- Favorece la competitividad empresarial y fomenta la innovación y el progreso, al tiempo que sirve como herramienta de toma de decisiones para la dirección de las empresas.

10.2.3- Comparación entre Norma ISO 14001 y el Reglamento EMAS

Se podría decir, que el reglamento EMAS, tiene un mayor grado de compromiso y exigencia, y está mucho más sometido a la información pública.

Aunque hay que decir que la certificación según ISO-14001 es más fácil de obtener, por lo que es la más escogida por la gran mayoría de las empresas en una primera fase.

Una vez conseguida esta certificación, algunas empresas deciden dar un paso más y dirigen sus esfuerzos a la verificación de acuerdo al reglamento EMAS.

Por ser de ámbito internacional y más antigua, la ISO 14001 tiene una mayor implantación en el tejido empresarial e institucional, tanto en Europa como en otros países.

Analogías entre EMAS e ISO-14001:

- Son de aplicación voluntaria.
- Pueden aplicarse a todo tipo de tamaño de organizaciones.
- Establecen una metodología de gestión basada en la mejora continua.
- No definen requisitos legislativos pero exigen el cumplimiento de la legislación aplicable.
- Tienen fases similares.
- Y tienen ventajas y dificultades similares.

Diferencias entre EMAS e ISO-14001:

- La estructura (menos tradición).
- Alcance geográfico (europeo)
- Es de iniciativa pública.
- Con una política medioambiental más exigente.
- Revisión inicial obligatoria.
- Requisitos legales
- Con objetivos medioambientales.
- Declaración medioambiental obligatoria.
- El verificador medioambiental es una figura existente en EMAS. En ISO es la entidad certificadora.
- Auditorias medioambientales cada tres años (como máximo).

11.- LEGISLACIÓN REFERENTE A LA CONTAMINACIÓN MEDIOAMBIENTAL

Legislación de carácter general del impacto ambiental:

- Ley 6/2001, de 8 de mayo, de modificación del Real Decreto legislativo 1302/1986, de 28 de junio, de evaluación de impacto ambiental.
- Ley 16/2002, de 1 de julio, de prevención y control integrados de la contaminación.
- DECRETO 123/1996, de 1 de agosto, por el que se modifica el anexo II de la Ley 10/1991, de 4 de abril, para la Protección del Medio Ambiente (BOCM de 11 de septiembre de 1996).
- Ley 3/1998, de 27 de febrero, de la intervención integral de la Administración ambiental (Diario Oficial de la Generalitat de Catalunya. Número 2598-13.03.1998).
- Ley 13/20021, de 13 de julio, de modificación de la Ley 3/1998, del 27 de febrero, de la intervención integral de la Administración ambiental.
- Reglamento general de desplegamiento de la Ley 3/1998, de 27 de febrero, de la intervención integral de la Administración ambiental, y se adaptan a sus anexos.
- Ley 4/2004, de 1 de julio, reguladora del proceso de adecuación de las actividades de incidencia ambiental al que establece la Ley 3/1998, del 27 de febrero, de la intervención integral de la Administración ambiental. DOGC núm. 4167-05/07/2004.

12.- CONTAMINACIÓN MEDIOAMBIENTAL Y NORMATIVAS**12.1- Contaminantes a la atmósfera**

Se denomina contaminación atmosférica, a la presencia en el aire de materias o formas de energía, que impliquen riesgo, daño o molestia grave para las personas y bienes de cualquier naturaleza.

Son varias las fuentes de contaminación atmosférica, entre ellas se encuentran las emisiones derivadas de los procesos industriales, que son las más significativas de todo el grupo debido al número de focos, al volumen de sus emisiones y por el tipo y cantidad de contaminantes a la atmósfera.

Como contaminantes atmosféricos se consideran aquellos contaminantes volátiles que se encuentran en la atmósfera libre: CO_2 , CO , NO_x , SO_x , O_3 , PAN, NH_3 , HCl, CFC, CH_4 , N_2O , $\text{C}_x\text{H}_y\text{Cl}_z$ ($x = 1$ ó 2), CH_3Br , SO_2 , partículas en suspensión, asbestos.

La atmósfera es un medio fluido poco denso y, por tanto, el transporte constituye una de las etapas del ciclo más significativas, pudiendo ser responsable de la movilización del contaminante y su desplazamiento a largas distancias.

Una parte importante de los contaminantes emitidos a la atmósfera sufren reacciones químicas, transformándose en otras sustancias (contaminantes secundarios) que pueden llegar a ser más tóxicas que las anteriores.

Las emisiones a la atmósfera tienen lugar en forma de gases, vapores, polvos y aerosoles así como de diversas formas de energía, quedando los contaminantes suspendidos en ella y produciendo la degradación del medio ambiente en su conjunto.

Los tipos de contaminantes atmosféricos son:

- Contaminantes primarios: vertidos de tales moléculas, desde los focos de contaminación ambiental, como aerosoles, óxidos de azufre, óxidos de nitrógeno, hidrocarburos, monóxido de carbono y otros menos frecuentes como halógenos y sus derivados (Cl_2 , HF, HCl, haluros,...), arsénico y sus derivados, ciertos componentes orgánicos, metales pesados como Pb, Hg, Cu, Zn, etc. Y partículas minerales (asbesto y amianto).
- Contaminadores secundarios: se forman en la atmósfera por reacciones de oxidación, de síntesis, de hidrólisis o de fotólisis. Comprende al ozono, aldehídos, cetonas, ácidos, peróxido de hidrógeno, nitrato de peroxiacetilo, radicales libres y otras de diverso origen, como sulfatos (del SO_x) y nitratos (del NO_x), la contaminación radiactiva a partir de radiaciones ionizantes o la contaminación sonora a expensas del ruido.

El concepto denominado "burbuja", es una herramienta reguladora empleada en diversos países de la Unión Europea. Comúnmente se refiere a las emisiones de SO_2 , pero también puede ser aplicado a otros contaminantes, el enfoque "burbuja" para las emisiones al aire considera la existencia de una única "chimenea virtual".

Legislación vigente en términos de contaminación atmosférica:

- Ley 38/1972 de Protección del Ambiente Atmosférico.

- Decreto 6 febrero 1975, núm. 833/75 (Mº Planificación del Desarrollo, BB. OO. 22 abril rect. 9 junio, R. 820 y 1157). Desarrolla Ley 22 diciembre 1972, de protección del ambiente atmosférico.
- Ley 22/1983, de 21 de Noviembre de 1983, de Protección del Ambiente Atmosférico DOGC 385, de 30-11-83 C. e DGC 406, de 10-02-84.
- Decreto 322/1987, de 23 de Septiembre, de desarrollo de la Ley 22/1983, de 21 de Noviembre de 1983, de Protección del Ambiente Atmosférico DOGC 919, de 25-11-87.
- Ley 7/1989, de 5 de Junio, que modifica la Ley 22/1983, de 21 de Noviembre de 1983, de Protección del Ambiente Atmosférico DOGC 1153, de 09-06-89.
- Decreto 323/1994, de 4 de Noviembre, sobre instalaciones de incineración de residuos y límites de sus emisiones a la atmósfera. DOGC 1986, de 16-12-94 C.e DOGH 2022, de 10-03-95.
- Decreto 199/1995, de 16 de Mayo, de aprobación de los mapas de vulnerabilidad y capacidad del territorio referente a la contaminación atmosférica DOGC 2077, de 19-07-95.
- Ley 6/1996, de 18 de Junio, de modificación de la Ley 22/1983, de 21 de Noviembre de 1983, de Protección del Ambiente Atmosférico DOGC 2223, DE 28-06-96.
- Decreto 398/1996, de 12 de Diciembre, regulador del sistema de planes graduales de reducción de emisiones a la atmósfera DOGC 2294, de 18-12-96.
- DIRECTIVA 1999/13/CE DEL CONSEJO, de 11 de Marzo de 1999, relativa a la limitación de las emisiones de compuestos orgánicos volátiles debidas al uso de disolventes orgánicos en determinadas actividades e instalaciones.

12.2- Contaminantes de las aguas

La contaminación del agua se define como la alteración de su calidad natural por la acción del hombre, que hace que no sea parcial o totalmente, adecuada para la aplicación o uso a que se destina.

Los contaminantes de origen industrial referentes al agua pueden ser debido a:

- Uso del agua de proceso y agua de refrigeración.
- Riesgo de derrames.

- Emisiones de compuestos orgánicos, metales pesados, sólidos suspendidos fenoles, cianuros...

El sector industrial es, también en este caso, el que representa una casuística más amplia en la incidencia de sus vertidos sobre la calidad del agua.

La calidad que debe tener el agua, es diferente según el uso al que se aplique, por consiguiente, un agua que puede resultar contaminada para un cierto uso, puede ser perfectamente aplicable a otro. De ahí que se fijen criterios de calidad del agua según los usos.

Los elementos o sustancias que pueden contaminar las aguas son muchos y de naturaleza física, química y biológica; en general no se consideran todos, sino aquellos más significativos.

Suelen considerarse:

- Materia orgánica
- Sólidos en suspensión
- Sales inorgánicas
- Ácidos y alcalinos
- Líquidos y sólidos flotantes
- Color
- Agua a temperatura elevada
- Productos tóxicos
- Microorganismos
- Sustancias radioactivas
- Compuestos que producen espumas

Legislación de la contaminación de aguas:

- Ley 5/1981, de 4 de Junio, de Evacuación y Tratamiento de Aguas Residuales DOGC de 08-06-81.
- Orden de 2 de Diciembre de 1982, sobre tabla de coeficientes específicos de contaminación para la estimación a cómputo de las cantidades vertidas a los medios naturales. DOGC de 31-01-83.
- Decreto 286/1992, de 24 de Noviembre de 1992, sobre procedimiento de determinación del incremento de la tarifa y canon de saneamiento por medición directa de la carga contaminante. DOGC de 16-11-92.
- Ley 7/1994, de 18 de Mayo, de modificación de la Ley 19/1991, de 7 de noviembre, de reforma de la Junta de Saneamiento. DOGC 1907, de 10-06-94.
- Decreto 83/1996 de 5 de Marzo, sobre Medidas de regularización de vertidos aguas residuales. DOGC 2180, de 11-03-96.

- Decreto 125/1999, de 4 de Mayo, de aprobación de los Estatutos de la Agencia Catalana del Agua. DOGC 2886, de 11-05-99.
- Ley 6/1999, de 12 de Julio, de Ordenación, gestión y tributación del Agua. BOE 190, de 10-08-99.
- Resolución MAH/1603/2004, de 21 de Mayo, por la que se establecen los criterios medioambientales para el otorgamiento del distintivo de garantía de calidad ambiental a los productos y a los sistemas que favorecen el ahorro de agua. DOGC 4150, de 09-06-04.

12.3- Contaminación lumínica

Se entiende, por toda la luz que se emite o se escapa por encima de la horizontal de las luminarias en una instalación de alumbrado de exteriores.

Se puede considerar como contaminación lumínica, a toda la luz que escapa fuera de la zona que se quiere iluminar, es decir, toda la energía luminosa desaprovechada, que directa o indirectamente tiene efectos perjudiciales sobre el medio ambiente.

Básicamente la contaminación lumínica se debe a:

- Uso de luminarias (farolas, proyectores o focos, etc.) que, debido a un mal diseño luminotécnico o a una colocación inapropiada.
- Excesiva iluminación, produciendo asimismo importantes e innecesarias pérdidas de luz por reflexión en el suelo y demás objetos sobreiluminados.
- La falta de sensibilidad, por desconocimientos del problema que plantea.

Dos de los aspectos más destacables que produce la contaminación lumínica son, el derroche energético y el deslumbramiento (que produce fatiga visual, afecta a la fauna nocturna, etc.). Además una iluminación nocturna excesiva o defectuosa afecta la visión del cielo, el cual forma parte del paisaje natural y ha de ser protegido.

Legislación sobre la contaminación lumínica:

- Ley 6/2001, de 31 Mayo, de ordenación ambiental de la iluminación para la protección del medio nocturno.

12.4- Contaminación acústica

La contaminación acústica, hace referencia al ruido cuando éste se considera como un contaminante, es decir, un sonido molesto que puede producir efectos fisiológicos y psicológicos nocivos para una persona o grupo de personas.

El ruido generado en nuestra planta, puede proceder principalmente de equipos tales como bombas, compresores, transporte neumático, empleo de herramientas portátiles, venteos, etc.

Los efectos producidos por el ruido pueden ser fisiológicos, como pérdida de audición, y psicológicos, como la irritabilidad exagerada.

El ruido se mide en decibelios (dB), los equipos de medida más utilizados son los sonómetros. Un informe de la Organización Mundial de la Salud (OMS), considera los 50 dB como el límite superior deseable.

Técnicamente, el ruido es un tipo de energía secundaria de los procesos, o actividades que se propaga en el ambiente en forma de ondulatoria compleja desde el foco productor hasta el receptor, a una velocidad determinada y disminuyendo su intensidad con la distancia y el entorno físico.

Por otro lado, podemos decir también que la contaminación acústica, perturba las distintas actividades comunitarias, interfiriendo la comunicación hablada, perturbando el sueño, el descanso y la relajación, impidiendo la concentración y el aprendizaje, y lo que es más grave, creando estados de cansancio y tensión que pueden degenerar en enfermedades de tipo nervioso y cardiovascular.

Legislación vigente en términos de contaminación acústica. Legislación Estatal:

- Decreto 2107/1968, de 16 de Agosto, sobre el Régimen de poblaciones con altos niveles de contaminación atmosférica o de perturbaciones por ruido o vibraciones. BOE de 03-09-6.
- Real decreto 245/89, sobre la determinación y las limitaciones de la potencia acústica admisible de determinado material y maquinaria de obra. BOE núm. 60, de 11/03/89.
- Real decreto 1316/89 de 27 de Octubre, de protección de trabajadores frente los riesgos derivados de las exposiciones al ruido. BOE núm. 263 y 295, de 2/11 y 9/12 de 1989; núm. 126, de 26/5/90.
- Real decreto 212/2002, de 22 de Febrero, por el que se regulan las emisiones sonoras en el entorno debidas a determinadas máquinas de uso al aire libre. BOE 52, de 01-03-02.
- Ley 37/2003, de 17 de Noviembre, del Ruido. BOE 276, de 18-11-03.

En cuanto a Legislación Catalana se tiene la Resolución de 30 de Octubre de 1995, por la que se aprueba una ordenanza municipal tipo, reguladora del ruido y las vibraciones DOGC 2126, de 10-11-95.

13.- EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL DE LA PLANTA

El diseño de la planta se ha hecho considerando en todo momento las posibles fuentes de contaminación ambiental, intentando de este modo minimizarlas. Así pues se ha intentado aprovechar todas las corrientes de salida del proceso recirculándolas a etapas anteriores, con la finalidad de obtener la mínima generación de residuos en nuestro caso, sólo gaseosos como líquidos.

13.1- Análisis medioambientales de los residuos generados en la planta

El orden de prioridades a seguir ante los residuos es el siguiente:

- Reducción en origen.
- Reciclado al proceso.
- Recuperación de componentes o recursos.
- Tratamiento en origen o lo más próximo posible y, como último recurso, eliminación fuera del sitio.
- Eliminación legalmente autorizada.

13.1.1- Residuos líquidos

La normativa, por lo que hace el vertido de residuos líquidos en el alcantarillado está regulado y los valores límite de los diferentes que interesan son:

TABLA 9: Valores límite de diferentes parámetros del agua

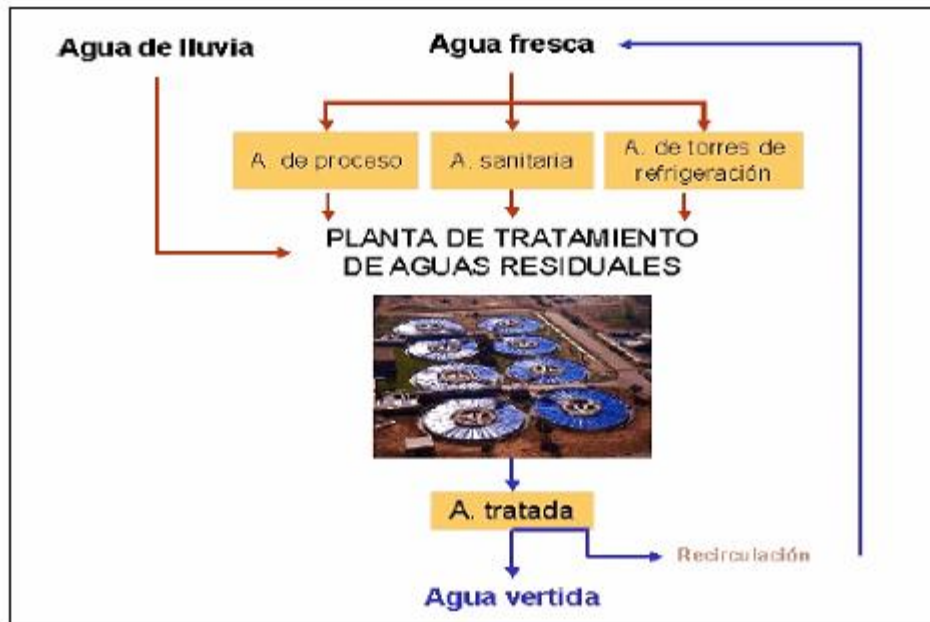
Parámetro	Valor límite
T	40°C
Ph	6 a 10
DQO	1500 mg/l
Sólidos en suspensión	500 mg/l
Aceites y grasas	150 mg/l
Detergentes	6 mg/l

Se pueden distinguir tres tipos de aguas canalizadas independientemente:

- Aguas de proceso

Aguas de proceso que incluye los residuos líquidos generados en el proceso, las purgas, los lavados de equipos e instalaciones, pérdidas accidentales, laboratorios, operaciones incorrectas, etc. Estos residuos líquidos contienen alguna sustancia química, que no pueden ir directamente al alcantarillado. Son las aguas más contaminadas y por lo tanto podrán recogerse para un posterior tratamiento.

El flujo seguido para el tratamiento de las mismas es el siguiente:



Las aguas procedentes de las diferentes fuentes mencionadas son recogidas y acumuladas en balsas, desde las cuales se gestiona la segregación y distribución de las aguas.

El proceso de tratamiento de las aguas residuales consta de cuatro etapas principales:

- Tratamiento primario: separa los hidrocarburos y sólidos en suspensión.
- Tratamiento secundario: elimina los hidrocarburos emulsionados y sólidos suspendidos de tamaño muy pequeño.
- Tratamiento terciario: elimina hidrocarburos disueltos, oxida el posible H_2S residual y en caso necesario realiza la nitrificación/desnitrificación.
- Tratamiento cuaternario: esta fase de tratamiento, se aplica a las aguas a reutilizar en los procesos.
- Efluentes líquidos de la puesta en marcha

Durante la puesta en marcha de la planta se producen una serie de residuos hasta llegar al estado estacionario, estos vertidos serán recogidos en las balsas de homogenización y tratados posteriormente.

- Aguas pluviales

Se recogerán en el exterior de la planta y recibirán el tratamiento adecuado. En principio, esta agua se reconduciría al sistema de alcantarillado municipal ya que serían aguas con una carga contaminante casi nula.

- Aguas de servicios

Esta agua se encuentra dentro de sistemas cerrados del proceso. No son, por tanto, efluentes continuos sino que tan sólo deberán ser tratados en aquellas ocasiones en que se hagan paradas de la planta y se decida purgar el agua de estos sistemas para renovarla. No obstante, son aguas libres de contaminantes ya que para estos fines se utiliza agua descalcificada para evitar incrustaciones. Sólo en el caso en que hayan fugado de los equipos, esta agua podrán ser contaminantes.

- Torres de Refrigeración

Se debe prever el tratamiento anual contra infección por Legionelosis según establece el Real Decreto 909/2001.

- Aguas sanitarias

Esta agua proviene de servicios y vestuarios de la planta, por lo tanto vendrá contaminada con componentes orgánicos, jabones, etc. Esta agua no difiere de la contaminación de las aguas urbanas y por lo tanto no se prevé su tratamiento, sino que será vertida a la red pública y tratada en la depuradora municipal.

- Sustancias de laboratorio

Las sustancias utilizadas en laboratorios que difieran de los componentes habituales del proceso y que puedan causar alguna alteración en la planta depuradora de la planta, serán recogidas en bidones y tratadas por empresas especializadas.

- Otros

Otros posibles focos como son: el agua de manguera que se utiliza en el lavado de suelos y equipos, posibles fugas de tuberías, juntas, cierres y empaquetaduras, derrames o descargas causados por fallos o mal funcionamiento, etc., serán recogidos por la red de recogida que se distribuirá por toda la planta y que irá a parar a las balsas de homogenización y posterior tratamiento, ya que toda esta agua tendrán componentes químicos del proceso.

13.1.2- Residuos gaseosos.

Como residuos gaseosos se considerarán todos los gases que salen a través de los venteos de los tanques, de las válvulas de seguridad y de los discos de ruptura.

- Disco de ruptura.

En cada uno de los reactores de nuestro proceso hay un disco de ruptura que funcionará en caso de emergencia, cuando la temperatura del reactor alcance el límite en el que la mezcla comenzará a pasar a estado gaseoso, y en el que el disco de ruptura deje salir los gases producidos dentro de dicho reactor, en cuyo caso habrá que tener dispuesto un tratamiento para dichos gases.

- Venteos y válvulas de seguridad

Todos los equipos y tanques de almacenamiento dispondrán de venteos y válvulas de seguridad para evacuar exceso de presión que se pueda generar dentro de ellos. Estos efluentes gaseosos que se pueden generar en caso excepcional no podrían ser emitidos a la atmósfera sin un tratamiento previo.

13.1.2.1- Emisiones en España

Las propias industrias son las más interesadas en reducir su carga de contaminación, si no quieren enfrentarse a las multas que la Ley de Prevención y Control Integrado de la Contaminación (IPPC) recoge para las que no lo cumplan los límites de emisión en sus respectivas actividades. Esta norma entró en vigor en 2007 y supuso una reducción de entre un 3 y un 3,5% de las emisiones españolas.

Además, la directiva de comercio de emisiones que prepara la Unión Europea (UE), para permitir el intercambio de derechos de emisión entre los distintos países de la UE, siempre teniendo como máximo el objetivo fijado por el Protocolo de Kioto, para el conjunto de la UE (una reducción de emisiones del 8%), obligará a las instalaciones españolas a las que afecta esa ley IPPC, unos 6.500 centros industriales, a ajustarse a un cupo de derechos de emisión que se les asignará a cada una de ellas. En el caso de que lo superen, tendrán que haber comprado derechos de emisión a otras empresas, lo que les permitirá ajustar su “contabilidad de gases” si no quieren enfrentarse a las multas.

El Protocolo de Kioto deja otras puertas abiertas para “maquillar” la contabilidad de los países, como son los llamados “sumideros” de carbono; es decir, contar con el efecto de absorción de CO₂ por los bosques. Además, están los llamados “mecanismos de flexibilidad”, como la compra-venta de emisores entre países que tienen compromiso de reducción y el mecanismo

de desarrollo limpio, que consiste en exportar proyectos de energía limpia a países que no tienen compromiso de reducción, descontándose el país explotador la variación de emisiones por dejar de usar energía sucia.

13.1.2.2- Residuos gaseosos principales de la planta, límites de emisión, límites de inmisión y equipos de tratamiento

En la siguiente tabla, se presentan las principales emisiones atmosféricas del proceso de obtención de ácido acético.

TABLA 10: Emisiones en planta de ácido acético

	Fase vapor (kg/h)	Fase líquida (kg/h)
Metanol	18,277	$1,05 \cdot 10^{-2}$
Monóxido de carbono	356,89	$3,54 \cdot 10^{-6}$
Dióxido de carbono	67,8	$2,13 \cdot 10^{-6}$
Metano	8,94	$8,01 \cdot 10^{-8}$

Estos gases que salen de la columna de absorción, serán llevados a la cámara de combustión, en el cuál, los únicos residuos serán: dióxido de carbono y trazas de NO_x .

- **Dióxido de carbono**

En España, las emisiones de CO_2 , han aumentado un 9,2 % en 2011 respecto a las cifras de los años anteriores.

En la primera fase de funcionamiento del régimen de comercio de derechos de emisión en la UE (2005-2007), la cuantía era de 40 euros por cada tonelada de dióxido de carbono emitida de más, que a partir del 2008 ascendió a 100 euros. El pago de la multa no eximirá en ningún caso a la empresa afectada de la obligación de cumplir al año siguiente.

El CO_2 no tiene valores límites de emisión y tampoco de inmisión, ya que no se trata de un contaminante, sino de una sustancia que incrementa el denominado "Efecto Invernadero" y, por tanto, su control y regulación es a nivel mundial.

Cabe citar, que según la Ley 5/2004, de 27 de agosto, por el que se regula el régimen de comercio de derechos de emisión de gases por efecto invernadero, la asignación al sector de los dispositivos de más de 20 MW para el período 2008-2012 es por tanto de 3.719.265 toneladas de dióxido de carbono para las instalaciones existentes. Entonces nuestra cámara de postcombustión, al emitir menos de dicha cifra, no hará falta tratar las emisiones de CO_2 .

No obstante, la cantidad de CO_2 producida en nuestra planta, estará dentro de los márgenes de emisión permitidos, suponiendo que estos

entran dentro del ciclo natural del carbono, igual que la respiración humana, y por tanto, podrá ser emitido a la atmósfera sin ninguna restricción legislativa.

• **Monóxido de nitrógeno, NO_x**

El límite legal impuesto por el RD 430/2004, que entró en vigor en el año 2008, para la emisión de NO_x es de 200 mg NO₂/Nm³.

Según el RD 1073/2002, (Avaluación y gestión de la calidad del aire ambiente en relación con NO_x y NO₂), podemos encontrar los valores límite, márgenes de tolerancia y umbrales de alerta para las concentraciones en aire ambiente de NO_x y NO₂, que están detalladas en el ANEXO II, que se muestra a continuación.

Los valores límite no deberán superarse a partir de las fechas señaladas en el anexo citado.

ANEXO II				
Valores límite para el dióxido de nitrógeno (NO ₂) y los óxidos de nitrógeno (NO _x) y umbral de alerta para el dióxido de nitrógeno				
I. Valores límite del dióxido de nitrógeno y de los óxidos de nitrógeno.				
Los valores límite se expresarán en µg/m ³ . El volumen se normalizará a la temperatura de 293 K y a la presión de 101,3 kPa.				
	Período de promedio	Valor límite	Margen de tolerancia	Fecha de cumplimiento del valor límite
1. Valor límite horario para la protección de la salud humana.	1 hora.	200 µg/m ³ de NO ₂ que no podrán superarse en más de 18 ocasiones por año civil.	80 µg/m ³ a la entrada en vigor del presente Real Decreto, reduciendo el 1 de enero de 2003 y posteriormente cada 12 meses 10 µg/m ³ hasta alcanzar el valor límite el 1 de enero de 2010.	1 de enero de 2010.
2. Valor límite anual para la protección de la salud humana	1 año civil.	40 µg/m ³ de NO ₂ .	16 µg/m ³ , a la entrada en vigor del presente Real Decreto, reduciendo el 1 de enero de 2003 y posteriormente cada 12 meses 2 µg/m ³ , hasta alcanzar el valor límite el 1 de enero de 2010.	1 de enero de 2010.
3. Valor límite anual para la protección de la vegetación".	1 año civil.	30 µg/m ³ de NO _x .	Ninguno.	A la entrada en vigor de la presente norma.

Observando el manual de cálculo, podemos ver, que las emisiones de nuestra planta de NO_x, son 140 mg/Nm³·h. Por tanto, hemos decidido poner, un convertidor catalítico, que es un dispositivo eficiente para el tratamiento de los gases de combustión, ya que reduce las emisiones contaminantes de óxidos de nitrógeno (NO_x), y así dicho gas, pueden ser transformados de compuestos tóxicos a otros menos dañinos a la salud.

Convertidor catalítico y el sustrato



13.2- Estudio del impacto ambiental de la planta de ácido acético

Según el **RD 9/2000** la actividad química, petroquímica y textil estaría clasificada en el grupo 6.

Para realizar el estudio de impacto ambiental de nuestra planta hay que seguir el siguiente esquema:

- Descripción del funcionamiento de la instalación
- Ubicación de la instalación
- Análisis de las alternativas del proceso
- Identificación de impactos

Los cuatro primeros puntos de la evaluación ya han sido tratados en la introducción de la memoria del proyecto. Así en este capítulo únicamente trataremos el último punto, que además es el más relacionado con el medio ambiente.

13.2.1- Identificación y minimización de impactos

Para identificar los impactos sobre el medio ambiente que tiene la instalación de la planta de ácido acético es necesario construir unas matrices conocidas como “matrices de impacto de medio ambiente”.

Estas matrices nos ayudan a predecir el impacto ambiental que causan una serie de acciones relacionadas con la planta sobre diferentes factores medioambientales. Estos factores son:

- Aguas superficiales
- Aguas subterráneas
- Suelo
- Aire
- Flora y fauna
- Paisaje

- Salud humana
- Nivel sonoro
- Sistema socio-económico

Y las acciones que causan impacto:

- a) Acondicionamiento del terreno
- b) Construcción de los equipos
- c) Instalación de los equipos
- d) Impacto visual
- e) Ruido
- f) Contaminación del agua
- g) Circulación de vehículos
- h) Creación de empleo
- i) Opinión pública
- j) Consumo energético
- k) Modificación del hábitat
- l) Producción del ácido acético
- m) Producción de efluentes gaseosos
- n) Producción de efluentes líquidos
- o) Pérdida de lugares de trabajo

La matriz relaciona las acciones con los factores medioambientales a los que causan impacto.

Únicamente realizaremos la matriz para evaluar el impacto una vez la planta está en funcionamiento. Los resultados son:

TABLA 11: Resultados de la evaluación del impacto ambiental

ACCIONES	FACTORES MEDIOAMBIENTALES														
	a	b	c	d	E	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o
Aguas superficiales						x								x	
Aguas subterráneas															
Aire													x		
Suelo				x			x								
Flora y fauna				x							x				
Paisaje				x							x				
Salud humana					X	x									
Nivel sonoro					X		x								
Nivel socio-económico								x	x	x		x			

Estos resultados son cualitativos. Para ver exactamente que es lo que más impacta en el ambiente y poder actuar para corregirlo, se utiliza la “matriz de importancia”.

La matriz de importancia se construye a partir de la de impacto, la diferencia es que en ésta aparece la importancia del impacto que se expresa con un número. Éste se obtiene de utilizar la siguiente ecuación:

$$\text{Importancia (IMP)} = \pm(3I + 2EX + MO + PE + RV + AC + EF + PR)$$

La importancia tendrá un valor + o – dependiendo de la naturaleza del impacto:

- Naturaleza del impacto (N)

Impacto beneficioso	+
Impacto negativo	-
Impacto dudoso	x

Los demás componentes de la ecuación reciben un valor dependiendo del grado de impacto que causan. A continuación se explica la simbología que se sigue y los valores que comprenden:

- Intensidad del impacto (I) o grado de destrucción

Baja	1
Mediana	2
Alta	4
Muy Alta	8
- Extensión del impacto (EX) o área de influencia del impacto

Puntual	1
Parcial	2
Extenso	4
Total	8
- Momento (MO) en que se manifiesta el impacto

Largo plazo	1
Medio plazo	2
Inmediato	4
- Persistencia o permanencia del efecto

Fugaz	1
Temporal	2
Permanente	4
Corto plazo	1
Irreversible	4
- Reversibilidad (RV)

Corto plazo	1
Medio plazo	2
Irreversible	4

- Sinergia (SI) o regularidad de la manifestación
 - No sinérgico (simple) 1
 - Sinérgico 2
 - Muy sinérgico 4

- Acumulación (AC)
 - Simple 1
 - Acumulativo 4

- Efecto (EF), relación causa efecto
 - Indirecto 1
 - Directo 2

- Periodicidad (PR), regularidad de la manifestación
 - Irregular 1
 - Periódico 2
 - Continuo 4

La siguiente matriz es la matriz de importancia que se ha obtenido de aplicar la metodología anterior a nuestra planta:

TABLA 12: Resultados de la matriz de importancia

ACCIONES	CARACTERÍSTICAS DE LOS IMPACTOS									TOTAL
	N	I	EX	MO	PE	RV	AC	EF	PR	
Aguas	-	1	4	4	2	4	4	4	2	-31
Aguas	-									0
Aire	-	8	4	2	2	4	4	4	4	-44
Suelo	-	4	2	4	4	2	1	4	4	-35
Flora y fauna	-	4	2	2	4	2	1	1	4	-30
Paisaje	-	8	2	4	4	2	1	1	4	-44
Salud	-	2	2	1	2	2	4	4	4	-27
Nivel sonoro	-	4	1	4	4	1	1	4	4	-32
Nivel socio-	+	4	4	2	4	1	1	1	4	+33

Como se puede observar, la atmósfera y el paisaje son los más perjudicados por el funcionamiento de la planta, pero no son los únicos.

A continuación se analizan los resultados más destacados y se plantean modos de minimizar estos impactos:

- *Paisaje*: Es inevitable el impacto que una planta de estas características produce en él. Una manera de mitigar este efecto, al menos en los trabajadores es crear zonas ajardinadas en el exterior de la planta. De este modo se rebaja este impacto visual.

- *Aire*: Tal y como se ha explicado anteriormente, antes de expulsar los gases producidos a la atmósfera se incineran para evitar la contaminación atmosférica. De todas formas, se puede plantear utilizar

un medio de incineración que logre reducir aún más las emisiones a la atmósfera. Otra opción sería estudiar la posibilidad de reaprovechar estos gases que se emiten a la atmósfera para otros usos, como podría ser energía.

- *Suelo*: Es prácticamente imposible que nuestra instalación no afecte a este medio. Puede plantearse otra localización de la planta, pero ésta no solucionaría el problema.
- *Nivel socio-económico*: La planta afecta positivamente al nivel socio-económico. Da trabajo a personas de la zona y esto provoca aceptación social.

ANEJO VI:
EVALUACIÓN
ECONÓMICA

ANEJO VI: EVALUACIÓN ECONÓMICA

- 1.- Valoración económica de la inversión inicial
- 2.- Estimación de costes
- 3.- Estimación de los ingresos por ventas
- 4.- Estudio de la rentabilidad y viabilidad

ANEJO VI**1- VALORACIÓN ECONÓMICA DE LA INVERSIÓN INICIAL**

Para determinar la inversión inicial de la planta es necesario escoger el método de cálculo para su estimación. La inversión inicial se determina mediante el valor del inmovilizado más el capital circulante.

En nuestro caso el método escogido para determinar el inmovilizado es el de Happel, que corresponde a un método de factor múltiple.

Para llevar a cabo la estimación del inmovilizado mediante este método, primero es preciso determinar el coste de todos los equipos de planta.

Para el cálculo del coste de los equipos hemos considerado que 1 € = 1,27859 \$

- Tanques de almacenamiento

Ítem	Capacidad (m ³)	Material	Precios (€)
T-101 a 106	200	AISI-316	1005169,76
T-121 a 126	200	Acero 9% Níquel	782111,54
T-401 a 405	200	AISI-316	837641,45
T-409 a 113	200	AISI-316	837641,45

Total de tanques de almacenamiento: **3462564,23 €**

- Recipientes de proceso

Ítem	Capacidad (m ³)	Material	Precio (€)
T-201	5	AISI-316	90490,31
T-202	15	AISI-316	99641,01
T-301	1,5	AISI-316	26122,53

- Reactores

Ítem	Capacidad (m ³)	Material	Precio (€)
R-201 y 202	9,1	Hastelloy B	1098866,78

- Agitadores

Ítem	Potencia (W)	Material	Precio (€)
AG-201 y 202	10691	Hastelloy	20000

Total de recipientes de proceso + reactores + agitadores: **1334829,77 €**

Los precios de los equipos de proceso, incluidos los reactores, fue proporcionado por la web www.matche.com.

- Columna de destilación

La estimación del precio de las columnas de destilación se hará mediante el método Happel.

El número de platos de esta columna es de 11, por tanto:

El coste de una columna de 6 pies en 1970 es:

Coste columna (1970) = 19400 \$

Corregimos el diámetro, ya que nuestra columna tiene un diámetro de 7,05 pies.

Coste (7,05 pies) = Coste (6 pies) · (7,05pies/6pies) = 19400 · (7,05/6)

Coste (7,05 pies) = 22795 €

Coste de platos (1970) = 2800 \$

Corregimos el diámetro, ya que nuestra columna tiene un diámetro de 7,05 pies.

Coste (7,05 pies) = Coste (6 pies) · (7,05pies/6pies) = 2800 · (7,05/6)

Coste (7,05 pies) = 3290 \$

Por tanto:

Coste de la columna = 22795 + 3290 = 26085 \$

El índice M&S encontrado es del 2005:

Índice M&S 2005 = 1256,4

Índice M&S 1970 = 303,3

Coste columna (\$) = Coste columna (1970) · (1256,4/303,3)

Coste columna (\$) = 26085 · (1256,4/303,3) = 108055,37 \$ → 84511,35 €

El coste de la columna de destilación es: **84511,35 €**.

- Columna de Absorción

El coste de la columna de absorción en 1970 era de 9348,08 \$ para columnas de 1 pie.

Por lo que el coste actual será:

Coste absorbedor = 9348,08 · (1256,4/303,3) = 38914,35 \$ = 30435,36 €

El coste de la columna de absorción es: **30435,36 €**

- Separadores

Ítem	Diámetro (pulg)	Material	Precio (€)
S-201	1,06	AISI-304	1016,75
S-202	42	AISI-316	8916,07
S-301	18	AISI-304	4927,30

El coste de los separadores es: **14860,12 €**

- Intercambiadores de calor

Ítem	Área (m ²)	Material	Precio (€)
EV-101	19	Aluminio	33539,38
IC-101	19,7	AISI-316	12430,97
EV-201	127	AISI-304	95484,12
Co-201	0,013	AISI-316	953,53
IC-301	3,72	AISI-316	2105,05
Co-301	105,4	AISI-316	33438,42
Co-302	134,9	AISI-316	38679,15
KR-301	171,14	AISI-316	60087,06

El coste de los intercambiadores es: **276717,68 €**

- Coste de los equipos de frío

Ítem	Potencia (KW)	Precio (€)
CH-601	40	24539,70
CH-602	3000	68118,98
CH-603	400	21405,30

El coste de los equipos de frío es: **114063,98 €**

- Bombas y compresores

Ítem	Potencia (kW)	Material
B-101	0,46	1655,93
B-121	16,40	6461,11
B-421	0,47	1213,06
B-401	0,48	1232,32
B-741	0,64	1636,67
B-731	0,64	1636,67
B-701	2,90	2747,04
B-711	5,50	3728,33

B-201	17	6575,92
B-202	35,30	10610,91
B-501	0,75	1925,50
B-721	5,50	3728,33
B-601	74,60	39105,58
B-602	74,60	78211,15
B-301	1,50	2210,76
C-501	28	5674,53

El coste de las bombas y compresores es: **168353,80 €**

- Equipos especiales

Ítem	Descripción	Precio (€)
-	Cámara de combustión	284688,60
-	Descalcificador	9142,10
T-140	Tanque de Nitrógeno	31148,37
-	Torre de refrigeración	2000
M-301	Mezclador estático	17206,45

El coste de los equipos especiales es: **344185,53 €**

El coste de todos los equipos, excepto las columnas de destilación, le de absorción y los equipos especiales fueron proporcionados por la web: www.matche.com.

Con los costes estimados de cada equipo, se precede a estimar el capital inmovilizado mediante el método Happel.

Para este método se necesitan los siguientes conceptos:

A- Recipientes, tanques, reactores, agitadores. Su mano de obra correspondiente es de un 10% el valor de A.

B- Torres fabricadas en el terreno. Su mano de obra corresponde de un 30 a un 35% de su coste.

C- Torres prefabricadas. Su mano de obra equivalente es de un 10 a un 15% de su valor.

D- Intercambiadores. Su mano de obra es del 10% de su valor.

E- Bombas, compresores y otra maquinaria. Su mano de obra equivale a un 10% de su valor.

F- Instrumentos. Su mano de obra se encuentra entre un 10 y 15% de F.

G- Cuestas claves. Es la suma de A a F.

H- Aislamiento. Su valor es del 5 al 10% de G.

I- Tuberías. Del 40 al 50% de G.

J- Cimentaciones. Del 3 al 5% de G.

- K-** Edificaciones. Un 4% de G.
- L-** Estructuras. Un 4% de G.
- M-** Material contra incendios. Del 0,5 al 1% de G.
- N-** Electricidad. Del 3 al 6% de G.
- O-** Pintura y limpieza. Del 0,5 al 1% de G.
- P-** Suma de material y mano de obra.
- Q-** Coste de equipos especiales instalados.
- R-** Suma de P y Q.
- Gastos generales. Un 30% de R.
- Total de costes de construcción. Un 130% de R.
- Honorarios de ingeniería. Un 13% de R.
- Pagos por contingencias. Un 13% de R.
- Inversión total. Un 156% de R.

La siguiente tabla muestra los resultados:

		Coste (€)	Mano de obra (€)
Recipientes	A	4056968,24	405696,82
Torres prefabricadas	C	114946,71	14368,3394
Intercambiadores	D	276717,68	27671,7681
Bombas, compresores, Soplantes	E	168353,80	16835,3796
Instrumentos	R	704156	70415,6
Cuentas clave	G	4761124,24	
Aislamiento	H	3570843,18	2142505,907
Tuberías	I	2142505,91	285667,454
Cimentaciones	J	190444,97	133311,479
Edificaciones	K	190444,97	38088,994
Estructuras	L	190444,97	214250,591
Material contra incendios	M	35708,43	285667,454
Electricidad	N	190444,97	214250,591
Pintura y limpieza	O	35708,43	2142505,907
Suma de material y mano de obra	P	25833807,65	
Costes de equipos	Q	344185,53	
Suma de P y Q	R	26177993,18	
Gastos generales		7853397,95	
Total coste de construcción		34031391,1	
Ingeniería		3403139,11	
Contingencias		3403139,11	
Inversión total		40837669,4	

Por tanto el inmovilizado asciende a: **40837669,4 €**

Seguidamente se estimará el capital circulante. Este capital, a inflación cero, no pierde valor y por tanto no es amortizable. Es un capital constante a lo largo de la vida de la planta siempre que la inflación se considere cero y el ritmo de fabricación no varía. Existen diferentes métodos para estimar su cuantía. En este caso se hará uso de un método global.

Según este método el capital circulante se considera de un 10% a un 30% del inmovilizado. Utilizaremos el 25%, de manera que:

CC = 10209417,3 €

2- ESTIMACIÓN DE COSTES

A continuación se estimarán los costes anuales de la planta. Estos costes se estimaran mediante el método de Vian.

Podemos clasificar los costes en:

- Costes de manufactura.
 - Costes directos
 - Variables
 - M1. Materia prima
 - M2. Mano de obra directa
 - M3. Patentes
 - Costes indirectos
 - Variables
 - M4. Mano de obra indirecta
 - M5. Servicios generales
 - M6. Suministros
 - M7. Mantenimiento
 - M8. Laboratorio
 - M9. Envasado
 - M10. Expedición
 - Fijos
 - M11. Directivos
 - M12. Amortización
 - M13. Alquileres
 - M14. Tasas
 - M15. Seguros
- Gastos generales
 - Costes directos
 - Variables
 - G1. Gastos comerciales

- Costes indirectos
 - Fijos
 - G2. Gerencia
 - G3. Gastos financieros
 - G4. Recerca y servicios técnicos

M1. Materia prima

	Consumo	Precio	Coste
Metanol	40194 Tn/año	295 €/Tn	11656260 €/año
CO	38380,32 Tn/año	200 €/Tn	7676064 €/año
Catalizador y promotor	40,57 kg/año IrCl ₃ 282,33 kg/año CH ₃ I	147600 €/kg 217,5 €/kg	5988132 €/año 61406,775 €/año

M1 = 25381862,8 €/año

M2. Mano de obra

Se ha estimado la siguiente estructuración de plantilla. La planta ha de funcionar 24h al día. Los turnos serán de 8 horas diarias, por tanto tenemos 3 turnos diarios. Se ha dividido el personal de planta en grupos de trabajo, los cuales operarán uno por turno y estarán constituidos por 5 personas; aunque se estima que se puede trabajar con 4, la persona extra hará de refresco. En estas ocho horas cada empleado dispondrá alternativamente de 30 minutos de descanso y de 10 minutos cada hora trabajada, esto implica que la hora en que se haya disfrutado del descanso de 30 minutos no se dispondrá de 10.

Se ha estimado la siguiente estructuración de la plantilla de la planta:

Grupo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
1	-	8	8	8	-	8	8
2	8	-	8	8	8	-	8
3	8	8	-	8	8	8	-
4	8	8	8	-	8	8	-
Total horas	24	24	24	24	24	24	16

Como podemos comprobar, cada grupo trabaja 40 horas semanales en turnos rotatorios, no obstante quedan ocho horas semanales sin cubrir, las cuales deberán ser repetidas entre toda la plantilla como horas extra (turno extra).

Todas las horas trabajadas en fin de semana se pagarán como horas extra y las nocturnas tendrán un plus.

Se aprecia según la tabla que diariamente un grupo de 5 personas descansa. Como se deduce de lo anterior se han de contratar 20 personas.

Suponemos un sueldo base de 1700€ mensuales contando horas extras y horas nocturnas, por tanto:

$$1700 \frac{\text{€}}{\text{persona}} \cdot 20 \text{ personas} \cdot 14 \frac{\text{pagas}}{\text{año}} = 476000 \frac{\text{€}}{\text{año}}$$

M2 = 476000 €/año

M3. Patentes

M3 se calcula como el 5% de los ingresos por ventas.

M3 = 3505708,8 €/año

M4. Mano de obra indirecta

Las personas que no están relacionadas con el sector productivo, como pueden ser: mantenimiento (6 personas), vigilancia (empresa externa), limpieza (empresa externa). Esta mano de obra se calcula como un porcentaje de M2 que puede oscilar entre el 15 y el 45%. Se ha previsto considerar el 35% de M2 ya que aproximadamente la mitad de mano de obra directa será indirecta. Por tanto, nos queda:

M4 = 166600 €/año

M5. Servicios generales

Los servicios necesarios en nuestra planta se resumen en la siguiente tabla:

	Consumo	Coste	Coste total
Gas natural	237 m ³ /h	0,33 €/m ³	619423,2 €/año
Agua	3683 m ³ /año	1 €/m ³	3683 €/año
Electricidad	5900 kWh	0,048 €/kWh	2242944 €/año

M5 = 2866050,2 €/año

M6. Suministros

Se calcula como el 1% del inmovilizado.

M6 = 408376,69 €/año

M7. Mantenimiento

Solo se tendrá en cuenta los costes por revisiones, inspecciones regulares externas al personal de la planta. Equivale al 6% del inmovilizado.

M7 = 2450260,16 €/año

M8. Laboratorio

Gastos derivados del laboratorio de control de calidad, se calcula como el 25% de M2.

M8 = 6345465,69 €/año

M10. Expedición

A cuenta del cliente

M11. Directivos y técnicos

Personal directamente relacionado con la producción o la venta del producto se calcula como porcentaje de M2 concretamente entre un 10 y un 40%.

M11 = 3807279,42 €/año

M12. Amortización

Debido a la calidad de los materiales constructivos de los equipos se estima una vida útil para la planta, aproximadamente de unos 15 años, suponiendo una amortización lineal, por tanto:

M12 = 4083766,94 €/año

M13. Alquileres

Alquiler de los terrenos en zona franca: 172800 €/año

Alquiler del tanque de nitrógeno 1800 €/año

M13 = 174600 €/año

M14. Tasas

Impuestos no atribuibles a los beneficios, se calcula como el 1% del inmovilizado.

M14 = 408376,694 €/año

M15. Seguros de la instalación y edificios.

Se consideran el 1% del capital inmovilizado.

M15 = 408376,694 €/año

Total M = 50482724,1 €/año

Gastos indirectos**G1. Gasto comercial**

Se calcula entre el 5-20% de M.

G1 = 2524136,2 €/año

G2. Gerencia

Se calcula del 3-6% de M

$$G2 = 1514481,72 \text{ €/año}$$

G4. Investigación y desarrollo, servicio técnico

Se calcula como el 0,5% de las ventas.

$$G4 = 350570,88 \text{ €/año}$$

$$\text{Total G} = 4389188,81 \text{ €/año}$$

Por tanto sumando los costes M y G obtenemos: **54871912,9 €/año**

3- ESTIMACIÓN DE LOS INGRESOS POR VENTAS

	Tn/año	Precio (€/kg)	Ventas (€)
Ácido acético	87642,72	800	70114176

4- ESTUDIO DE LA RENTABILIDAD Y VIABILIDAD

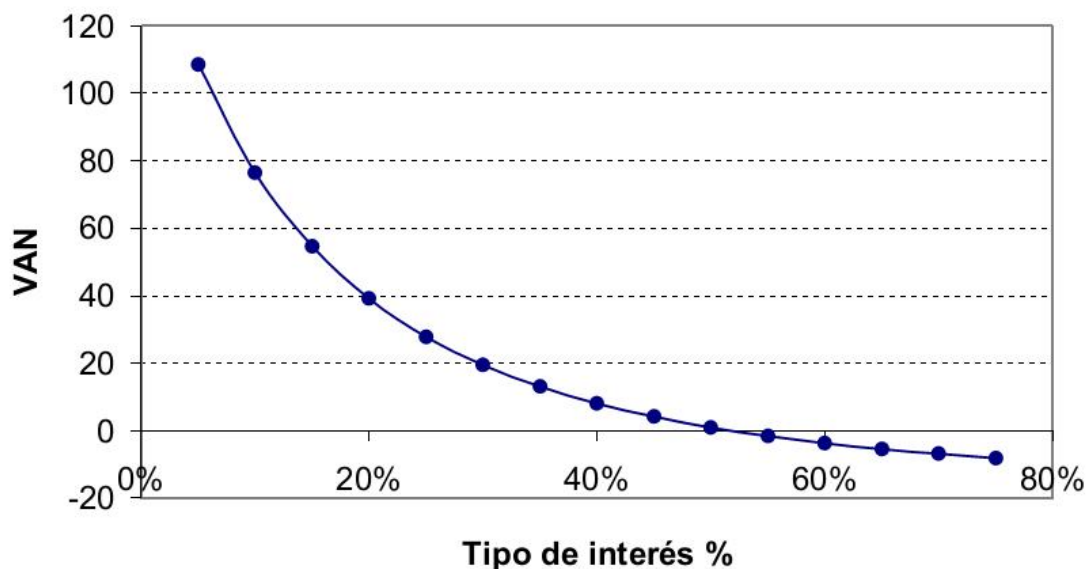
A partir de los datos obtenidos, considerando el pago previo de 3196000 € por el alquiler del terreno, y un tiempo de construcción de 2 años; y suponiendo una vida de la planta de 12 años, podemos determinar los NCF anuales, con el objetivo de estudiar la rentabilidad de la planta.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Inmovilizado	20,4·10 ⁶	20,4·10 ⁶											
CC			10,2·10 ⁶										10,2·10 ⁶
Coste terrenos	3,2·10 ⁶												3,2·10 ⁶
Ingresos por ventas			70,1·10 ⁶	70,1·10 ⁶	70,1·10 ⁶	70,1·10 ⁶	70,1·10 ⁶	70,1·10 ⁶	70,1·10 ⁶	70,1·10 ⁶	70,1·10 ⁶	70,1·10 ⁶	0,000
Costes	1,73·10 ⁶	1,73·10 ⁶	54,8·10 ⁶	54,8·10 ⁶	54,8·10 ⁶	54,8·10 ⁶	54,8·10 ⁶	54,8·10 ⁶	54,8·10 ⁶	54,8·10 ⁶	54,8·10 ⁶	54,8·10 ⁶	0,000
NCF sin impuestos	-25,3·10 ⁶	-22,1·10 ⁶	54,4·10 ⁶	64,6·10 ⁶	64,6·10 ⁶	64,6·10 ⁶	64,6·10 ⁶	64,6·10 ⁶	64,6·10 ⁶	64,6·10 ⁶	64,6·10 ⁶	64,6·10 ⁶	13,4·10 ⁶
Ventas-costes			64,6·10 ⁶	64,6·10 ⁶	64,6·10 ⁶	64,6·10 ⁶	64,6·10 ⁶	64,6·10 ⁶	64,6·10 ⁶	64,6·10 ⁶	64,6·10 ⁶	64,6·10 ⁶	0,000
Amortización			2,44·10 ⁶	2,44·10 ⁶	2,44·10 ⁶	2,44·10 ⁶	2,44·10 ⁶	2,44·10 ⁶	2,44·10 ⁶	2,44·10 ⁶	2,44·10 ⁶	2,44·10 ⁶	
Beneficio bruto			62,2·10 ⁶	62,2·10 ⁶	62,2·10 ⁶	62,2·10 ⁶	62,2·10 ⁶	62,2·10 ⁶	62,2·10 ⁶	62,2·10 ⁶	62,2·10 ⁶	62,2·10 ⁶	0,000
Impuestos				8,441·10 ⁶	8,441·10 ⁶	8,441·10 ⁶	8,441·10 ⁶	8,441·10 ⁶	8,441·10 ⁶	8,441·10 ⁶	8,441·10 ⁶	8,441·10 ⁶	8,441·10 ⁶
Beneficio neto			62,2·10 ⁶	53,7·10 ⁶	53,7·10 ⁶	53,7·10 ⁶	53,7·10 ⁶	53,7·10 ⁶	53,7·10 ⁶	53,7·10 ⁶	53,7·10 ⁶	53,7·10 ⁶	-8,441·10 ⁶
NCF	-25,3·10 ⁶	-22,1·10 ⁶	54,4·10 ⁶	56,2·10 ⁶	56,2·10 ⁶	56,2·10 ⁶	56,2·10 ⁶	56,2·10 ⁶	56,2·10 ⁶	56,2·10 ⁶	56,2·10 ⁶	56,2·10 ⁶	49,6·10 ⁶
NCF acumulado	-25,3·10 ⁶	-47,5·10 ⁶	6,96·10 ⁶	63,1·10 ⁶	119·10 ⁶	175·10 ⁶	232·10 ⁶	288·10 ⁶	344·10 ⁶	400·10 ⁶	456·10 ⁶	513·10 ⁶	518·10 ⁶

Según los valores de NCF acumulado, la inversión inicial se recupera (**Pay back**) en el tercer año (primer año de producción). Seguidamente también se valora la TIR de la actividad, la cual nos da información de que el proyecto sería rentable siempre y cuando el tipo de interés siga por debajo del 50%.

Este valor es suficientemente elevado como hacer atractiva la inversión en este proyecto.

Tasa interna de rentabilidad (TIR)



A tener muy presente de todas las conclusiones es la no incorporación de la inflación en los cálculos. No obstante el mercado del ácido acético es suficientemente estable (producto químico de base) como para no producirse importantes variaciones en el precio de venta. Por otro lado la inflación que padecerían los costes haría incrementar su cantidad pero estimamos que se compensaría con la variación del precio del acético.

Como conclusión final se puede añadir que esta inversión ofrece la suficiente estabilidad y garantías de beneficio para invertir en ella.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍAREFERIDA A LAS ESPECIFICACIONES DEL PROYECTO

- (1) [http:// www.usuarios.lycos.es/acidoacetico/menu.htm](http://www.usuarios.lycos.es/acidoacetico/menu.htm)
- (2) Glenn J. Sunley_, Derrick J. Watson, *High productivity methanol carbonylation catalysis using iridium: The CativaTM process for the manufacture of acetic acid*, *Catalysis Today* **58** (2000) 293–307
- (3) Anthony Haynes, Peter M. Maitlis, George E. Morris, Glenn J. Sunley, Harry Adams, Peter W. Badger, Craig M. Bowers, David B. Cook, Paul I. P. Elliott, Talit Ghaffar, Helena Green, Tim R. Griffin, Marc Payne, Jean M. Pearson, Michael J. Taylor, Paul W. Vickers, and Rob J. Watt; *Promotion of Iridium- Catalyzed Methanol Carbonylation: Mechanistic Studies of the Cativa Process*, *J. Am. Chem. Soc.* **126**, (2004) 2847-2861
- (4) Jane. H. Jones, *The cativaTM Process for the Manufacture of Acetic Acid: Iridium Catalyst Improves Productivity In An Established Industrial Process*, *Platinum Metals Rev.*, **44**, (2000), 94–105
- (5) Peter J. Robinson, *Dimensions and standard states in the activated complex theory of reaction rates*, *J. Chem. Ed.*, **55** (1978) 509-510
- (6) C.S. Garland, M.F. Giles, J.G. Sunley, *Process for the production of acetic acid*, patente EEUU n° 5672743 (1997)
- (7) Programa simulador HYSYS
- (8) [www. Calderasvapor.com/normativa.htm](http://www.Calderasvapor.com/normativa.htm)
- (9) Programa Project Manager

REFERIDA A LOS EVAPORADORES

- Nalli, K. *Materials of construction for low-temperature and cryogenic processes*, Chem. Eng. **113** 7 45 (julio 2002)
- Megyesy, E. F. *Manual de recipientes a presión: diseño y cálculo*, Limusa S.A. México D.F., 2001
- Jürgen, K.H., Cahn, R.W., Flemings, M.C., Ilshner, B., Kramer, E.J., Majan, S. *Enciclopedia of materials: science and technology*, Elsevier, Oxford (2001)
- Green, D.W., Maloney, J.O. (ed.), *Perry's Chemical Engineers' Handbook*, 7ª edición, McGraw-Hill, Nueva York (1997)

REFERIDA A INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL

- Matley, J. (ed.), *Practical Process Instrumentation and Control Volume II*, McGraw-Hill, Nueva York (1986)
- Kane, L. (ed.), *Handbook of Advanced Process Control Systems and Instrumentation*, Gulf Publishing Company, Houston (1987)
- Ollero, P., Fernández, E., *Control e instrumentación de procesos químicos*, Síntesis, Madrid (1997)
- Fischer Controls International, *Control Valve Handbook*, Fischer Controls International (2003)
- McMillan, G., Considine, D., *Process/Industrial Instruments and Controls Handbook*, McGraw-Hill, Nueva York (1999)
- Dunn, W., *Fundamentals of Industrial Instrumentation and Process Control*, McGraw-Hill, Nueva York (2005)

PÁGINAS WEB

www.emerson.com
www.abb.com
www.foxthermalinstrument.com
www.foxboro.com

REFERIDA A TUBERÍAS, VÁLVULAS Y BOMBAS

- Coulson & Richardson's Chemical Engineering Vol. 6
Autores: J.M. Coulson & J.F. Richardson
- O. Levenspiel. 'Flujo de fluidos e intercambio de calor' Editorial Reverte

- O. Levenspiel. 'Ingeniería de las reacciones químicas' Editorial Reverte

REFERIDA A LA EVALUACIÓN ECONÓMICA

- <http://matche.com/EquiposCost>

REFERIDA AL MANUAL DE CÁLCULOS

- Procesos de transferencia de calor
Autor: Donald Q. Kern
- Coulson & Richardson's Chemical Engineering Vol.1 y 6
Autores: J.M. Coulson & J.F. Richardson
- CÓDIGO ASME
- Programa Techcalc, facilitado por la casa comercial Isover