

# SynPhos

## PLANTA DE PRODUCCIÓN DE FOSGENO

PROYECTO DE FIN DE GRADO

INGENIERÍA QUÍMICA

Jaume Beà Galvez  
Héctor Cazorla Orpí  
Carles Lapeña March  
Ainara López Agudo  
Germán Vegas Montoya

TUTOR:  
Oscar Guerrero Sodric

Febrero 2025

**UAB**  
Universitat Autònoma  
de Barcelona

Enginyeria  
**UAB**







# SynPhos

## PLANTA DE PRODUCCIÓN DE FOSGENO

PROYECTO DE FIN DE GRADO

INGENIERÍA QUÍMICA

### CAPÍTULO 2: EQUIPOS DE PLANTA

**UAB**  
Universitat Autònoma  
de Barcelona

Enginyeria  
**UAB**



## Índice

2.1. Introducción y nomenclatura .....	3
2.2. Descripción de los equipos .....	4
2.2.1. Reactor .....	4
2.2.2. Vaporizador .....	6
2.2.3. Condensador .....	7
2.2.4. Intercambiador de calor .....	7
2.2.5. Scrubber (Absorción).....	8
2.2.6. Mezcladores en línea.....	8
2.2.7. Expansores.....	9
2.2.8. Compresores.....	9
2.2.9. Taques de mezcla .....	9
2.2.10. Tanques de almacenamiento .....	10
2.2.11. Caldera de vapor .....	10
2.2.12. Sistemas de refrigeración con R-717.....	10
2.2.13. Torres de refrigeración .....	11
2.2.14. Descalcificadores .....	11
2.3. Listado de equipos .....	12
2.3.1. Área 100 .....	12
2.3.2. Área 200 .....	12
2.3.3. Área 300 .....	13
2.3.4. Área 500 .....	13
2.4. Hojas de especificaciones .....	14
2.4.1. Reactores multitubulares .....	14
2.4.2. Vaporizadores.....	16
2.4.3. Condensadores .....	18
2.4.4. Intercambiadores de calor .....	20
2.4.5. Scrubbers (Absorbedores) .....	26
2.4.6. Mezcladores en línea.....	28

2.4.7. Expansores .....	32
2.4.8. Compresores .....	33
2.4.9. Tanques mezcladores .....	35
2.4.10. Tanques de H <sub>2</sub> O .....	39
2.4.11. Depósitos de NaOH al 25% .....	41
2.4.12. Tanques de sales sódicas .....	43
2.4.13. Caldera de vapor .....	47
2.4.14. Sistemas de refrigeración de amoníaco (R-717) .....	48
2.4.15. Torres de refrigeración .....	50
2.4.16. Descalcificadores .....	52
2.5 Bibliografía.....	57

## 2.1. Introducción y nomenclatura

Durante el diseño de la planta para la producción de fosgeno de SynPhos, la elección y el diseño de los equipos es un aspecto muy importante si se quiere garantizar cierto nivel de eficacia, seguridad y rentabilidad en el proceso. Todo el proceso industrial de un conjunto de equipos especializados que trabajen de forma coordinada para obtener el producto final deseado.

En este apartado se muestran de forma detallada los equipos esenciales en cada etapa de producción del fosgeno, desde la entrada del cloro y del monóxido de carbono, hasta la condensación del fosgeno y pasando a su vez por la purificación y recirculación del monóxido de carbono que entra en exceso. En este apartado se mostrarán las especificaciones técnicas, las funciones e integración de cada equipo en cada tramo de producción, al mismo tiempo que se exponen los criterios de diseño que aseguren los cumplimientos de los estándares industriales al mismo tiempo que los ambientales.

En la *Tabla 2.1* se muestra un listado de los equipos empleados en el proceso de producción de fosgeno, juntamente con su abreviatura correspondiente.

**Tabla 2.1:** Listado de equipos utilizados en SynPhos.

EQUIPO	ABREVIATURA
Reactor	R
Condensador	C
Vaporizador	V
Scrubber	SC
Intercambiador de calor	HE
Expansor	E
Compresor	GC
Mezclador en línea	M
Caldera de vapor	K
Torre de refrigeración	TR
Tanque de mezcla	TM
Tanque de almacenaje	TA
Sistema de refrigeración de R-717	SR
Descalcificador	D

También se ha realizado una nomenclatura para identificar todos los fluidos y mezclas que participan en el proceso de producción de fosgeno, estos se encuentran representados en la Tabla 2.2.

**Tabla 2.2:** Identificación de las sustancias y mezclas utilizadas en SynPhos.

Código	Compuesto	Código	Mezcla
C1	Monóxido de carbono	M1	C1, C2
C2	Cloro	M2	C1, C2, C3, C4, C5
C3	Fosgeno		
C4	Dióxido de carbono		
C5	Tetracloruro de carbono		
C6	Amoníaco (R-717)		
C7	Agua		
C8	Vapor de agua		
C9	Gas natural		
C10	NaOH acuoso		
C11	Sales sódicas		

La enumeración de los equipos en la planta se ha hecho de acuerdo con el modelo expuesto abajo:

XX-YYZZ

Donde:

- XX es la abreviatura del equipo que aparece en la *Tabla 2.1*.
- YY es el numero de la zona donde se encuentra el equipo en cuestión.
- ZZ es el número del equipo en cuestión para poder ser diferenciado de otros equipos de la misma tipología.

## 2.2. Descripción de los equipos

### 2.2.1. Reactor

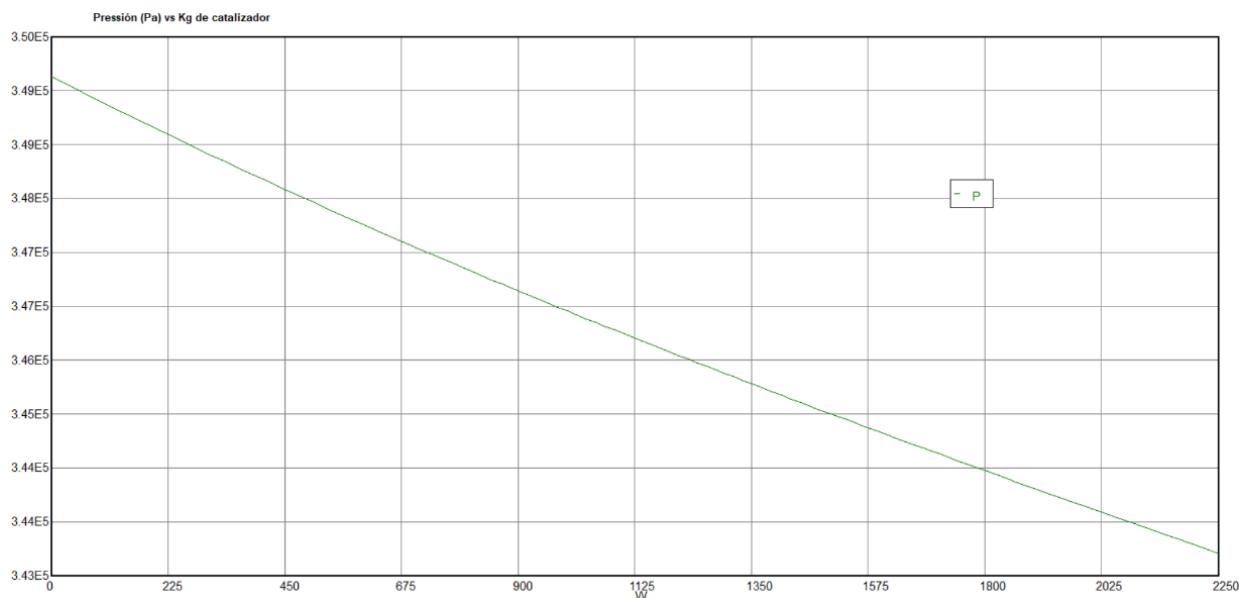
El reactor se puede considerar el componente más importante dentro de una industria química, puesto que en el se produce la sustancia que se presente comercializar, que en el caso de SynPhos es el fosgeno. En este equipo se produce la síntesis del fosgeno a partir del cloro ( $\text{Cl}_2$ ) y el monóxido de carbono (CO) en presencia de carbón activo que actúa como catalizador heterogéneo, bajo condiciones de presión y temperatura controladas.

El reactor multitubular que SynPhos utiliza es un cilindro metálico de 6 metros de longitud a alta presión, fabricado con materiales resistentes a la corrosión y las altas temperaturas como es el caso del acero inoxidable.

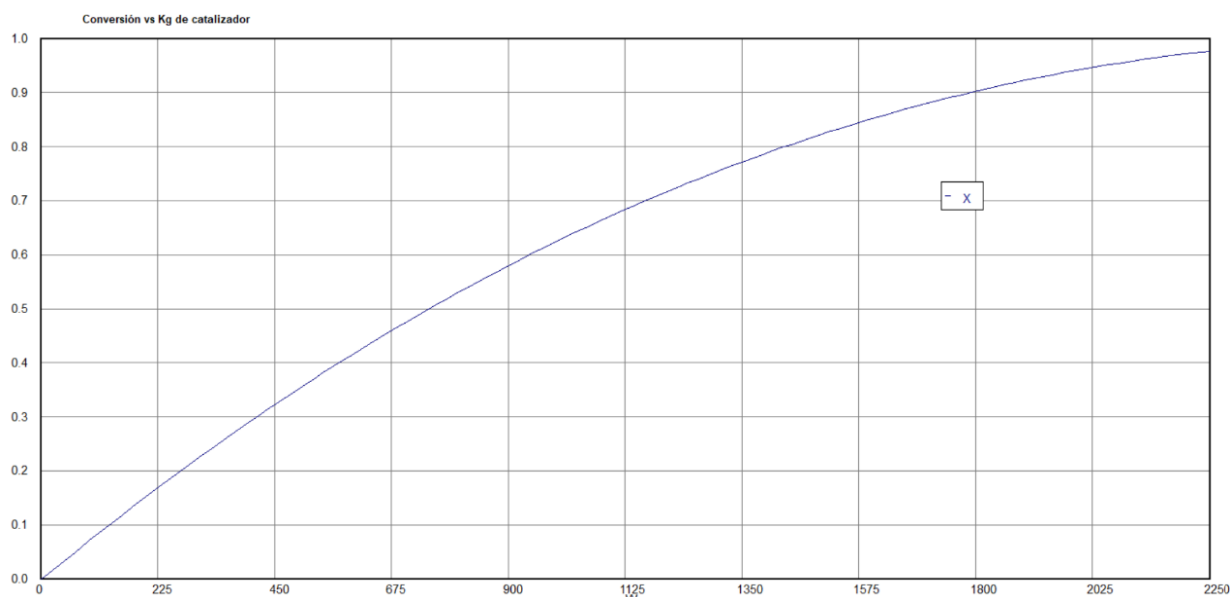
El reactor se compone de una carcasa por donde circula el líquido refrigerante y por un conjunto de tubos posicionados de forma horizontal al eje axial del reactor, en estos circulan los reactivos que al entrar en contacto con el carbón activo también presente en el interior de los tubos estos se convertirán en fosgeno.



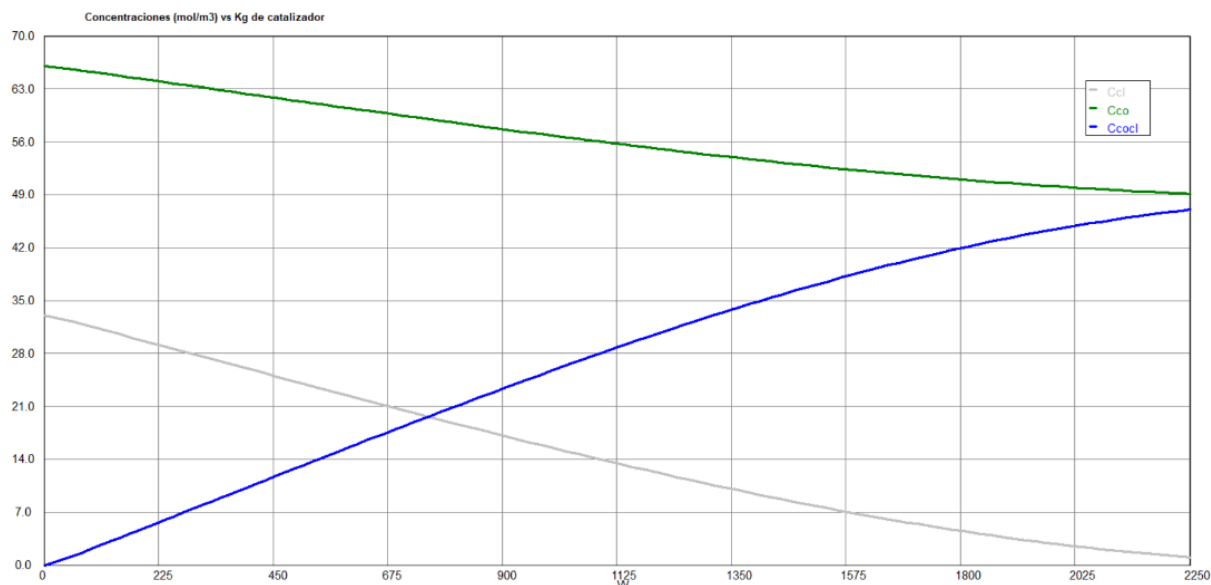
A continuación, se muestran tres figuras que muestran la caída de presión en la *Figura 2.1*, el grado de conversión del reactor en función de la masa de catalizador *Figura 2.2* y el perfil de las concentraciones en función de la masa de catalizador:



**Figura 2.1:** Pérdida de presión en el reactor



**Figura 2.2:** Perfil de la conversión en función del volumen de catalizador



**Figura 2.3:** Perfil de las concentraciones de CO, Cl<sub>2</sub> y COCl<sub>2</sub> en función de la masa de catalizador

Como se observa en la *Figura 2.1*, las pérdidas de presión a lo largo del reactor aumentan progresivamente; sin embargo, siguen siendo muy bajas. En cuanto al grado de conversión, observando la *Figura 2.2*, a partir de los 1800 kg de catalizador se alcanza un 90%. No obstante, en este caso se ha buscado una conversión del 98% con el objetivo de maximizar la concentración de fosgeno en la corriente de salida, minimizando al mismo tiempo el consumo de catalizador.

En la *Figura 2.3* se observa que la concentración de fosgeno es significativamente mayor en comparación con la de cloro, pero muy similar a la del monóxido de carbono. Esto se debe a que el proceso ha sido diseñado con un exceso de monóxido de carbono en una proporción de 2:1 respecto al cloro.

Cabe destacar que en este perfil no se presentan concentraciones de impurezas, debido a la falta de datos sobre sus modelos cinéticos en este proceso. No obstante, se ha estimado que las impurezas representan aproximadamente un 0,1% en peso en la corriente de salida del reactor.

### 2.2.2. Vaporizador

El vaporizador es un elemento que como su nombre indica convierte a gas un flujo que inicialmente está en estado líquido, en esencia se puede considerar un vaporizador como un intercambiador de calor puesto que su estructura y funcionamiento son prácticamente idénticos. En el proceso de fabricación de fosgeno de SynPhos se usan 2 vaporizadores verticales de bayoneta (V-101, V-102), que según la empresa *Armstrong Chemtec Group* es el modelo más apto para vaporizar cloro<sup>[1]</sup> por cada línea de producción. Con la finalidad de convertir el cloro entrante que se encuentra en estado líquido a cloro gaseoso, para provocar el cambio de fase en el cloro los vaporizadores serán alimentados con vapor de caldera (K-501) para la puesta en marcha y vapor procedente del reactor (R-201, R-202) para el funcionamiento en continuo. Para este proyecto se han dimensionado los

parámetros de los vaporizadores como si estos fueran intercambiadores de calor, por las razones mencionadas al principio de este apartado.

### 2.2.3. Condensador

El condensador es un equipo que tiene como función la condensación de un flujo en estado gaseoso aplicando una reducción de temperatura, provocando que el flujo a condensar llegue a su punto de burbuja y este pase a fase líquida. El funcionamiento de un condensador es muy parecido al de un intercambiador de calor, puesto que se produce un cruce de temperaturas entre dos fluidos, por este motivo se han dimensionado los condensadores presentes en este proceso con los parámetros característicos de los intercambiadores de calor. La función principal del condensador en el proceso de SynPhos (C-201, C-202) es la de condensar el fosgeno presente en el corriente de salida del reactor multitubular (R-201, R-202) para así separarlo del resto de impurezas presentes en el mismo flujo.

El corriente de entrada al condensador (C-201, C-202) por la parte de la carcasa donde entra en contacto con los tubos por donde circula amoníaco en estado líquido (SR-501, SR-502) que se encuentra a  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Por la ley de Fourier el corriente que circula por la carcasa se enfriará, mientras que el amoníaco presente en los tubos se calentará, provocando que la gran mayoría del fosgeno condense y pase a fase líquida, mientras que el resto de componentes que tengan un punto de rocío inferior sigan en estado gaseoso.

Por la parte de condensable del condensador sale el fosgeno líquido con pequeñas porciones de otros componentes como el tetracloruro de carbono y gases disueltos, mientras que por la parte de incondensables sale un corriente mayoritariamente compuesto de monóxido de carbono con pequeñas cantidades de fosgeno y otras impurezas como el cloro o el dióxido de carbono.

El corriente condensado que en su gran mayoría es fosgeno y es el producto de SynPhos se bombea a otra planta para la producción de MDI. Mientras que el corriente de no condensados es dirigido al área 300 para eliminar las impurezas y el fosgeno presente.

### 2.2.4. Intercambiador de calor

Los intercambiadores de calor son equipos que provocan una transmisión de calor y por consiguiente una variación de temperatura entre 2 fluidos. En el proceso de SynPhos se usan intercambiadores de calor en diferentes etapas.

En el área 100 se usan 2 equipos diferentes de intercambiadores de calor, el primer intercambiador (HE-101, HE-102) tiene como función calentar el CO entrante en el proceso durante la puesta en marcha mediante vapor de agua procedente de la caldera (K-501) que a su vez también aporta calor al vaporizador (V-101, V-102).

El segundo intercambiador (HE-103, HE-104) tiene la función de calentar la mezcla de CO y  $\text{Cl}_2$  procedente del mezclador (M-101) alimentado por vapor de caldera, para que la mezcla de gases alcance la temperatura de  $150^{\circ}\text{C}$  antes de entrar en el reactor (R-201, R-202)

En el área 300 se usa un equipo de intercambiador (HE-301, HE-302) que tiene la función de calentar los gases no condensables procedentes del condensador (C-201, C-202) para que entren al *scrubber* (SC-301, SC-302) en las condiciones óptimas. Este intercambiador es alimentado con vapor procedente del intercambiador HE-103, HE-104.

### 2.2.5. Scrubber (Absorción)

Un scrubber es un equipo donde su objetivo principal es la limpieza de corrientes gaseosas, es decir la eliminación de contaminantes presentes en una corriente mediante una reacción química.

En el proceso de SynPhos se usa un Scrubber alcalino (SC-301, SC-302), para tratar los gases incondensables procedentes del intercambiador de calor HE-301, HE-302.

Por la parte baja del Scrubber entra el corriente de gases a depurar, mientras que por la parte superior entra un corriente de NaOH acuoso al 25%. En corriente de incondensables está compuesto principalmente por CO, con pequeñas concentraciones de  $\text{COCl}_2$ ,  $\text{CO}_2$  y  $\text{Cl}_2$ , los tres últimos compuestos en contacto con el agua presente en la solución acuosa reaccionarán produciendo HCl y  $\text{H}_2\text{CO}_3$ .

El HCl y el  $\text{H}_2\text{CO}_3$  tienen un carácter ácido, por lo tanto reaccionarán con el NaOH presente en el agua para así acabar produciendo NaCl,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  y agua, las sales sódicas disueltas son recogidas por la parte inferior del scrubber para ser almacenadas en los tanques (TA-303, TA-304, TA-305, TA-306).

El CO que en su gran mayoría no reacciona, es recogido por la parte superior del scrubber para ser recirculado y mezclado con el CO fresco.

### 2.2.6. Mezcladores en línea

Los mezcladores en línea son los equipos encargados de adecuar las materias primas a las condiciones de operación del reactor. Permiten la mezcla de diferentes corrientes sin alterar las velocidades.

Los mezcladores en línea utilizados en SynPhos son necesarios para la combinación de monóxido de carbono (CO) y cloro ( $\text{Cl}_2$ ) en fase gaseosa antes de la entrada al reactor. Son equipos fundamentales para garantizar una reacción eficiente y segura. Su diseño permite obtener una mezcla homogénea de ambos reactivos, lo que es crucial para mantener un perfil de reacción uniforme dentro del reactor.

Estos mezcladores operan bajo principios de turbulencia controlada, utilizando elementos internos que generan vórtices y promueven una dispersión efectiva de los gases.

La necesidad de un mezclador en línea es debida a la naturaleza de los reactivos. Tanto el monóxido de carbono como el cloro presentan diferencias en densidad y velocidad de flujo al ingresar al sistema. Si no se mezclan de manera adecuada antes del reactor, pueden generarse zonas de concentración irregular que afecten la estequiometría de la reacción y comprometan la seguridad del proceso.

### 2.2.7. Expansores

Los expansores son equipos que permiten la expansión de un gas a alta presión a través de un conjunto de álabes rotatorios, diseñados para convertir la energía cinética del gas en movimiento rotacional del eje de la turbina. Durante este proceso, el gas experimenta una disminución significativa en su presión y temperatura, lo que incrementa la velocidad del flujo y potencia la rotación del eje.

Los equipos expansores utilizados en SynPhos (E-201 y E-202) tienen un papel clave, ya que son utilizados para reducir la presión del gas antes del condensador, con el fin de que la presión de salida de los gases del equipo no sea demasiado elevada, haciendo incompatible el trabajo realizado por el scrubber. Si quisiéramos reducir la presión de esta corriente sin instalar el expansor previamente, la temperatura bajaría tanto que se generarían condensados dentro del propio equipo. Para evitar este fenómeno, se ha utilizado este expansor, que cumple con el papel de modificar la presión y enfriar el corriente, lo que permite obtener un mayor rendimiento con el mismo caudal de refrigerante en el condensador.

### 2.2.8. Compresores

Los compresores son equipos mecánicos diseñados para aumentar la presión de un gas mientras reducen su volumen. Son dispositivos **fundamentales** ya que permiten desplazar el aire comprimido por el sistema de válvulas neumáticas y hacerlas funcionar de manera remota.

Los compresores utilizados en SynPhos (CA-501 y CA-502; CG-201 y CG-202) desempeñan dos papeles **cruciales** en el proceso productivo. En primer lugar, son esenciales en el funcionamiento de las válvulas neumáticas, suministrando el aire comprimido que hacen funcionar el actuador. Por otro lado, son los encargados de hacer circular los gases resultantes de la reacción de síntesis del fosgeno en la salida de los condensadores.

### 2.2.9. Taques de mezcla

Los tanques de mezcla de NaOH y agua descalcificada son un equipo **esencial** en el proceso de gestión de gases, donde se requiere una disolución alcalina para la neutralización de gases. Este sistema está diseñado para preparar y mantener homogénea una solución de hidróxido de sodio en concentraciones específicas, asegurando un rendimiento eficiente en su aplicación.

El tanque, fabricado en acero inoxidable con recubrimiento de resina Epoxi, recibe primero el agua descalcificada, cuya función es minimizar la formación de incrustaciones y mejorar la solubilidad del NaOH. A continuación, el hidróxido de sodio en forma de escamas o solución concentrada es dosificado en el tanque mediante un sistema de alimentación controlado, ya sea por bombas dosificadoras o mediante tolvas en sistemas manuales.

Para garantizar una mezcla uniforme, el tanque está equipado con un agitador mecánico de hélices. Una vez preparada la solución, esta es conducida a través de tuberías resistentes a la corrosión hacia el sistema de neutralización de gases.



### **2.2.10. Tanques de almacenamiento**

Los tanques de almacenamiento o depósitos son un muy comunes en las plantas químicas, estos depósitos permiten almacenar diversas sustancias químicas durante largos periodos de uso. En el proceso de SynPhos para producir fosgeno se emplean diversos depósitos en el área 300, donde se requiere el almacenaje de diversas sustancias químicas.

Los depósitos que almacenan el agua descalcificada (TA-307, TA-308) los cuales reciben el agua procedente de los descalcificadores (D-301, D-302) para a su vez alimentar a los tanques de mezcla (TM-301, TM-302, TM-303, TM-304).

Los tanques que almacenan el NaOH al 25% (TA-301, TA-302) los cuales reciben la solución básica de los tanques mezcladores (TM-301, TM-302, TM-303, TM-304 y a su vez alimentan el scrubber alcalino (SC-301, SC-302).

Los tanques que almacenan sales sódicas (TA-303, TA-304, TA-305, TA-306) procedentes del scrubber alcalino (SC-301, SC-302), donde son almacenadas para ser recogidas y gestionadas de forma externa.

### **2.2.11. Caldera de vapor**

Las calderas son el principal equipo que provee a las plantas con vapor. Esta complicada instalación suele tener muchos controladores, sensores y alarmas debido al peligro que supone por el trabajo constante a altas presiones y temperaturas.

En la planta se dispone de una sola caldera, la K-501, que da servicio a los vaporizadores V-101 y V-102, donde el vapor resultante acabará dirigiéndose a los intercambiadores de calor HE-301 y HE-302.

Las calderas funcionan mediante el uso de un quemador que provocará la combustión del gas natural. Este suceso calentará agua que entrará en otra cámara y debido a la presión y las altas temperaturas darán lugar a grandes cantidades de vapor útil para calentar cualquier parte del proceso. Es importante denotar que el agua de retorno debe estar libre de gases disueltos antes de ingresar nuevamente a la caldera, ya que la presencia de estos puede generar cavitación y daños en las paredes internas. Esto es debido a que la formación de burbujas de gas puede provocar fenómenos de erosión y corrosión en las superficies internas de la caldera, reduciendo su vida útil.

### **2.2.12. Sistemas de refrigeración con R-717**

Los sistemas de refrigeración son instalaciones muy utilizadas para dar red de frío. El sistema funciona con un ciclo de compresión de vapor, donde el refrigerante se evapora a baja presión absorbiendo calor del proceso, luego es comprimido, condensado y expandido nuevamente para repetir el ciclo.

El refrigerante escogido en este caso es el amoníaco, esto es debido a su bajo impacto medioambiental y su gran eficiencia como refrigerante.

En la planta se dispone de dos sistemas de refrigeración, el SR-501 y el SR-502, que dan servicio a los condensadores del área 200 que obtienen un caudal líquido de fosgeno.

#### **2.2.13. Torres de refrigeración**

Los sistemas de refrigeración son instalaciones muy utilizadas para dar red de frío. El sistema funciona con un ciclo de compresión de vapor, donde el refrigerante se evapora a baja presión absorbiendo calor del proceso, luego es comprimido, condensado y expandido nuevamente para repetir el ciclo.

El refrigerante escogido en este caso es el amoníaco, esto es debido a su bajo impacto medioambiental y su gran eficiencia como refrigerante.

En la planta se dispone de dos sistemas de refrigeración, el SR-501 y el SR-502, que dan servicio a los condensadores del área 200 que obtienen un caudal líquido de fosgeno.

#### **2.2.14. Descalcificadores**

En la planta de producción de fosgeno de SynPhos se usa el agua de red tanto en procesos de refrigeración, como para la creación de disoluciones. Pero el agua de red del municipio de Tarragona posee una gran dureza (400 mg/l), y esa dureza puede provocar una gran cantidad de incrustaciones en los diferentes equipos presentes en la planta, por lo tanto, es necesaria la eliminación de esta dureza mediante el uso de descalcificadores que evitan la incrustación de la cal en los diferentes equipos.

En el proceso se usan descalcificadores para alimentar la caldera (D-501) y para alimentar con agua descalcificada los tanques de mezcla (D-301, D-302).

## 2.3. Listado de equipos

### 2.3.1. Área 100

**Tabla 2.3:** Identificación de los equipos utilizados en el Área 100.

Listado de equipos	Área 100	Hoja 1 de 1	
		Fecha	17/01/2025
		Revisado	03/02/2025
Ítem	Equipo		
V-101	Vaporizador de cloro		
V-202	Vaporizador de cloro		
HE-101	Intercambiador de calor CO		
HE-102	Intercambiador de calor CO		
HE-103	Intercambiador de calor CO+Cl <sub>2</sub>		
HE-104	Intercambiador de calor CO+Cl <sub>2</sub>		
M-101	Mezclador en línea		
M-102	Mezclador en línea		
M-103	Mezclador en línea		
M-104	Mezclador en línea		

### 2.3.2. Área 200

**Tabla 2.4:** Identificación de los equipos utilizados en el Área 200.

Listado de equipos	Área 200	Hoja 1 de 1	
		Fecha	17/01/2025
		Revisado	03/02/2025
Ítem	Equipo		
R-201	Reactor		
R-202	Reactor		
E-201	Expansor		
E-202	Expansor		
C-201	Condensador		
C-202	Condensador		
CG-201	Compresor		
CG-202	Compresor		

### 2.3.3. Área 300

**Tabla 2.5:** Identificación de los equipos utilizados en el Área 300.

Listado de equipos	Área 300	Hoja 1 de 1	
		Data	17/01/2025
		Revisado	03/02/2025
Ítem	Equipo		
HE-301	Intercambiador de calor		
HE-302	Intercambiador de calor		
SC-301	Scrubber		
SC-302	Scrubber		
TA-301	Tanque de NaOH al 25%		
TA-302	Tanque d NaOH al 25%		
TA-303	Tanque sales sódicas		
TA-304	Tanque sales sódicas		
TA-305	Tanque sales sódicas		
TA-306	Tanque sales sódicas		
TA-307	Tanque H <sub>2</sub> O		
TA-308	Tanque H <sub>2</sub> O		
TM-301	Tanque mezclador NaOH + H <sub>2</sub> O		
TM-302	Tanque mezclador NaOH + H <sub>2</sub> O		
TM-303	Tanque mezclador NaOH + H <sub>2</sub> O		
TM-304	Tanque mezclador NaOH + H <sub>2</sub> O		
D-301	Descalcificador		
D-302	Descalcificador		

### 2.3.4. Área 500


**Tabla 2.6:** Identificación de los equipos utilizados en el Área 500.

Listado de equipos	Área 500	Hoja 1 de 1	
		Fecha	17/01/2025
		Revisado	03/02/2025
Ítem	Equipo		
TR-501	Torre de refrigeración		
TR-502	Torre de refrigeración		
K-501	Caldera de vapor		
SR-501	Sistema de refrigeración de R-717		
SR-502	Sistema de refrigeración de R-717		
D-501	Descalcificador		
D-502	Descalcificador		
D-503	Descalcificador		

## 2.4. Hojas de especificaciones


### 2.4.1. Reactores multitubulares

**Tabla 2.7:** Hoja de especificación del reactor multitubular R-201

	Planta de producción de fosgeno		Hoja 1 de 1	
	A-200			
	Ítem	R-201	Fecha	17/01/2025
	Localidad	Tarragona	Revisión	03/02/2025
DATOS GENERALES				
Denominación			Reactor multitubular	
Finalidad			Producción de fosgeno	
DATOS OPERACIONALES				
Fluidos			Tubos (M2) Carcasa (C7)	
Caudal masico (Kg/h)			24595	
Caudal volumétrico (m³/h)			3360	
Temperatura de operación (°C)			150	
Presión de operación (bar)			3,5	
Velocidad (m/s)			1,72	
Volumen útil (%)			73,33	
DATOS DE DISEÑO				
Disposición			Horizontal	
Volumen			12m³	
Diámetro interno			2106mm	
Área de intercambio			660	
Temperatura de diseño			215°C	
Presión de diseño			5,2bar	
Número de tubos			580	
Volumen catalizador			8,8m³	
Diámetro externo de los tubos (mm)			60	
Diámetro interno de los tubos (mm)			57	
Material			Acero inoxidable 316L	
DATOS DE LA REFRIGERACIÓN				
Fluido			C7	
Temperatura entrada/salida(°C)			25/100	
Caudal másico (kg/h)			74025	
Tipo de disposición			Contracorriente	




**Tabla 2.8:** Hoja de especificación reactor multitubular R-202


	Planta de producción de fosgeno		Hoja 1 de 1	
	A-200			
	Ítem	R-202	Fecha	17/01/2025
	Localidad	Tarragona	Revisión	03/02/2025
DATOS GENERALES				
Denominación			Reactor multitubular	
Finalidad			Producción de fosgeno	
DATOS OPERACIONALES				
Fluidos			Tubos (M2) Carcasa (C7)	
Caudal masico (Kg/h)			24595	
Caudal volumétrico (m³/h)			3360	
Temperatura de operación (°C)			150	
Presión de operación (bar)			3,5	
Velocidad (m/s)			1,72	
Volumen útil (%)			73,33	
DATOS DE DISEÑO				
Disposición			Horizontal	
Volumen			12m³	
Diámetro interno			2106mm	
Área de intercambio			660	
Temperatura de diseño			215°C	
Presión de diseño			5,2bar	
Número de tubos			580	
Volumen catalizador			8,8m³	
Diámetro externo de los tubos (mm)			60	
Diámetro interno de los tubos (mm)			57	
Material			Acero inoxidable 316L	
DATOS DE LA REFRIGERACIÓN				
Fluido			C7	
Temperatura entrada/salida(°C)			25/100	
Caudal másico (kg/h)			74025	
Tipo de disposición			Contracorriente	

## 2.4.2. Vaporizadores

**Tabla 2.9:** Hoja de especificaciones del vaporizador V-101.


 SynPhos	Planta de producción de fosgeno		Hoja 1 de 1	
	A-100			
	Ítem	V-101	Fecha	17/01/2025
	Localidad	Tarragona	Revisión	03/02/2025
DATOS GENERALES				
Denominación			Vaporizador	
Finalidad			Vaporizar el cloro líquido	
DATOS DE TUBOS				
Fluido			C7	
Caudal masico (Kg/h)			1050	
Temperatura entrada/salida (°C)			190/174	
Perdida de presión (kPa)			20	
Numero de tubos			160	
Longitud de los tubos (m)			6	
Diámetro externo de los tubos (mm)			20	
Espesor de los tubos (mm)			2	
Pitch de los tubos			25	
Disposición de los tubos			Triangular	
DATOS DE CARCASA				
Fluido			C2	
Caudal masico (Kg/h)			7757,1	
Temperatura entrada/salida (°C)			16,5/70	
Perdida de presión (kPa)			30	
Pasos por carcasa			2	
Diámetro (mm)			382	
DATOS DE DISEÑO				
Disposición			Vertical	
Área de intercambio (m²)			60,32	
UA (kJ/C-h)			16210	
TEMA			BEM	

**Tabla 2.10:** Hoja de especificaciones del vaporizador V-102.


 SynPhos	Planta de producción de fosgeno		Hoja 1 de 1	
	A-100			
	Ítem	V-102	Fecha	17/01/2025
	Localidad	Tarragona	Revisión	03/02/2025
DATOS GENERALES				
Denominación			Vaporizador	
Finalidad			Vaporizar el cloro líquido	
DATOS DE TUBOS				
Fluido			C7	
Caudal masico (Kg/h)			1050	
Temperatura entrada/salida (°C)			190/174	
Pérdida de presión (kPa)			20	
Numero de tubos			160	
Longitud de los tubos (m)			6	
Diámetro externo de los tubos (mm)			20	
Espesor de los tubos (mm)			2	
Pitch de los tubos			25	
Disposición de los tubos			Triangular	
DATOS DE CARCASA				
Fluido			C2	
Caudal masico (Kg/h)			7757,1	
Temperatura entrada/salida (°C)			16,5/70	
Pérdida de presión (kPa)			30	
Pasos por carcasa			2	
Diámetro (mm)			382	
DATOS DE DISEÑO				
Disposición			Vertical	
Área de intercambio (m²)			60,32	
UA (kJ/C-h)			16210	
TEMA			BEM	

### 2.4.3. Condensadores

**Tabla 2.11:** Hoja de especificaciones del condensador C-201.

	Planta de producción de fosgeno		Hoja 1 de 1	
	A-200			
	Ítem	C-201	Fecha	17/01/2025
	Localidad	Tarragona	Revisión	03/02/2025
DATOS GENERALES				
Denominación			Condensador	
Finalidad			Condensar el fosgeno presente	
DATOS DE TUBOS				
Fluido			C6	
Caudal masico (Kg/h)			3887	
Temperatura entrada/salida (°C)			-40/14	
Pérdida de presión (kPa)			20	
Numero de tubos			254	
Longitud de los tubos (m)			6	
Diámetro externo de los tubos (mm)			34	
Espesor de los tubos (mm)			2	
Pitch de los tubos			42,5	
Disposición de los tubos			Triangular	
DATOS DE CARCASA				
Fluido			M2	
Caudal masico (Kg/h)			20552	
Temperatura entrada/salida (°C)			86/-34,5	
Pérdida de presión (kPa)			-279	
Pasos por carcasa			1	
Diámetro (mm)			789,7	
DATOS DE DISEÑO				
Disposición			Horizontal	
Área de intercambio (m²)			162,8	
UA (kJ/C-h)			226300	


**Tabla 2.12:** Hoja de especificaciones del condensador C-202.

 SynPhos	Planta de producción de fosgeno		Hoja 1 de 1	
	A-200			
	Ítem	C-202	Fecha	17/01/2025
	Localidad	Tarragona	Revisión	03/02/2025
DATOS GENERALES				
Denominación			Condensador	
Finalidad			Condensar el fosgeno presente	
DATOS DE TUBOS				
Fluido			C6	
Caudal masico (Kg/h)			3887	
Temperatura entrada/salida (°C)			-40/14	
Pérdida de presión (kPa)			20	
Numero de tubos			254	
Longitud de los tubos (m)			6	
Diámetro externo de los tubos (mm)			34	
Espesor de los tubos (mm)			2	
Pitch de los tubos			42,5	
Disposición de los tubos			Triangular	
DATOS DE CARCASA				
Fluido			M2	
Caudal masico (Kg/h)			20552	
Temperatura entrada/salida (°C)			86/-34,5	
Pérdida de presión (kPa)			-279	
Pasos por carcasa			1	
Diámetro (mm)			789,7	
DATOS DE DISEÑO				
Disposición			Horizontal	
Área de intercambio (m²)			162,8	
UA (kJ/C-h)			226300	




#### 2.4.4. Intercambiadores de calor


**Tabla 2.13:** Hoja de especificaciones del intercambiador de calor HE-101.

	Planta de producción de fosgeno		Hoja 1 de 1	
	A-100			
	Ítem	HE-101	Fecha	17/01/2025
	Localidad	Tarragona	Revisión	03/02/2025
DATOS GENERALES				
Denominación			Intercambiador de calor	
Finalidad			Calentar el CO entrante	
DATOS DE TUBOS				
Fluido			C1	
Caudal masico (Kg/h)			6126,9	
Temperatura entrada/salida (°C)			45/174	
Pérdida de presión (kPa)			20	
Numero de tubos			76	
Longitud de los tubos (m)			3	
Diámetro externo de los tubos (mm)			16	
Espesor de los tubos (mm)			1	
Pitch de los tubos			20	
Disposición de los tubos			Triangular	
DATOS DE CARCASA				
Fluido			C7	
Caudal masico (Kg/h)			1050	
Temperatura entrada/salida (°C)			174/133,5	
Pérdida de presión (kPa)			30	
Pasos por carcasa			2	
Diámetro (mm)			222	
DATOS DE DISEÑO				
Disposición			Horizontal	
Área de intercambio (m²)			11,46	
UA (kJ/C-h)			2533	
TEMA			BEM	


**Tabla 2.14:** Hoja de especificaciones del intercambiador de calor HE-102.

 SynPhos	Planta de producción de fosgeno		Hoja 1 de 1	
	A-100			
	Ítem	HE-102	Fecha	17/01/2025
	Localidad	Tarragona	Revisión	03/02/2025
DATOS GENERALES				
Denominación			Intercambiador de calor	
Finalidad			Calentar el CO entrante	
DATOS DE TUBOS				
Fluido			C1	
Caudal masico (Kg/h)			6126,9	
Temperatura entrada/salida (°C)			45/174	
Pérdida de presión (kPa)			20	
Numero de tubos			76	
Longitud de los tubos (m)			3	
Diámetro externo de los tubos (mm)			16	
Espesor de los tubos (mm)			1	
Pitch de los tubos			20	
Disposición de los tubos			Triangular	
DATOS DE CARCASA				
Fluido			C7	
Caudal masico (Kg/h)			1050	
Temperatura entrada/salida (°C)			174/133,5	
Pérdida de presión (kPa)			30	
Pasos por carcasa			2	
Diámetro (mm)			222	
DATOS DE DISEÑO				
Disposición			Horizontal	
Área de intercambio (m²)			11,46	
UA (kJ/C-h)			2533	
TEMA			BEM	


**Tabla 2.15:** Hoja de especificaciones del intercambiador de calor HE-103.

 SynPhos	Planta de producción de fosgeno		Hoja 1 de 1	
	A-100			
	Ítem	HE-103	Fecha	17/01/2025
	Localidad	Tarragona	Revisión	03/02/2025
DATOS GENERALES				
Denominación			Intercambiador de calor	
Finalidad			Calentar la mezcla de CO y Cl <sub>2</sub>	
DATOS DE TUBOS				
Fluido				
Caudal masico (Kg/h)			13884	
Temperatura entrada/salida (°C)			138/150	
Perdida de presión (kPa)			20	
Numero de tubos			180	
Longitud de los tubos (m)			6	
Diámetro externo de los tubos (mm)			20	
Espesor de los tubos (mm)			2	
Pitch de los tubos			25	
Disposición de los tubos			Triangular	
DATOS DE CARCASA				
Fluido				
Caudal masico (Kg/h)			56	
Temperatura entrada/salida (°C)			190/174	
Perdida de presión (kPa)			20	
Pasos por carcasa			2	
Diámetro (mm)			403,9	
DATOS DE DISEÑO				
Disposición			Horizontal	
Área de intercambio (m²)			67,86	
UA (kJ/C-h)			3194	
TEMA			BEM	

**Tabla 2.16:** Hoja de especificaciones del intercambiador de calor HE-104.


	Planta de producción de fosgeno		Hoja 1 de 1	
	A-100			
	Ítem	HE-104	Fecha	17/01/2025
	Localidad	Tarragona	Revisión	03/02/2025
DATOS GENERALES				
Denominación			Intercambiador de calor	
Finalidad			Calentar la mezcla de CO y Cl <sub>2</sub>	
DATOS DE TUBOS				
Fluido			M1	
Caudal masico (Kg/h)			13884	
Temperatura entrada/salida (°C)			138/150	
Pérdida de presión (kPa)			20	
Numero de tubos			180	
Longitud de los tubos (m)			6	
Diámetro externo de los tubos (mm)			20	
Espesor de los tubos (mm)			2	
Pitch de los tubos			25	
Disposición de los tubos			Triangular	
DATOS DE CARCASA				
Fluido			C7	
Caudal masico (Kg/h)			56	
Temperatura entrada/salida (°C)			190/174	
Pérdida de presión (kPa)			20	
Pasos por carcasa			2	
Diámetro (mm)			403,9	
DATOS DE DISEÑO				
Disposición			Horizontal	
Área de intercambio (m²)			67,86	
UA (kJ/C-h)			3194	
TEMA			BEM	

**Tabla 2.17:** Hoja de especificaciones del intercambiador de calor HE-301.

 SynPhos	Planta de producción de fosgeno		Hoja 1 de 1	
	A-300			
	Ítem	HE-301	Fecha	17/01/2025
	Localidad	Tarragona	Revisión	03/02/2025
DATOS GENERALES				
Denominación			Intercambiador de calor	
Finalidad			Calentar los gases a depurar	
DATOS DE TUBOS				
Fluido			M1	
Caudal masico (Kg/h)			5280	
Temperatura entrada/salida (°C)			-34,5/40	
Pérdida de presión (kPa)			20	
Numero de tubos			100	
Longitud de los tubos (m)			6	
Diámetro externo de los tubos (mm)			20	
Espesor de los tubos (mm)			2	
Pitch de los tubos			25	
Disposición de los tubos			Triangular	
DATOS DE CARCASA				
Fluido			C7	
Caudal masico (Kg/h)			7500	
Temperatura entrada/salida (°C)			89,8/79,7	
Pérdida de presión (kPa)			20	
Pasos por carcasa			2	
Diámetro (mm)			307,5	
DATOS DE DISEÑO				
Disposición			Horizontal	
Área de intercambio (m²)			37,7	
UA (kJ/C-h)			5482	
TEMA			BEM	




**Tabla 2.18:** Hoja de especificaciones del intercambiador de calor HE-302.


 SynPhos	Planta de producción de fosgeno		Hoja 1 de 1	
	A-300			
	Ítem	HE-302	Fecha	17/01/2025
	Localidad	Tarragona	Revisión	03/02/2025
DATOS GENERALES				
Denominación			Intercambiador de calor	
Finalidad			Calentar los gases a depurar	
DATOS DE TUBOS				
Fluido			M1	
Caudal masico (Kg/h)			5280	
Temperatura entrada/salida (°C)			-34,5/40	
Pérdida de presión (kPa)			20	
Numero de tubos			100	
Longitud de los tubos (m)			6	
Diámetro externo de los tubos (mm)			20	
Espesor de los tubos (mm)			2	
Pitch de los tubos			25	
Disposición de los tubos			Triangular	
DATOS DE CARCASA				
Fluido			C7	
Caudal masico (Kg/h)			56	
Temperatura entrada/salida (°C)			89,8/79,7	
Pérdida de presión (kPa)			20	
Pasos por carcasa			2	
Diámetro (mm)			307,5	
DATOS DE DISEÑO				
Disposición			Horizontal	
Área de intercambio (m²)			37,7	
UA (kJ/C-h)			5482	
TEMA			BEM	

## 2.4.5. Scrubber (Absorbedores)

**Tabla 2.19:** Hoja de especificaciones de los Scrubber SC-301


<div> SynPhos</div>		HOJA ESPECIFICACIONES SCRUBBER	
		Planta	SynPhos
		Localización	TARRAGONA
Ítem	SC-301	Fecha	17/01/2025
		Revisión	03/02/2025
ESPECIFICACIONES DEL MODELO			
Condición		Mínima	Máxima
Rango de temperatura (°C)		30	60
Máxima presión de proceso (estática) (bar)		5	
Volumen del lecho (m3)		1,1	
Caudal máximo de aire (m3/h)		1700	
DATOS DE OPERACIÓN			
Temperatura (°C)		40	
Presión (bar)		0.9	
Caudal de gas (m3/h)		1255	
Caudal de líquido absorbente (l/h)		1517	
DATOS DE INSTALACIÓN			
Material		Polietileno de alta densidad (HDPE)	
Diámetro del depósito		52'' 1.320 mm	
Altura del depósito		60" 1525mm	
Volumen del depósito (l)		2086	
Diámetro del acoplamiento de entrada		10'' [USA] DN 200 mm [EU]	
Tensión/Fase/Frecuencia		230-460/3/60 [USA] 380/3/50 [EU]	
Potencia del motor		3 HP [USA] 1,5 kW [EU]	
OTRA INFORMACIÓN			
<div>Un drenaje con válvula de bola en la base del tambor</div> <div>Ventilador centrífugo montado en la tapa</div> <div>Motor TEFC [EE.UU.] o IP55 [UE] resistente a la intemperie</div> <div>Compuerta deslizante de salida [EE.UU.] o válvula de mariposa [UE] con rejilla anti pájaros para el ajuste del flujo de aire</div> <div>Conexión de acoplamiento flexible de entrada</div> <div>Un lecho de media con media de filtración química BION, disponible a granel y de saco de malla</div> <div>Motor antideflagrante [EEUU] o ATEX [UE]</div> <div>Adecuado para la instalación en el exterior</div>			

**Tabla 2.20:** Hoja de especificaciones de los Scrubber SC-302.


<div> SynPhos</div>		HOJA ESPECIFICACIONES SCRUBBER	
		Planta	SynPhos
		Localización	TARRAGONA
Ítem	SC-302	Fecha	17/01/2025
		Revisión	03/02/2025
ESPECIFICACIONES DEL MODELO			
Condición		Mínima	Máxima
Rango de temperatura (°C)		30	60
Máxima presión de proceso (estática) (bar)		5	
Volumen del lecho (m3)		1,1	
Caudal máximo de aire (m3/h)		1700	
DATOS DE OPERACIÓN			
Temperatura (°C)		40	
Presión (bar)		0.9	
Caudal de gas (m3/h)		1255	
Caudal de líquido absorbente (l/h)		1517	
DATOS DE INSTALACIÓN			
Material		Polietileno de alta densidad (HDPE)	
Diámetro del depósito		52'' 1.320 mm	
Altura del depósito		60" 1525mm	
Volumen del depósito (l)		2086	
Diámetro del acoplamiento de entrada		10'' [USA] DN 200 mm [EU]	
Tensión/Fase/Frecuencia		230-460/3/60 [USA] 380/3/50 [EU]	
Potencia del motor		3 HP [USA] 1,5 kW [EU]	
OTRA INFORMACIÓN			
<div><div>Un drenaje con válvula de bola en la base del tambor</div><div>Ventilador centrífugo montado en la tapa</div><div>Motor TEFC [EE.UU.] o IP55 [UE] resistente a la intemperie</div><div>Compuerta deslizante de salida [EE.UU.] o válvula de mariposa [UE] con rejilla anti pájaros para el ajuste del flujo de aire</div><div>Conexión de acoplamiento flexible de entrada</div><div>Un lecho de media con media de filtración química BION, disponible a granel y de saco de malla</div><div>Motor antideflagrante [EEUU] o ATEX [UE]</div><div>Adecuado para la instalación en el exterior</div></div>			

## 2.4.6. Mezcladores en línea


**Tabla 2.21:** Hoja de especificaciones del mezclador lineal M-101.

	Planta de producción de fosgeno		Hoja 1 de 1	
	Área 100			
	Ítem	M-101	Fecha	17/01/2025
	Localidad	Tarragona	Revisión	03/02/2025
DATOS GENERALES				
Denominación			Mezclador lineal	
Finalidad			Mezcla el corriente de CO con el Cl <sub>2</sub>	
DATOS FLUJO ENTRANTE 1				
Flujo			C1	
Caudal masico (Kg/h)			6127	
Caudal volumétrico (m³)			2308	
Temperatura (°C)			196	
Presión (kPa)			371	
DATOS FLUJO ENTRANTE 2				
Flujo			C2	
Caudal masico (Kg/h)			7757	
Caudal volumétrico (m³)			755	
Temperatura (°C)			46	
Presión (kPa)			371	
DATOS FLUJOS SALIENTES				
Flujo			M1	
Caudal masico (Kg/h)			13884	
Caudal volumétrico (m³)			3021	
Temperatura (°C)			138,6	
Presión (kPa)			370	
BALANCE MÁSSICO				
Entrada			3.1	
			5.3	
Salida			6.1	

**Tabla 2.22:** Hoja de especificaciones del mezclador lineal M-102.


	Planta de producción de fosgeno		Hoja 1 de 1	
	Área 100			
	Ítem	M-102	Fecha	17/01/2025
	Localidad	Tarragona	Revisión	03/02/2025
DATOS GENERALES				
Denominación			Mezclador lineal	
Finalidad			Mezcla el corriente de CO con el Cl <sub>2</sub>	
DATOS FLUJO ENTRANTE 1				
Flujo			C1	
Caudal masico (Kg/h)			6127	
Caudal volumétrico (m³)			2308	
Temperatura (°C)			196	
Presión (kPa)			371	
DATOS FLUJO ENTRANTE 2				
Flujo			C2	
Caudal masico (Kg/h)			7757	
Caudal volumétrico (m³)			755	
Temperatura (°C)			46	
Presión (kPa)			371	
DATOS FLUJOS SALIENTES				
Flujo			M1	
Caudal masico (Kg/h)			13884	
Caudal volumétrico (m³)			3021	
Temperatura (°C)			138,6	
Presión (kPa)			370	
BALANCE MÁSSICO				
Entrada			3.2	
			5.2	
Salida			6.2	

**Tabla 2.23:** Hoja de especificaciones del mezclador lineal M-103.

 SynPhos	Planta de producción de fosgeno		Hoja 1 de 1	
	Área 100			
	Ítem	M-103	Fecha	17/01/2025
	Localidad	Tarragona	Revisión	03/02/2025
DATOS GENERALES				
Denominación			Mezclador lineal	
Finalidad			Mezcla el corriente de CO	
DATOS FLUJO ENTRANTE 1				
Flujo			C1	
Caudal masico (Kg/h)			4627,8	
Caudal volumétrico (m³)			1924	
Temperatura (°C)			245	
Presión (kPa)			371	
DATOS FLUJO ENTRANTE 2				
Flujo			C1	
Caudal masico (Kg/h)			1499	
Caudal volumétrico (m³)			283	
Temperatura (°C)			45	
Presión (kPa)			500	
DATOS FLUJOS SALIENTES				
Flujo			C1	
Caudal masico (Kg/h)			6127	
Caudal volumétrico (m³)			32308	
Temperatura (°C)			197	
Presión (kPa)			370	
BALANCE MÁSIKO				
Entrada			15.1	
			4.3	
Salida			5.1	



**Tabla 2.24:** Hoja de especificaciones del mezclador lineal M-104.

<div></div> <div>SynPhos</div>	Planta de producción de fosgeno		Hoja 1 de 1	
	Área 100			
	Ítem	M-104	Fecha	17/01/2025
	Localidad	Tarragona	Revisión	03/02/2025
DATOS GENERALES				
Denominación			Mezclador lineal	
Finalidad			Mezcla el corriente de CO	
DATOS FLUJO ENTRANTE 1				
Flujo			C1	
Caudal masico (Kg/h)			4627,8	
Caudal volumétrico (m³)			1924	
Temperatura (°C)			245	
Presión (kPa)			371	
DATOS FLUJO ENTRANTE 2				
Flujo			C1	
Caudal masico (Kg/h)			1499	
Caudal volumétrico (m³)			283	
Temperatura (°C)			45	
Presión (kPa)			500	
DATOS FLUJOS SALIENTES				
Flujo			C1	
Caudal masico (Kg/h)			6127	
Caudal volumétrico (m³)			32308	
Temperatura (°C)			197	
Presión (kPa)			370	
BALANCE MÁSICO				
Entrada			15.2	
			4.2	
Salida			5.2	



### 2.4.7. Expansores

**Tabla 2.25:** Hoja de especificaciones de los equipos expansores E-201 y E-202.


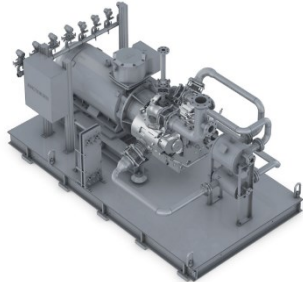
 SynPhos	Planta de producción de Fosgeno		Hoja de especificaciones de expansor	Hoja 1 de 1	
	Código	E-201/2		Fecha	11/12/2024
	Unidades	2			
	Área	A-200		Revisión	20/12/2024
	Localidad	TARRAGONA			
Datos generales					
Denominación			EXPANSOR		
Tipo			TURBOEXPANSOR		
Objeto			DESPLAZAMIENTO SALIDA REACTOR		
Datos de operación					
Fluido			M2		
Temperatura de operación (°C)			150,00		
Presión de operación (bar)			3,40		
Caudal volumétrico (m3/h)			3339,00		
Caudal másico (kg/h)			20550,00		
Potencia (kW)			261,70		
Eficiencia Adiabática		75,00%	Eficiencia Politrópica		72,78%
Datos del equipo					
Fabricante			ATLAS COPCO		
Modelo			SERIE EG		
Caudal máximo (Nm3/h)			10000,00		
Presión de impulsión máxima (bar)			200,00		
Imagen del equipo					

## 2.4.8. Compresores

**Tabla 2.26:** Hoja de especificaciones de los compresores CA-501 y CA-502.


 SynPhos	Planta de producción de Fosgeno		Hoja de especificaciones de compresor	Hoja 1 de 1	
	Código	CA-501/502		Fecha	11/12/2024
	Unidades	2			
	Área	A-500			
	Localidad	TARRAGONA			
Datos generales					
Denominación			COMPRESOR		
Tipo			TORNILLO ROTATIVO		
Objeto			DESPLAZAMIENTO AIRE COMPRIMIDO		
Datos de operación					
Fluido			C8		
Temperatura de operación (°C)			25,00		
Presión de operación (bar)			7,00		
Caudal volumétrico (m³/h)			168,00		
Caudal másico (kg/h)			205,80		
Potencia (kW)			18,50		
Eficiencia Adiabática		75,00%	Eficiencia Politrópica		79,27%
Datos del equipo					
Fabricante			AIRPRESS		
Modelo			APS 25 IVR X G2		
Caudal máximo (Nm3/h)			168,00		
Presión de impulsión máxima (bar)			10,00		
Imagen del equipo					

**Tabla 2.27:** Hoja de especificaciones de los compresores CG-201 y CG-202.


 SynPhos	Planta de producción de Fosgeno		Hoja de especificaciones de compresor	Hoja 1 de 1	
	Código	CG-201/2		Fecha	11/12/2024
	Unidades	2			
	Área	A-200			
	Localidad	TARRAGONA			
Datos generales					
Denominación			COMPRESOR		
Tipo			TORNILLO ROTATIVO		
Objeto			DESPLAZAMIENTO SALIDA SCRUBBER		
Datos de operación					
Fluido			C1		
Temperatura de operación (°C)			245,60		
Presión de operación (bar)			3,80		
Caudal volumétrico (m³/h)			4779,00		
Caudal másico (kg/h)			4627,00		
Potencia (kW)			280,00		
Eficiencia Adiabática		75,00%	Eficiencia Politrópica		79,27%
Datos del equipo					
Fabricante			ATLAS COPCO		
Modelo			SERIE GZ		
Caudal máximo (Nm3/h)			9000,00		
Presión de impulsión máxima (bar)			200,00		
Imagen del equipo					

## 2.4.9. Tanques mezcladores


**Tabla 2.28:** Hoja de especificaciones del tanque mezclador TM-301.

	Planta de producción de fosgeno		Hoja 1 de 1	
	Área-300			
	Ítem	TM-301	Fecha	17/01/2025
	Localidad	Tarragona	Revisión	03/02/2025
DATOS GENERALES				
Denominación		Tanque mezclador		
Finalidad		Mezclar el NaOH con el H <sub>2</sub> O		
DATOS OPERACIONALES				
Fluido		C10		
Temperatura de operación (°C)		25		
Presión de operación (kPa)		101		
Densidad (kg/m <sup>3</sup> )		1280		
Peso operativo (kg)		124106 + Agitador		
Altura operativa (m)		4,4		
DATOS DE DISEÑO				
Disposición		Vertical		
Volumen (m <sup>3</sup> )		87		
Altura total (m)		4,86		
Temperatura de diseño (°C)		100		
Presión de diseño (kPa)		180		
Tipo de cabezal		Torisférico		
Diámetro externo (m)		5		
Diámetro interno (m)		4,9		
Grueso (mm)		5,1		
Material		Polipropileno		
Peso vacío (kg)		30921		
Norma de diseño		Código ASME		
Aislante		-		
Factor de soldadura		0.85		
Factor M		1,54		
Observaciones		El tanque posee una boca de hombre de DN 600		
DATOS CUBETA				
L (m)		35,5		
W (m)		15,5		
h (m)		0,22		


**Tabla 2.29:** Hoja de especificaciones del tanque mezclador TM-302.

	Planta de producción de fosgeno		Hoja 1 de 1	
	Área-300			
	Ítem	TM-302	Fecha	17/01/2025
	Localidad	Tarragona	Revisión	03/02/2025
DATOS GENERALES				
Denominación		Tanque mezclador		
Finalidad		Mezclar el NaOH con el H <sub>2</sub> O		
DATOS OPERACIONALES				
Fluido		C10		
Temperatura de operación (°C)		25		
Presión de operación (kPa)		101		
Densidad (kg/m³)		1280		
Peso operativo (kg)		124106 + Agitador		
Altura operativa (m)		4,4		
DATOS DE DISEÑO				
Disposición		Vertical		
Volumen (m³)		87		
Altura total (m)		4,86		
Temperatura de diseño (°C)		100		
Presión de diseño (kPa)		180		
Tipo de cabezal		Torisférico		
Diámetro externo (m)		5		
Diámetro interno (m)		4,9		
Grueso (mm)		5,1		
Material		Polipropileno		
Peso vacío (kg)		30921		
Norma de diseño		Código ASME		
Aislante		-		
Factor de soldadura		0.85		
Factor M		1,54		
Observaciones		El tanque posee una boca de hombre de DN 600		
DATOS CUBETA				
L (m)		35,5		
W (m)		15,5		
h (m)		0,22		

**Tabla 2.30:** Hoja de especificaciones del tanque mezclador TM-303.

	Planta de producción de fosgeno		Hoja 1 de 1	
	Área-300			
	Ítem	TM-303	Fecha	17/01/2025
	Localidad	Tarragona	Revisión	03/02/2025
DATOS GENERALES				
Denominación			Tanque mezclador	
Finalidad			Mezclar el NaOH con el H <sub>2</sub> O	
DATOS OPERACIONALES				
Fluido			C10	
Temperatura de operación (°C)			25	
Presión de operación (kPa)			101	
Densidad (kg/m <sup>3</sup> )			1280	
Peso operativo (kg)			124106 + Agitador	
Altura operativa (m)			4,4	
DATOS DE DISEÑO				
Disposición			Vertical	
Volumen (m <sup>3</sup> )			87	
Altura total (m)			4,86	
Temperatura de diseño (°C)			100	
Presión de diseño (kPa)			180	
Tipo de cabezal			Torisférico	
Diámetro externo (m)			5	
Diámetro interno (m)			4,9	
Grueso (mm)			5,1	
Material			Polipropileno	
Peso vacío (kg)			30921	
Norma de diseño			Código ASME	
Aislante			-	
Factor de soldadura			0.85	
Factor M			1,54	
Observaciones			El tanque posee una boca de hombre de DN 600	
DATOS CUBETA				
L (m)			35,5	
W (m)			15,5	
h (m)			0,22	


**Tabla 2.31:** Hoja de especificaciones del tanque mezclador TM-304.

	Planta de producción de fosgeno		Hoja 1 de 1	
	Área-300			
	Ítem	TM-304	Fecha	17/01/2025
	Localidad	Tarragona	Revisión	03/02/2025
DATOS GENERALES				
Denominación			Tanque mezclador	
Finalidad			Mezclar el NaOH con el H <sub>2</sub> O	
DATOS OPERACIONALES				
Fluido			C10	
Temperatura de operación (°C)			25	
Presión de operación (kPa)			101	
Densidad (kg/m <sup>3</sup> )			1280	
Peso operativo (kg)			124106 + Agitador	
Altura operativa (m)			4,4	
DATOS DE DISEÑO				
Disposición			Vertical	
Volumen (m <sup>3</sup> )			87	
Altura total (m)			4,86	
Temperatura de diseño (°C)			100	
Presión de diseño (kPa)			180	
Tipo de cabezal			Torisférico	
Diámetro externo (m)			5	
Diámetro interno (m)			4,9	
Grueso (mm)			5,1	
Material			Polipropileno	
Peso vacío (kg)			30921	
Norma de diseño			Código ASME	
Aislante			-	
Factor de soldadura			0.85	
Factor M			1,54	
Observaciones			El tanque posee una boca de hombre de DN 600	
DATOS CUBETA				
L (m)			35,5	
W (m)			15,5	
h (m)			0,22	




#### 2.4.10. Tanques de H<sub>2</sub>O

**Tabla 2.32:** Hoja de especificaciones del tanque de agua TA-307.


	Planta de producción de fosgeno		Hoja 1 de 1	
	Área-300			
	Ítem	TA-307	Fecha	17/01/2025
	Localidad	Tarragona	Revisión	03/02/2025
DATOS GENERALES				
Denominación			Tanque almacenaje de H <sub>2</sub> O	
Finalidad			Almacenar el H <sub>2</sub> O descalcificado	
DATOS OPERACIONALES				
Fluido			C7	
Temperatura de operación (°C)			25	
Presión de operación (kPa)			101	
Densidad (kg/m³)			1000	
Peso operativo (kg)			1000000	
Volumen operativo (m³)			100	
DATOS DE DISEÑO				
Disposición			Vertical	
Volumen total (m³)			106	
Altura total (m)			6	
Temperatura de diseño (°C)			80°C	
Presión de diseño (kPa)			180	
Tipo de cabezal			Cónico	
Diámetro externo (m)			4,73	
Grueso (mm)			5	
Material			Polipropileno	
Peso vacío (kg)			9500	
Norma de diseño			Código ASME	
Aislante			-	
Espesor del aislante (mm)			-	
Factor de soldadura			0.85	
Factor M			-	
Observaciones			El tanque posee una boca de hombre DN 600	

**Tabla 2.33:** Hoja de especificaciones del tanque de agua TA-308.


	Planta de producción de fosgeno		Hoja 1 de 1	
	Área-300			
	Ítem	TA-308	Fecha	17/01/2025
	Localidad	Tarragona	Revisión	03/02/2025
DATOS GENERALES				
Denominación			Tanque almacenaje de H <sub>2</sub> O	
Finalidad			Almacenar el H <sub>2</sub> O descalcificado	
DATOS OPERACIONALES				
Fluido			C7	
Temperatura de operación (°C)			25	
Presión de operación (kPa)			101	
Densidad (kg/m³)			1000	
Peso operativo (kg)			1000000	
Volumen operativo (m³)			100	
DATOS DE DISEÑO				
Disposición			Vertical	
Volumen total (m³)			106	
Altura total (m)			6	
Temperatura de diseño (°C)			80°C	
Presión de diseño (kPa)			180	
Tipo de cabezal			Cónico	
Diámetro externo (m)			4,73	
Grueso (mm)			5	
Material			Polipropileno	
Peso vacío (kg)			9500	
Norma de diseño			Código ASME	
Aislante			-	
Espesor del aislante (mm)			-	
Factor de soldadura			0.85	
Factor M			-	
Observaciones			El tanque posee una boca de hombre DN 600	

#### 2.4.11. Depósitos de NaOH al 25%

**Tabla 2.34:** Hoja de especificaciones del tanque de hidróxido de sodio TA-301.


	Planta de producción de fosgeno		Hoja 1 de 1	
	Área-300			
	Ítem	TA-301	Fecha	17/01/2025
	Localidad	Tarragona	Revisión	03/02/2025
DATOS GENERALES				
Denominación			Depósito almacenaje de NaOH	
Finalidad			Almacenar el NaOH al 25%	
DATOS OPERACIONALES				
Fluido			C10	
Temperatura de operación (°C)			25	
Presión de operación (kPa)			101	
Densidad (kg/m³)			1280	
Peso operativo (kg)			113532	
Altura operativa (m)			4,4	
DATOS DE DISEÑO				
Disposición			Vertical	
Volumen (m³)			87	
Altura total (m)			4,86	
Temperatura de diseño (°C)			100	
Presión de diseño (kPa)			180	
Tipo de cabezal			Torisférico	
Diámetro externo (m)			5	
Grueso (mm)			3,30	
Material			Polipropileno	
Peso vacío (kg)			20347	
Norma de diseño			Código ASME	
Aislante			Lana de roca	
Espesor del aislante (mm)			62,6	
Factor de soldadura			0.85	
Factor M			1,54	
Observaciones			El depósito posee una boca de hombre DN 600.	
DATOS CUBETA				
L (m)			35,5	
W (m)			15,5	
h (m)			0,22	

**Tabla 2.35:** Hoja de especificaciones del tanque de hidróxido de sodio TA-302.


	Planta de producción de fosgeno		Hoja 1 de 1	
	Área-300			
	Ítem	TA-302	Fecha	17/01/2025
	Localidad	Tarragona	Revisión	03/02/2025
DATOS GENERALES				
Denominación			Depósito almacenaje de NaOH	
Finalidad			Almacenar el NaOH al 25%	
DATOS OPERACIONALES				
Fluido			C10	
Temperatura de operación (°C)			25	
Presión de operación (kPa)			101	
Densidad (kg/m³)			1280	
Peso operativo (kg)			113532	
Altura operativa (m)			4,4	
DATOS DE DISEÑO				
Disposición			Vertical	
Volumen (m³)			87	
Altura total (m)			4,86	
Temperatura de diseño (°C)			100	
Presión de diseño (kPa)			180	
Tipo de cabezal			Torisférico	
Diámetro externo (m)			5	
Grueso (mm)			3,30	
Material			Polipropileno	
Peso vacío (kg)			20347	
Norma de diseño			Código ASME	
Aislante			Lana de roca	
Espesor del aislante (mm)			62,6	
Factor de soldadura			0.85	
Factor M			1,54	
Observaciones			El depósito posee una boca de hombre DN 600.	
DATOS CUBETA				
L (m)			35,5	
W (m)			15,5	
h (m)			0,22	

## 2.4.12. Tanques de sales sódicas


**Tabla 2.36:** Hoja de especificaciones del tanque de sales sódicas TA-303.

	Planta de producción de fosgeno		Hoja 1 de 1	
	Área-300			
	Ítem	TA-303	Fecha	17/01/2025
	Localidad	Tarragona	Revisión	03/02/2025
DATOS GENERALES				
Denominación			Tanque almacenaje de NaOH	
Finalidad			Almacenar las sales sódicas	
DATOS OPERACIONALES				
Fluido			C11	
Temperatura de operación (°C)			25	
Presión de operación (kPa)			101	
Densidad (kg/m³)			1280	
Peso operativo (kg)			124106	
Altura operativa (m)			3	
DATOS DE DISEÑO				
Disposición			Vertical	
Volumen (m³)			59	
Altura total (m)			-	
Temperatura de diseño (°C)			100	
Presión de diseño (kPa)			180	
Tipo de cabezal			Torisférico	
Diámetro externo (m)			5	
Grueso (mm)				
Material			Polipropileno	
Peso vacío (kg)			30921	
Norma de diseño			Código ASME	
Aislante			Lana de roca	
Espesor del aislante (mm)			62,6	
Factor de soldadura			0.85	
Factor M			1,54	
Observaciones			El tanque posee una boca de hombre descrita en el manual de cálculo.	
DATOS CUBETA				
L (m)			20	
W (m)			15	
h (m)			0,29	


**Tabla 2.37:** Hoja de especificaciones del tanque de sales sódicas TA-304.

	Planta de producción de fosgeno		Hoja 1 de 1	
	Área-300			
	Ítem	TA-304	Fecha	17/01/2025
	Localidad	Tarragona	Revisión	03/02/2025
DATOS GENERALES				
Denominación			Tanque almacenaje de NaOH	
Finalidad			Almacenar las sales sódicas	
DATOS OPERACIONALES				
Fluido			C11	
Temperatura de operación (°C)			25	
Presión de operación (kPa)			101	
Densidad (kg/m³)			1280	
Peso operativo (kg)			124106	
Altura operativa (m)			3	
DATOS DE DISEÑO				
Disposición			Vertical	
Volumen (m³)			59	
Altura total (m)			-	
Temperatura de diseño (°C)			100	
Presión de diseño (kPa)			180	
Tipo de cabezal			Torisférico	
Diámetro externo (m)			5	
Grueso (mm)				
Material			Polipropileno	
Peso vacío (kg)			30921	
Norma de diseño			Código ASME	
Aislante			Lana de roca	
Espesor del aislante (mm)			62,6	
Factor de soldadura			0.85	
Factor M			1,54	
Observaciones			El tanque posee una boca de hombre descrita en el manual de cálculo.	
DATOS CUBETA				
L (m)			20	
W (m)			15	
h (m)			0,29	

**Tabla 2.38:** Hoja de especificaciones del tanque de sales sódicas TA-305.

	Planta de producción de fosgeno		Hoja 1 de 1	
	Área-300			
	Ítem	TA-305	Fecha	17/01/2025
	Localidad	Tarragona	Revisión	03/02/2025
DATOS GENERALES				
Denominación			Tanque almacenaje de NaOH	
Finalidad			Almacenar las sales sódicas	
DATOS OPERACIONALES				
Fluido			C11	
Temperatura de operación (°C)			25	
Presión de operación (kPa)			101	
Densidad (kg/m³)			1280	
Peso operativo (kg)			124106	
Altura operativa (m)			3	
DATOS DE DISEÑO				
Disposición			Vertical	
Volumen (m³)			59	
Altura total (m)			-	
Temperatura de diseño (°C)			100	
Presión de diseño (kPa)			180	
Tipo de cabezal			Torisférico	
Diámetro externo (m)			5	
Grueso (mm)				
Material			Polipropileno	
Peso vacío (kg)			30921	
Norma de diseño			Código ASME	
Aislante			Lana de roca	
Espesor del aislante (mm)			62,6	
Factor de soldadura			0.85	
Factor M			1,54	
Observaciones			El tanque posee una boca de hombre descrita en el manual de cálculo.	
DATOS CUBETA				
L (m)			20	
W (m)			15	
h (m)			0,29	



**Tabla 2.39:** Hoja de especificaciones del tanque de sales sódicas TA-361.

	Planta de producción de fosgeno		Hoja 1 de 1	
	Área-300			
	Ítem	TA-306	Fecha	17/01/2025
	Localidad	Tarragona	Revisión	03/02/2025
DATOS GENERALES				
Denominación			Tanque almacenaje de NaOH	
Finalidad			Almacenar las sales sódicas	
DATOS OPERACIONALES				
Fluido			C11	
Temperatura de operación (°C)			25	
Presión de operación (kPa)			101	
Densidad (kg/m³)			1280	
Peso operativo (kg)			124106	
Altura operativa (m)			3	
DATOS DE DISEÑO				
Disposición			Vertical	
Volumen (m³)			59	
Altura total (m)			-	
Temperatura de diseño (°C)			100	
Presión de diseño (kPa)			180	
Tipo de cabezal			Torisférico	
Diámetro externo (m)			5	
Grueso (mm)				
Material			Polipropileno	
Peso vacío (kg)			30921	
Norma de diseño			Código ASME	
Aislante			Lana de roca	
Espesor del aislante (mm)			62,6	
Factor de soldadura			0.85	
Factor M			1,54	
Observaciones			El tanque posee una boca de hombre descrita en el manual de cálculo.	
DATOS CUBETA				
L (m)			20	
W (m)			15	
h (m)			0,29	





### 2.4.13. Caldera de vapor

**Tabla 2.40:** Hoja de especificaciones de la caldera de vapor K-501.



	Planta de producción de fosgeno		Hoja 1 de 1	
	Área-500			
	Ítem	K-501	Fecha	17/01/2025
	Localidad	Tarragona	Revisión	03/02/2025
DATOS GENERALES				
Denominación		Caldera de vapor de agua		
Finalidad		Producción de vapor de agua		
DATOS OPERACIONALES				
Fluidos		C7 y C9		
Cabal masico (kg/h)		3022		
DATOS DE DISEÑO				
Producción (t/h)		0,5 a 31,5		
Eficiencia %		95,5		
Presión (bar)		0,5 a 30		
Fabricante		Viessmann		
Modelo		Vitomax HS		
Imagen del equipo				

#### 2.4.14. Sistemas de refrigeración de amoníaco (R-717)

**Tabla 2.41:** Hoja de especificaciones del sistema de refrigeración del R-717 SR-501




	Planta de producción de fosgeno		Hoja 1 de 1	
	Área-500			
	Ítem	SR-501	Fecha	17/01/2025
	Localidad	Tarragona	Revisión	03/02/2025
DATOS GENERALES				
Denominación		Torre de refrigeración de NH <sub>3</sub>		
Finalidad		Refrigerar el amoníaco (R-717)		
DATOS OPERACIONALES				
Fluidos		C6		
Caudal masico (kg/h)		4000		
Temperatura salida/entrada (°C)		-40/14		
DATOS DE DISEÑO				
Fabricante		INTARCO		
Modelo		Planta enfriadora ammolite NH3		
Potencia frigorífica (KW)		1200		
Potencia equipos auxiliares (KW)		38		
Potencia absorbida por el compresor (KW)		325		
Peso vacío (kg)		9000		
Dimensiones (mm)		2205x2315x8000		
Imagen del equipo				

**Tabla 2.42:** Hoja de especificaciones del sistema de refrigeración del R-717 SR-501



<div></div> <div>SynPhos</div>	Planta de producción de fosgeno		Hoja 1 de 1	
	Área-500			
	Ítem	SR-501	Fecha	17/01/2025
	Localidad	Tarragona	Revisión	03/02/2025
DATOS GENERALES				
Denominación		Torre de refrigeración de NH <sub>3</sub>		
Finalidad		Refrigerar el amoníaco (R-717)		
DATOS OPERACIONALES				
Fluidos		C6		
Caudal masico (kg/h)		4000		
Temperatura salida/entrada (°C)		-40/14		
DATOS DE DISEÑO				
Fabricante		INTARCO		
Modelo		Planta enfriadora ammolite NH3		
Potencia frigorífica (KW)		1200		
Potencia equipos auxiliares (KW)		38		
Potencia absorbida por el compresor (KW)		325		
Peso vacío (kg)		9000		
Dimensiones (mm)		2205x2315x8000		
Imagen del equipo				

## 2.4.15. Torres de refrigeración

**Tabla 2.43:** Hoja de especificaciones de la torre de refrigeración TR-501.



	Planta de producción de fosgeno		Hoja 1 de 1	
	Área-500			
	Ítem	TR-501	Fecha	17/01/2025
	Localidad	Tarragona	Revisión	03/02/2025
DATOS GENERALES				
Denominación		Torre de refrigeración		
Finalidad		Refrigerar el agua		
DATOS OPERACIONALES				
Fluidos		C7		
Caudal masico (kg/h)		150000		
Temperatura (°C)		25		
DATOS DE DISEÑO				
Fabricante		EWK		
Modelo		EWK-C 900/4		
Disipación (KW)		555		
Potencia del ventilador (KW)		11		
Potencia bomba recirculadora (KW)		4		
Peso vacío (kg)		4189		
Dimensiones (mm)		4984 x 2020 x 228		
Imagen del equipo		 		

**Tabla 2.44:** Hoja de especificaciones de la torre de refrigeración TR-502.



 SynPhos	Planta de producción de fosgeno		Hoja 1 de 1	
	Área-500			
	Ítem	TR-502	Fecha	17/01/2025
	Localidad	Tarragona	Revisión	03/02/2025
DATOS GENERALES				
Denominación		Torre de refrigeración		
Finalidad		Refrigerar el agua		
DATOS OPERACIONALES				
Fluidos		C7		
Caudal masico (kg/h)		150000		
Temperatura (°C)		25		
DATOS DE DISEÑO				
Fabricante		EWK		
Modelo		EWK-C 900/4		
Disipación (KW)		555		
Potencia del ventilador (KW)		11		
Potencia bomba recirculadora (KW)		4		
Peso vacío (kg)		4189		
Dimensiones (mm)		4984 x 2020 x 228		
Imagen del equipo				

## 2.4.16. Descalcificadores



**Tabla 2.45:** Hoja de especificaciones del descalcificador de agua D-301.

 SynPhos	Planta de producción de fosgeno		Hoja 1 de 1	
	Área-300			
	Ítem	D-301	Fecha	17/01/2025
	Localidad	Tarragona	Revisión	03/02/2025
DATOS GENERALES				
Denominación		Descalcificador de agua		
Finalidad		Descalcificar el agua de red		
DATOS OPERACIONALES				
Fluidos		C7		
Temperatura (°C)		25		
DATOS DE DISEÑO				
DN		150		
Fabricante		Ecocal		
Modelo		HX-150		
Caudal de diseño (m³/h)		60 a 120		
Presión máxima (bar)		16		
Diámetro brida (mm)		285		
Imagen del equipo				

**Tabla 2.46:** Hoja de especificaciones del descalcificador de agua D-302.



 SynPhos	Planta de producción de fosgeno		Hoja 1 de 1	
	Área-300			
	Ítem	D-302	Fecha	17/01/2025
	Localidad	Tarragona	Revisión	03/02/2025
DATOS GENERALES				
Denominación		Descalcificador de agua		
Finalidad		Descalcificar el agua de red		
DATOS OPERACIONALES				
Fluidos		C7		
Temperatura (°C)		25		
DATOS DE DISEÑO				
DN		150		
Fabricante		Ecocal		
Modelo		HX-150		
Caudal de diseño (m³/h)		60 a 120		
Presión máxima (bar)		16		
Diámetro brida (mm)		285		
Imagen del equipo				

**Tabla 2.47:** Hoja de especificaciones del descalcificador de agua D-501.



 SynPhos	Planta de producción de fosgeno		Hoja 1 de 1	
	Área-500			
	Ítem	D-501	Fecha	17/01/2025
	Localidad	Tarragona	Revisión	03/02/2025
DATOS GENERALES				
Denominación		Descalcificador de agua		
Finalidad		Descalcificar el agua de red		
DATOS OPERACIONALES				
Fluidos		C7		
Temperatura (°C)		25		
DATOS DE DISEÑO				
DN		150		
Fabricante		Ecocal		
Modelo		HX-150		
Caudal de diseño (m³/h)		60 a 120		
Presión máxima (bar)		16		
Diámetro brida (mm)		285		
Imagen del equipo				



**Tabla 2.48:** Hoja de especificaciones del descalcificador de agua D-502.

 SynPhos	Planta de producción de fosgeno		Hoja 1 de 1	
	Área-500			
	Ítem	D-502	Fecha	17/01/2025
	Localidad	Tarragona	Revisión	03/02/2025
DATOS GENERALES				
Denominación		Descalcificador de agua		
Finalidad		Descalcificar el agua de red		
DATOS OPERACIONALES				
Fluidos		C7		
Temperatura (°C)		25		
DATOS DE DISEÑO				
DN		150		
Fabricante		Ecocal		
Modelo		HX-150		
Caudal de diseño (m³/h)		60 a 120		
Presión máxima (bar)		16		
Diámetro brida (mm)		285		
Imagen del equipo				

**Tabla 2.49:** Hoja de especificaciones del descalcificador de agua D-503.

 SynPhos	Planta de producción de fosgeno		Hoja 1 de 1	
	Área-500			
	Ítem	D-503	Fecha	17/01/2025
	Localidad	Tarragona	Revisión	03/02/2025
DATOS GENERALES				
Denominación		Descalcificador de agua		
Finalidad		Descalcificar el agua de red		
DATOS OPERACIONALES				
Fluidos		C7		
Temperatura (°C)		25		
DATOS DE DISEÑO				
DN		150		
Fabricante		Ecocal		
Modelo		HX-150		
Caudal de diseño (m³/h)		60 a 120		
Presión máxima (bar)		16		
Diámetro brida (mm)		285		
Imagen del equipo				

## 2.5 Bibliografía

1. Armstrong Chemtec, "Vaporizadores industriales":  
<https://www.armstrong-chemtec.com/products/vaporizers/>
2. Tanque Silo, "Tanque vertical de 100 m<sup>3</sup> para almacenamiento":  
<https://tanque-silo.es/tanques-de-almacenaje/vertical-tanques/tanque-vertical-100/>
3. Viessmann, "Caldera industrial Vitomax HS – Documentación y descargas":  
[https://www.viessmann.es/es/productos/calderas-industriales/vitomax-hs.html#waypoint\\_descargas](https://www.viessmann.es/es/productos/calderas-industriales/vitomax-hs.html#waypoint_descargas)
4. Descalcificador Aguas, "Modelos industriales de equipamiento para fábricas":  
<https://www.descalcificadoraguas.com/modelos/industrial-fabrica-equipamiento/>
5. Chart Industries, "*Turboexpansores*":  
<https://es.chartindustries.com/Products/Turboexpanders>
6. Gelson Luz, "Calor específico del cloro":  
[https://www.materiales.gelsonluz.com/2021/03/calor-especifico-cloro.html?utm\\_content=cmp-true](https://www.materiales.gelsonluz.com/2021/03/calor-especifico-cloro.html?utm_content=cmp-true)
7. Material Properties, "Propiedades térmicas del monóxido de carbono":  
<https://material-properties.org/es/monoxido-de-carbono-densidad-capacidad-calorifica-conductividad-termica/>
8. Industrial Physics, "Conductividad térmica: fundamentos y aplicaciones":  
<https://industrialphysics.com/es/base-de-conocimientos/articulos/conductividad-termica/>
9. Boiler Planning, "Tabla de vapor de agua y principios básicos":  
<https://www.boiler-planning.com/es/herramientas/principios-basicos-del-vapor-de-agua/tabla-de-vapor-de-agua.html>