



Universidad Aut3noma Barcelona

Trabajo de fin de grado / Ingenier3a Qu3mica



# PLANTA DE PRODUCCI3N DE CLOROBENCENO



Tutor: Josep Anton Tor3

Alba Gonz3lez, Antonio

Aynes Riba, Albert

Gonz3lez Lafita, 3scar

Mart3nez Rabert, Eloi

UAB

Junio 2017, Bellaterra (Barcelona)



# Capítulo 9

## Operación de la planta



# PLANTA DE PRODUCCIÓN DE CLOROBENCENO

**UAB**



## ÍNDICE

9.1.	Introducción .....	6
9.2.	Operación por áreas .....	7
9.2.1.	Área 100. Almacenaje y purificación del benceno .....	7
9.2.1.1.	Parque de tanques .....	7
9.2.1.2.	Purificación del benceno .....	8
9.2.2.	Área 200. Almacenaje y condicionamiento del cloro .....	9
9.2.3.	Área 300. Zona de reacción .....	9
9.2.3.1.	Preparación del benceno.....	9
9.2.3.2.	Reacción de cloración.....	10
9.2.4.	Área 400. Tratamiento primario del producto .....	11
9.2.4.1.	Columna de destilación .....	11
9.2.4.2.	Evaporación parcial / destilación flash .....	12
9.2.5.	Área 500. Tratamiento del catalizador .....	12
9.2.5.1.	Preparación de los reactivos .....	12
9.2.5.2.	Proceso de reacción y separación de los productos.....	13
9.2.6.	Área 600. Tratamiento de gases.....	14
9.2.6.1.	Tratamiento de HCl .....	14
9.2.6.2.	Tratamiento de COV .....	15
9.2.7.	Área 700. Purificación del producto .....	16
9.2.7.1.	Separación y recirculación del benceno .....	16
9.2.7.2.	Purificación del clorobenceno .....	17
9.2.8.	Área 800. Almacenaje de los productos.....	17

### 9.1. Introducción

Una vez se ha realizado la fase de puesta en marcha con éxito (**capítulo 8**) y el proceso se ha estabilizado, esta trabaja de forma continua y sin variaciones en las condiciones de proceso.

Los diferentes procesos que se llevan a cabo en la producción de clorobenceno se realizan de forma automatizada y controlada por los diferentes lazos de control que se instalan (**capítulo 3**). Los dispositivos que forman parte de los lazos de control se encargan de mantener las condiciones del proceso constantes en todo momento para garantizar la estabilidad del proceso.

La presencia humana en el control del proceso es casi nula. No obstante, todo el personal de la planta debe de estar formada para poder llevar a cabo el proceso de forma manual y para intervenir de forma rápida y eficaz delante de cualquier problema e irregularidad.

Existen otras tareas que son llevadas a cabo por el personal de planta. En la sala de control hay operarios que supervisan el proceso mediante los ordenadores de la sala y son los primeros en solucionar las diferentes irregularidades del proceso o avisar al personal del error. También se encargan de supervisar y llevar a cabo las cargas de los reactivos y las descargas de los productos.

En las paradas de la planta, hay un grupo de operarios que realizan el mantenimiento de los equipos e instrumentos para garantizar su correcto funcionamiento.

Finalmente, en los laboratorios, se realizan análisis de los productos para certificar la calidad de estos y comprobar que el proceso se está llevando correctamente.

## 9.2. Operación por áreas

### 9.2.1. Área 100. Almacenaje y purificación del benceno

En esta área se divide en dos zonas diferenciables: el parque de tanques de almacenaje y la columna de purificación.

#### 9.2.1.1. Parque de tanques

El parque de tanques consta de seis tanques de benceno y un tanque de tolueno residual, proveniente de la purificación del benceno. Debido a que estas sustancias están clasificadas como combustibles, los tanques de benceno y tolueno deben de estar inertizados con nitrógeno, para evitar que se realicen mezclas peligrosas con el aire (comburente).

Estos tanques tienen un sistema de control que se encarga de regular la entrada de nitrógeno en base a la presión interna del tanque. El benceno y el tolueno se almacenan a presión atmosférica. También se instala una válvula de liberación de presión para eliminar el nitrógeno necesario para regular la presión.

Los tanques del benceno, a parte de la inertización, se instala un sistema de control de temperatura, debido a que se debe almacenar a 15°C y garantizar que la temperatura del reactivo no baje hasta 7°C ni suba a 20°C. Esto se debe a que a 7°C el benceno se solidifica, generando un tapón en las tuberías del proceso; y a 20°C el benceno emite gases que son altamente peligrosos por la salud humana, ya que son tóxicos y cancerígenos. Para mantener la temperatura de almacenaje a 15°C los tanques están provistos de un sistema de media caña por donde circula agua de chiller y vapor a 5 bares, dependiendo la necesidad del tanque. El paso de los dos fluidos térmicos está regulado por un lazo de control de temperatura que recibe señales de una sonda RTD instalada en los tanques y accionando dos válvulas de control, una para el fluido de refrigeración y otra para el vapor. Dos válvulas automáticas regulan las salidas de condensados y agua caliente.

También se instalan alarmas de temperatura baja y temperatura alta para avisar los operarios de la planta y actúen rápidamente para evitar la solidificación del benceno o la generación de vapores altamente peligrosos.

La descarga de benceno se lleva a cabo de forma automatizada mediante los lazos de control de nivel instalados en los tanques. Estos lazos comprueban el nivel de benceno en el tanque. Si este está por encima del nivel mínimo, se realiza la descarga. Si no, se realiza la descarga con otro tanque de almacenaje, comprobando el nivel de benceno.

El tolueno se almacena a 25°C y a presión atmosférica para evitar accidentes de quemaduras en el procedimiento de descarga. El tolueno se enfría con el E-101 con agua de torre, generando un salto térmico de 84°C (de 110.1 °C hasta 26°C).

#### 9.2.1.2. Purificación del benceno

El benceno comercial contiene un 3% en peso de tolueno que se debe eliminar antes de introducirlo en el proceso. La purificación se lleva a cabo en la columna de destilación CD-101.

La columna CD-101 trabaja a presión atmosférica y una relación de reflujo de 3.00. Las temperaturas de salida del destilado y del rebóiler son de 80.18°C y 110.10°C respectivamente.

Para garantizar que la purificación se realiza con éxito de forma continuada, en la columna y en los equipos anexos se instalan lazos de control de temperatura, presión y nivel.

El condensador trabaja con agua de torre con un salto térmico de 15°C (de 25°C a 40°C) y el rebóiler con vapor a 11 bares. El corriente de residuos (tolueno con una pureza del 99.7%) se enfría a 26°C mediante el intercambiador E-101 por seguridad en la descarga, como se ha comentado en el **apartado 9.2.1.1.**

### **9.2.2. Área 200. Almacenaje y condicionamiento del cloro**

Para minimizar el volumen de los tanques de almacenaje del cloro, este se debe almacenar en estado líquido. Para conseguirlo, en esta planta, se decide almacenarlo a elevada presión, concretamente a 15 bares. De esta forma se almacena a temperatura ambiente y no a temperaturas extremadamente bajas.

Se instalan 9 tanques de 42 m<sup>3</sup> distribuidos en tres grupos de tanques. Cada grupo de tanques tiene un punto de carga y un tanque de seguridad con una capacidad de 42 m<sup>3</sup>. El tanque de seguridad permite vaciar un tanque lleno lo más rápido posible (15 minutos) en caso que sea posible que suceda un accidente en dicho tanque.

La descarga se realizará siempre de un solo tanque. Igual que en los tanques de benceno, cuando el lazo de control de nivel asociado detecta que el nivel de cloro está al mínimo, cambia de tanque de descarga del mismo grupo. Cuando los 3 tanques del grupo están vacíos, cambia de grupo.

La carga de los tanques de cloro siempre se hará en los grupos de tanques que no se esté realizando la descarga.

El cloro líquido pasa por el intercambiador E-201 (tubos y carcasa) para que se evapore. El fluido térmico que se usa es vapor a 3 bares, realizando un salto térmico de 25°C a 55°C. Una vez evaporado y antes de ser enviado hacia el área de reacción (A-300), el cloro gas pasa por un sistema de válvulas reductoras de presión, pasando de 15.0 a 2.8 bares.

### **9.2.3. Área 300. Zona de reacción**

#### **9.2.3.1. Preparación del benceno**

El primer proceso que se realiza es la mezcla entre el benceno almacenado (A-100) y el benceno recirculado (A-700). A parte del aprovechamiento del benceno no reaccionado, esta mezcla permite enfriar el benceno que proviene del A-100 de 80.17°C a 56.14°C.

A continuación, el benceno total se introduce al tanque de mezcla TM-301, donde se diluye el catalizador sólido  $\text{FeCl}_3$  con un tiempo de mezcla de 30 minutos.

La dosificación del catalizador se realiza de forma continua mediante una dosificadora de tornillo sinfín con un caudal másico de 192Kg/h, para obtener una concentración de 1% másico de  $\text{FeCl}_3$ .

La carga de catalizador en la tolva de la dosificadora DO-301 es discontinua mediante ciclos periódicos de llenado. La carga de la tolva empieza cuando el nivel de sólido llega al nivel mínimo y finaliza cuando el nivel de sólido llega al nivel máximo.

#### 9.2.3.2. Reacción de cloración

La síntesis del clorobenceno se lleva a cabo en tres reactores bifásicos de tanque agitado isoterms con un tiempo de residencia de 2.15 horas. La reacción se realiza a 55.00°C y a 2.40 bares. El grado de conversión del benceno es del 32%. La baja conversión y las condiciones de operación permiten reducir la formación de subproductos no deseados, el diclorobenceno y triclorobenceno.

La reacción se realiza en tres reactores por la elevada demanda energética, ya que la reacción es muy exotérmica. Para mantener la temperatura a 55°C se instala un sistema de refrigeración de agua de torre con un salto térmico de 12°C (de 25°C a 37°C) que absorbe el calor de reacción generado. Este sistema está asociado a un lazo de control de temperatura que regula la entrada de agua de refrigeración.

El caudal de los reactivos (benceno y cloro gas) se divide equitativamente en los tres reactores gracias a los lazos de control instalados. El cloro gas se introduce en el reactor mediante 4 difusores distribuidos en forma de cruz.

Debido a la presencia de gas en los reactores es necesario la implementación de un lazo de control para regular la presión interna y mantenerla a 2.40 bares. También se instala sistemas de seguridad para evitar que la presión interna aumente sin control y pueda llegar a generar una explosión.



En la sala de control se monitoriza constantemente la temperatura, la presión interna y el nivel de líquido del reactor. También se implementa alarmas de temperatura alta y presión alta para alertar a los operarios que hay un problema y puedan actuar rápidamente en consecuencia.

#### **9.2.4. Área 400. Tratamiento primario del producto**

En esta área se realizan dos procesos de tratamiento del producto: una destilación para separar el catalizador y pueda ser tratado correctamente y una evaporación parcial / destilación flash para eliminar el HCl absorbido en la reacción.

##### **9.2.4.1. Columna de destilación**

La eliminación del catalizador del corriente de producto se lleva a cabo con una columna de destilación que separa el clorobenceno (destilado) y el diclorobenceno (residuo). El catalizador saldrá con el diclorobenceno y se envía hacia el área 500. La columna CD-401 opera a presión atmosférica y con una relación de reflujo de 1.00. El alimento se introduce a 80°C para mejorar la eficiencia de la separación y el corriente de destilado y rebóiler salen de la destilación a una temperatura de 22.48°C y 183.90°C respectivamente.

En este caso, debido a que la temperatura de condensación total de la mezcla es de 22.48°C, es necesario utilizar agua de refrigeración con un salto térmico de 20°C (de 20°C a 40°C). Para obtenerla, el agua de torre se enfría en el intercambiador E-403 con agua de chiller antes de ser usada en el condensador DC-401. El rebóiler trabaja con vapor a 11 bares de presión.

Se instalan exactamente los mismos lazos de control que la columna CD-101 del área 100.



#### 9.2.4.2. Evaporación parcial / destilación flash

Para eliminar el HCl absorbido en la reacción, se realiza una evaporación parcial en el intercambiador E-402 con vapor a 3 bares. Después, la mezcla de gas y líquido se separa en el separador PS-401.

#### 9.2.5. Área 500. Tratamiento del catalizador

El área 500 es la encargada de tratar y eliminar el catalizador del producto. El proceso de eliminación se basa en la precipitación del  $\text{FeCl}_3$  en forma de  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ , que se lleva a cabo en un reactor de tanque agitado isoterma. El reactivo que permite la precipitación es el agua, pero es necesario que el medio sea básico para que se lleva con éxito la precipitación. Por esta razón la reacción es entre el  $\text{FeCl}_3$  y una solución de NaOH al 10%wt.

Este proceso se divide en dos fases: una primera fase que es la preparación de los reactivos y una segunda fase que es el proceso de reacción y separación de los productos.

##### 9.2.5.1. Preparación de los reactivos

La sosa cáustica se debe almacenar a una temperatura superior a 25°C. Esto se debe a la viscosidad de la sustancia. A una temperatura inferior a 20°C la viscosidad de la sosa cáustica aumenta considerablemente. Por esta razón, el tanque de almacenaje de sosa (T-501) está provisto de un lazo de control que mantiene constante la temperatura del tanque a 25°C con vapor a 3 bares que circula por un serpentín interno del tanque.

La concentración de la sosa cáustica que llega a la planta es del 30% en peso y esta se debe diluir hasta un 10% en peso. Esto se debe a la formación de sal ( $\text{NaCl}$ ) en la reacción. Si la concentración de la sosa cáustica es superior al 14% en peso, supera el límite de solubilidad de la sal en agua y esta precipitaría, formando incrustaciones en el sistema.

La dilución se realiza con agua de gran calidad, ya que en un futuro la salmuera se usará en la propia planta para la generación de cloro. El proceso de dilución es controlado por un lazo de control de relación de caudal, asegurando que la concentración final de la sosa es del 10% en peso.

El caudal de diclorobenceno y  $\text{FeCl}_3$  se enfría hasta  $60^\circ\text{C}$  en el intercambiador E-501 aprovechando que el caudal de sosa se debe calentar. La temperatura de salida de la sosa es de  $52.77^\circ\text{C}$ . Seguidamente los reactivos se introducen en el reactor donde se lleva a cabo la reacción.

#### 9.2.5.2. Proceso de reacción y separación de los productos

El reactor de precipitación trabaja a presión atmosférica y a una temperatura constante de  $60^\circ\text{C}$ . Debido a que la disolución del  $\text{FeCl}_3$  y formación de  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  es un proceso exotérmico, se instala un sistema de refrigeración de media caña en el reactor, que absorbe el calor de reacción generado. El fluido refrigerante que se utiliza es agua de torre con un salto térmico de  $15^\circ\text{C}$  (de  $25^\circ\text{C}$  a  $40^\circ\text{C}$ ). Aunque el tiempo de reacción de precipitación es muy corto (3-5 minutos), el tiempo de residencia del reactor es de 30 minutos para asegurar que todo el  $\text{FeCl}_3$  se precipita.

El producto que se obtiene entra a una centrífuga de tambor y disco rotativo para eliminar el  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  del líquido. El líquido restante (una mezcla bifásica de diclorobenceno y salmuera) se separan mediante un separador gravitacional horizontal que trabaja a presión atmosférica y  $60^\circ\text{C}$ . El fluido ligero (la salmuera) es enfriado a  $26^\circ\text{C}$  y se almacena en el área 800 para su venta. El fluido pesado (los orgánicos) se calienta hasta  $130^\circ\text{C}$  en el intercambiador E-502 con vapor a 3 bares y se envía otra vez al proceso, concretamente al área 700.

### **9.2.6. Área 600. Tratamiento de gases**

Esta área se encarga de tratar todos los gases generados en la planta. Los gases a tratar provienen de la reacción de cloración y los venteos de seguridad de los equipos. El tratamiento de gases se divide en dos procesos principales: tratamiento del HCl y tratamiento de COV.

#### **9.2.6.1. Tratamiento de HCl**

El primer tratamiento que recibe el gas de proceso es la eliminación y la recuperación de los orgánicos que se han evaporizado en el proceso de reacción y en el proceso de tratamiento primario. Este proceso se lleva a cabo en dos equipos. Primero se realiza una absorción de orgánicos con un caudal de MCB y DCB procedente del área 700 i después una condensación parcial.

Para mejorar la eficiencia de absorción de los orgánicos volátiles (COV), se enfría el gas hasta 38.00°C mediante el intercambiador E-601, usando agua de torre con un salto térmico de 15°C (de 25°C a 40°C). La absorción de orgánicos (CA-601) se realiza a una presión de 2.4 bares y una relación L/G de 0.44.

El gas que sale de la columna CA-601 se expande hasta una presión de 1.01 bares y pasa por el intercambiador E-602, enfriando los gases hasta 25°C realizando una condensación parcial. El fluido térmico utilizado es agua de torre con un salto térmico de 15°C.

La mezcla de gas y líquido se separa con el separador PS-601. Los orgánicos que se absorben en la columna CA-601 y los condensados que proceden del separador PS-601 se envían en el área 400 antes de la evaporación parcial.

Una vez se ha eliminado la mayoría de orgánicos volátiles del corriente gas, se realiza la absorción isoterma del HCl con agua de gran calidad, para poder vender el HCl como producto acuoso. Dicha absorción se lleva a cabo en una columna de absorción de pared húmeda asociado a un *tail scrubber*. La presión y temperatura de operación son de 1.01 bares y 51°C respectivamente.

Es importante tener en cuenta que la absorción de HCl es altamente exotérmica, por lo tanto es necesario la instalación de un sistema de refrigeración en la columna de absorción. El fluido refrigerante es agua de torre con un salto térmico de 15°C (de 25°C a 40°C). El modo de operación de la columna es en co-corriente, para evitar la inundación de la columna. En la absorción del HCl se consume 3.28 m<sup>3</sup>/h de agua de gran calidad.

Se obtiene HCl acuoso con una concentración del 32% en peso. Este corriente de líquido se envía a un separador líquido-líquido (PS-602A/B) para eliminar las impurezas de orgánicos que pueda obtener. Finalmente el HCl se enfría a 26°C con el intercambiador E-603 usando agua de torre con un salto térmico de 15°C (de 25°C a 40°C). La refrigeración se realiza para evitar accidentes por quemaduras en la descarga del producto.

#### 9.2.6.2. Tratamiento de COV

El gas que sale de la absorción con agua está compuesto por orgánicos volátiles y trazas de cloro no reaccionado. Por lo tanto el sistema de tratamiento de COV está compuesto por dos procesos diferentes.

El primer proceso es la absorción del cloro con sosa cáustica mediante un *scrubber* venturi, con una eficiencia del 99.99%. En este equipo se consume 177Kg/h de sosa cáustica con una concentración del 30% en masa.

El segundo proceso es la oxidación térmica de los orgánicos volátiles mediante un reactor térmico. Para llevar a cabo la oxidación con éxito se introduce aire en exceso (concretamente un caudal de  $100 \text{ m}^3/\text{h}$ ) y se calienta hasta una temperatura de  $1000 - 1300^\circ\text{C}$ . La calefacción se realiza mediante resistencias eléctricas. Los gases que se obtienen no son tóxicos y se pueden liberar a la atmosfera por la chimenea.

#### **9.2.7. Área 700. Purificación del producto**

Esta área es esencial para obtener el clorobenceno comercial, es decir, con una pureza del 99.70% másico. Esta área está compuesta por dos columnas de destilación. La primera permite la separación y recirculación del benceno no reaccionado y la segunda columna permite obtener la pureza comercial del clorobenceno.

##### **9.2.7.1. Separación y recirculación del benceno**

La primera columna de destilación (CD-701) trabaja a presión atmosférica y una relación de reflujo de 0.72. Las temperaturas del destilado y del rebóiler son de  $44.28^\circ\text{C}$  y  $131.40^\circ\text{C}$  respectivamente.

Para garantizar que la recuperación del benceno se realiza con éxito de forma continuada, en la columna y en los equipos anexos se instalan lazos de control de temperatura, presión y nivel.

El condensador trabaja con agua de torre con un salto térmico de  $15^\circ\text{C}$  (de  $25^\circ\text{C}$  a  $40^\circ\text{C}$ ) y el rebóiler con vapor a 11 bares. El corriente de residuos (clorobenceno y diclorobenceno mayoritariamente) se envía a la columna de destilación CD-702 para obtener el clorobenceno comercial. El corriente de destilado (benceno con trazas de ácido clorhídrico) se impulsan hacia el área 300 para su aprovechamiento.

Justo en la salida de la primera columna, se mezcla el corriente residuo de la columna CD-701 con los orgánicos del área 500 con el mezclador estático MS-702. Seguidamente se divide el caudal de orgánicos de salida del mezclador. Un 30% del caudal se envía hacia el área 600 para que sea usado como líquido absorbente en la columna CA-601. El restante (un 70%) se dirige hacia la columna CD-702.

#### 9.2.7.2. Purificación del clorobenceno

La segunda columna de destilación (CD-702) trabaja a presión atmosférica y una relación de reflujo de 1.50. Las temperaturas del destilado y del rebóiler son de 131.0°C y 173.8°C respectivamente.

Para garantizar que la purificación del producto se realiza con éxito de forma continuada, en la columna y en los equipos anexos se instalan lazos de control de temperatura, presión y nivel.

El condensador trabaja con agua de torre con un salto térmico de 15°C (de 25°C a 40°C) y el rebóiler con vapor a 11 bares. El corriente de residuos (diclorobenceno con trazas de clorobenceno) se envía hacia el área 800 para realizar la cristalización del p-DCB. El corriente de destilado (clorobenceno comercial) se enfría a 26°C mediante el intercambiador E-702 para evitar accidentes por quemaduras en la descarga y se envía al área 800 para su almacenaje y descarga.

#### 9.2.8. Área 800. Almacenaje de los productos

En esta área se almacenan los productos de la planta de producción de clorobenceno. Todos los productos se almacenan a presión atmosférica y a temperatura ambiente.

La carga de producto se lleva a cabo de forma automática. Siempre se llena un tanque a la vez. Cuando el nivel de producto de dicho tanque llega al nivel superior, da un aviso a control, se cierra la válvula de control y se realiza la carga en otro tanque que no esté lleno.



La descarga se lleva a cabo desde el control mediante una serie de válvulas automáticas que permiten la descarga del tanque. Dichas válvulas estarán programadas de forma de que si se llega al nivel mínimo de líquido, se cierre automáticamente, dando un aviso al operario de control, abriendo la válvula de un tanque que esté lleno o por encima del nivel mínimo.

El almacenaje del DCB es distinto. Se debe tener en cuenta que a 50-53°C el isómero “para” cristaliza. Por lo tanto hay dos opciones: almacenar y transportar el DCB a una temperatura superior a 55°C o realizar una cristalización. Lógicamente se realiza la opción viable, la cristalización.

El proceso de almacenaje del DCB empieza por una cristalización en discontinuo por refrigeración. Para llevar a cabo este proceso de forma continua se instalan dos cristalizadores de refrigeración agitados (*cooler crystallizer*) en paralelo. Mientras uno se carga el otro lleva a cabo la cristalización y la descarga del producto.

El ciclo del proceso se realiza en 60 minutos: 30 minutos para cargar el cristalizador, 20 minutos para enfriar de 173.80 hasta 36°C la mezcla y 10 minutos para la descarga. El fluido refrigerante utilizado es agua de torre con un salto térmico de 15°C (de 25°C a 40°C). Estos ciclos se llevan de forma automática mediante un lazo de control. El cristalizador se llena hasta en nivel máximo de líquido (cuando el serpentín está completamente cubierto de DCB). Una vez se llena el cristalizador, empieza el proceso de refrigeración y la válvula de 3 vías cambia de posición, llenando el otro cristalizador. Cuando han transcurrido los 20 minutos y la temperatura del DCB es inferior a 40°C se abre la válvula automática de salida del cristalizador hasta vaciarlo completamente. Es importante que la agitación sea lenta, ya que los cristales pueden erosionar el interior del cristalizador (15 – 20 rpm).

El resultado de la cristalización es un corriente con un 80% de p-DCB cristalino y un 20% de o-DBC y trazas de MCB en estado líquido. Para realizar su separación se utiliza un tamiz vibratorio con una malla metálica que permite el paso del líquido pero no del sólido.

El líquido es enviado al tanque de almacenaje T-812. Este es tratado como un residuo y tiene dos salidas. Puede enviar-se a la depuradora para que sea tratado en el proceso Fenton o que se envíe a tratamiento externo (en caso que la depuradora no funcionase).

El sólido, antes de almacenarse en los silos, se debe eliminar las trazas de o-DCB líquido. Para eso se utiliza un secador rotatorio con aire caliente asociado a un ciclón para tratar el aire de salida. Es importante que el aire no sobrepase de los 45°C, ya que a 53°C el p-DCB se vuelve líquido.

Se instalan dos silos de almacenaje. Igual que en los tanques de almacenaje, solo se llena un silo a la vez. Cuando el nivel de sólido llega al nivel máximo, se cierra la válvula de guillotina de entrada (dando un aviso a la sala de control) y se llena el otro tanque.