FORMICS
INDUSTRIAL CHEMICAL
FORMALDEHIDO DE CALIDAD

PLANTA DE PRODUCCIÓN DE FORMALDEHÍDO

LUIS M. APARICIO SÁNCHEZ
ALEJANDRO JUÁREZ SÁNCHEZ
MASOUMEH HONARKAR ASHNA
MANEL NÁJERA ROCABAYERA
EDUARD MARTÍ CARDONER
DAVID A. SARRIA VALDIVIA

TUTOR : JOSEP A. TORÀ SUAREZ

JUNIO 2026

UAB
Universitat Autònoma de Barcelona

CC BY NC ND

FORMICS
INDUSTRIAL CHEMICAL
FORMALDEHIDO DE CALIDAD

PLANTA DE PRODUCCIÓN DE FORMALDEHÍDO

CAPÍTULO 2. EQUIPOS

UAB
Universitat Autònoma de Barcelona

CC BY NC ND

Tabla de contenido

Capítulo 2. Equipos 1
2.1 Introducción 1
2.1.1 Nomenclatura de los equipos 1
2.2 Descripción de los equipos 1
2.2.1 Tanques de almacenamiento 2
2.2.2 Compresor 2
2.2.3 Intercambiadores de calor 2
2.2.4 Air coolers 3
2.2.5 Mezclador 3
2.2.6 Coolers 3
2.2.7 Caldera de recuperación 3
2.2.8 Reactor 3
2.2.9 Absorbedor 4
2.2.10 Scrubber 5
2.3 Listado de equipos 6
2.3.1 Área 100 6
2.3.2 Área 200 6
2.3.3 Área 300 7
2.3.4 Área 400 8
2.4 Hojas de especificaciones 8
2.4.1 Tanques de almacenamiento de metanol 9
2.4.2 Compresor 10
2.4.3 Mezclador 11
2.4.4 Intercambiadores de calor 12
2.4.5 Reactores 16
2.4.6 Caldera 18
2.4.7 Air coolers 20
2.4.8 Absorbedor 23
2.4.9 Scrubber 25
2.4.10 Coolers 27
2.4.11 Tanques de almacenamiento de producto 29
2.5 Bibliografía 30

Capítulo 2. Equipos

2.1 Introducción

En este capítulo se detallan los equipos y la infraestructura de la planta de producción Formics para la obtención de formol, usando el proceso Formox. Aquí se presentará la identificación de cada equipo con su nomenclatura oficial, la descripción de su función, el plano de distribución de la planta y su correspondiente documentación técnica.

2.1.1 Nomenclatura de los equipos

En la Tabla 2.1.1 se encuentra la nomenclatura correspondiente de cada uno de los distintos equipos del proceso.

Tabla 2.1.1 Nomenclatura de equipos de la planta

Equipo	Nomenclatura
Tanque de almacenamiento	T
Compresor	K
Intercambiador de calor	E
Air cooler	AC
Cooler	C
Mezclador	MZ
Reactor	R
Absorbedor	CA
Scrubber	SC
Caldera de recuperación	CR
Tanque de almacenamiento	T

Para identificar cada uno de los distintos equipos se emplea la nomenclatura N-YYZZ, donde N corresponde a la nomenclatura del equipo, YY a su ubicación dentro de la planta y ZZ es el número para diferenciar equipos de la misma tipología.

Asimismo, el segundo reactor del Área-100 sería el R-102.

2.2 Descripción de los equipos

A continuación, se expone brevemente la descripción de cada uno de los equipos empleados en el proceso, indicando su función e importancia.

2.2.1 Tanques de almacenamiento

En la planta Formics se emplean 4 tanques de almacenamiento de reactivos con las mismas características, ya que el único reactivo es el metanol. Se usan 4 tanques para garantizar un funcionamiento normal de la planta durante 7 días, aunque haya fallas en el suministro de materias primas. Al ser este considerado un líquido altamente inflamable y tóxico, se han empleado las medidas correspondientes para su correcto almacenamiento. Los tanques son de acero inoxidable AISI 316L y no están abiertos a la atmósfera para garantizar pureza y seguridad, además de contar cada tanque con sus determinados controladores y sensores.

También se requieren de 4 tanques de almacenamiento para el producto final, para solventar el almacenaje de 7 días de producción de la planta. Son más grandes que los tanques de almacenamiento de reactivo para poder cumplir con los requerimientos de producción del formol al 37%. En cuanto a material y funcionamiento son muy similares a los tanques de reactivos, con matices para garantizar el correcto almacenamiento del producto.

2.2.2 Compresor

Para obtener el aire requerido para el proceso en Formics se usa un único compresor que recoge aire de la atmósfera y lo comprime e impulsa hacia el mezclador. El compresor está controlado proporcionalmente con las bombas que impulsan metanol, para garantizar la estequiometría adecuada.

2.2.3 Intercambiadores de calor

Se requieren de 4 intercambiadores de calor a lo largo de todo el proceso para obtener en cada punto las temperaturas deseadas. El primer intercambiador precalienta el metanol salido de los tanques con los gases de la salida del reactor, para aprovechar al máximo la energía térmica de estos. El segundo se encuentra justo antes del reactor, y su función es alcanzar la temperatura requerida para que el metanol reaccione correctamente. Este obtiene su fuente de calor de una corriente de agua previamente calentada. Para controlar la temperatura del reactor se usa un recubrimiento con aceite térmico, que posteriormente se enfría con agua de proceso para poder volver al reactor y poder continuar retirando calor. El último intercambiador junta dos corrientes de agua de servicio, ahorrando energía en posteriores calentamientos y enfriamientos de estos dos caudales. Asimismo, los intercambiadores están fabricados con acero inoxidable 316L para evitar corrosión o contaminación, y operan con lazos de control para garantizar la seguridad y el funcionamiento de la planta.

2.2.4 Air coolers

En la planta Formics se usan 3 air coolers con distintos objetivos. El primero está justo detrás del intercambiador por donde pasan los gases de salida del reactor, y su funcionamiento es vital ya que termina de enfriar el corriente para que el formaldehído esté completamente estable y pueda entrar a la columna de absorción a la temperatura requerida.

Los otros dos air coolers encuentran su función en etapas más avanzadas del proceso, ya que sirven para terminar de enfriar el agua de proceso para enviarla al inicio y poder volver a usarla.

2.2.5 Mezclador

El mezclador se encarga de homogeneizar la corriente que entrará al reactor, para que la distribución en los tubos del reactor sea lo más regular posible, y evitar posibles riesgos de inflamabilidad y posibles desbordamientos térmicos.

2.2.6 Coolers

Para este proceso se requiere de dos coolers. Los dos enfrían los corrientes de entrada al scrubber, el de agua de proceso y el de gases del absorbedor. Su propósito es muy similar, ya que estos disminuyen la temperatura con la que se trabaja en el scrubber, maximizando así la absorción de trazas de metanol ya que se reduce el volumen específico del corriente de gas y se mejora la capacidad de absorción del agua.

2.2.7 Caldera de recuperación

Solo se usa una caldera en todo el proceso, y también cumple un papel muy importante. Usa gas natural para generar calor y calentar agua de proceso, agua que actuará en el intercambiador que ajusta la temperatura de la entrada al reactor.

2.2.8 Reactor

El reactor es el equipo principal y el núcleo operativo de cualquier planta química, y para el proceso Formox, se ha seleccionado un reactor multitubular de lecho fijo, con óxido de molibdeno como catalizador debido a su alta selectividad.

En Formics se cuenta con dos de estos reactores, para un mayor control de temperatura, presión y síntesis del formol. Cada uno de estos reactores alberga 4000 tubos paralelos, con un diámetro

interno de 0.03388 m y longitud de 1.5 m. Están construidos por acero inoxidable AISI 316L, para evitar cualquier tipo de corrosión o picaduras, y soportar temperaturas elevadas.

La reacción química principal tiene lugar sobre la superficie del catalizador, y se trata de la oxidación parcial de metanol para formar formaldehído:

$$CH_3OH + ½O_2 \rightarrow HCHO + H_2O$$

Esta reacción es fuertemente exotérmica. Para evitar reacciones secundarias y reducir la formación de puntos calientes que podrían degradar irreversiblemente el catalizador, el empaquetamiento activo se encuentra diluido en una fracción de 0,15 con un compuesto inerte, resultando en una masa total de relleno de 0,85 kg por tubo (de los cuales solo 0,128 kg corresponden a catalizador puro). Con esta configuración se asegura una conversión del metanol del 97,96% con un tiempo de residencia extremadamente corto de 0,576 s.

Para controlar la temperatura el reactor incorpora un robusto sistema de refrigeración por carcasa. Por este espacio exterior circula un aceite térmico refrigerante a gran caudal, el cual entra al equipo para absorber la energía liberada y estabilizar el perfil térmico del reactor de forma isotérmica a los 247,4ºC de operación.

2.2.9 Absorbedor

La torre de absorción es la unidad crítica de acabado en la producción de formaldehído. Su objetivo principal es recuperar el formaldehído presente en la corriente gaseosa procedente del reactor, transfiriéndolo de manera eficiente a una fase acuosa. Con esta primera separación se obtiene la base del producto final, formaldehído a casi un 36%.

El equipo consiste en una columna empacada que opera en régimen continuo y estacionario con un flujo en contracorriente gas-líquido. Cuenta con un diámetro de 2,8 m y una altura de empaque de 6 m. En su interior, utiliza anillos Pall metálicos de 90 mm de diámetro como material de relleno. El proceso físico-químico se fundamenta en la alta solubilidad del formaldehído gaseoso en el agua líquida que actúa como disolvente. La alimentación gaseosa contiene el formaldehído, metanol residual y gases inertes (oxígeno y nitrógeno), mientras que el líquido que alimenta al absorbedor es agua. Gracias a este diseño, la torre alcanza un altísimo rendimiento de absorción del 98%.

Para asegurar una absorción favorable y operar de forma segura lejos de las condiciones de inundación, el absorbedor trabaja a una temperatura de 47 °C y una presión de 1,15 atm. A su vez, el equipo está diseñado para mantener una caída de presión total de 90 mm H_2O a lo largo de todo el lecho, un valor típico para una columna empacada de estas características.

2.2.10 Scrubber

El Scrubber actúa en la planta de Formics como un equipo de limpieza de gases y recuperación, funcionando a efectos prácticos como una columna de absorción secundaria. Su objetivo principal es recuperar el formaldehído que no se ha recuperado en la primera columna, para llegar así al requerimiento de venta del producto de una concentración del 37%.

El equipo está diseñado como una columna que alberga dos lechos empacados. Al igual que la torre de absorción principal, utiliza anillos Pall metálicos de 90 mm como material de relleno. La columna presenta un diámetro de 2,8 m y cada uno de los dos lechos tiene una altura de 3,0 m.

En cuanto al funcionamiento físico-químico, la corriente de gas residual proveniente de la absorción (que aún contiene proporciones de nitrógeno, oxígeno, formaldehído y metanol) se lava utilizando una corriente de agua pura que ingresa al equipo a 10 °C y 1,4 bar. Gracias a la excelente solubilidad que tiene el formaldehído en el agua fría, el proceso requiere una relación Líquido/Gas baja.

Operativamente, esta baja relación L/G hace que el equipo trabaje con una densidad de riego reducida. A pesar de que esto desplaza la operación fuera del rango óptimo de las correlaciones estándar de capacidad, el diámetro sobredimensionado del scrubber garantiza que la torre opere de forma totalmente segura y alejada de la zona de inundación.

Finalmente, tras este lavado, el gas limpio es liberado a la atmósfera a unos 8,5 °C y 1,1 bar, mientras que la fase líquida (con el formaldehído recuperado) sale por la parte inferior del equipo y se mezcla con el producto de salida del absorbedor antes de entrar a los tanques de almacenamiento.

2.3 Listado de equipos

2.3.1 Área 100

	Hoja 1 de 1	LISTADO DE EQUIPOS POR ÁREA		
FORMICS	**Área planta**	A-100 (Productos)	**Fecha**	21/05/2026
			Revisión	13/06 /2026

Ítem	Equipo	Material	Diseño		Precio (€)
T-101	Tanque de almacenamiento de metanol	AISI 316L	Volumen (m^3)	402.7	99847,15
T-102	Tanque de almacenamiento de metanol	AISI 316L	Volumen (m^3)	402.7	99847,15
T-103	Tanque de almacenamiento de metanol	AISI 316L	Volumen (m^3)	402.7	99847,15
T-104	Tanque de almacenamiento de metanol	AISI 316L	Volumen (m^3)	402.7	99847,15

2.3.2 Área 200

	Hoja 1 de 2	LISTADO DE EQUIPOS POR ÁREA		
FORMICS	**Área planta**	A-100 (Productos)	**Fecha**	21/05/2026
			Revisión	13/06 /2026

Ítem	Equipo	Material	Diseño		Precio (€)
K-201	Compresor	AISI 316L	Potencia (kW)	2155	2925058,36
MZ-201	Mezclador de reactivos	AISI 316L	Caudal (m^3/h)	39316.55	24252.57
E-201	Intercambiador de calor	AISI 316L	Área (m^2)	165.9	154106
E-202	Intercambiador de calor	AISI 316L	Área (m^2)	178.6	150320
R-201	Reactor	AISI 316L	Volumen (m^3)	6.67	235965,56
R-202	Reactor	AISI 316L	Volumen (m^3)	6.67	235965,56

	Hoja 2 de 2	LISTADO DE EQUIPOS POR ÁREA		
FORMICS	Área planta	A-100 (Productos)	Fecha	21/05/2026
			Revisión	13/06 /2026

Ítem	Equipo	Material	Diseño	Precio (€)	Ítem
CR-201	Caldera acuatubular	AISI 316L	Duty (kW)	2107	285459.68
E-203	Intercambiador de calor	AISI 316L	Área (m²)	46.24	120248
E-204	Intercambiador de calor	AISI 316L	Área (m²)	34.71	29.467
AC-201	Air cooler	AISI 316L	Duty (kW)	6688	207950.64
AC-202	Air cooler	AISI 316L	Duty (kW)	1085	33329.54
AC-203	Air cooler	AISI 316L	Duty (kW)	2033	34152.07

2.3.3 Área 300

	Hoja 1 de 1	LISTADO DE EQUIPOS POR ÁREA		
FORMICS	Área planta	A-100 (Productos)	Fecha	21/05/2026
			Revisión	13/06 /2026

Ítem	Equipo	Material	Diseño		Precio (€)
A-301	Absorbedor	AISI 316L	Nº de fases	15	528246,73
SC-301	Scrubber	AISI 316L	Lechos	2	528246,73
C-301	Cooler	AISI 316L	Duty (kW)	3776	140684,50
C-302	Cooler	AISI 316L	Duty (kW)	33.24	33329,54

2.3.4 Área 400

	Hoja 1 de 1	LISTADO DE EQUIPOS POR ÁREA		
FORMICS	**Área planta**	A-100 (Productos)	**Fecha**	21/05/2026
			Revisión	13/06 /2026

Ítem	Equipo	Material	Diseño		Precio (€)
T-401	Tanque de almacenamiento de metanol	AISI 316L	Volumen (m^3)	565	122766,57
T-402	Tanque de almacenamiento de metanol	AISI 316L	Volumen (m^3)	565	122766,57
T-403	Tanque de almacenamiento de metanol	AISI 316L	Volumen (m^3)	565	122766,57
T-404	Tanque de almacenamiento de metanol	AISI 316L	Volumen (m^3)	565	122766,57

2.4 Hojas de especificaciones

A continuación, se presentan las hojas de especificaciones de los equipos principales de la planta Formics.

En estas fichas se resume toda la información técnica necesaria para cada unidad. En ellas se detallan los parámetros de operación, las condiciones de diseño, el material de construcción y la normativa que se ha seguido para cada caso

Básicamente, estos documentos recogen los resultados obtenidos previamente en los balances de materia y energía, y sirven como punto de partida para poder pedir equipos y presupuestos a los distintos proveedores.

2.4.1 Tanques de almacenamiento de metanol

	Hoja de especificaciones			Hoja 1/1
	Planta	Formics	Fecha	17/05/2026
	Ubicación	Tarragona	Revisión	22/05/2026
	Área	100	Ítems	T-101 a T-104
Datos generales				
Equipo	Tanque de almacenamiento de reactivos			
Función del equipo	Almacenar metanol			
Componentes principales	Metanol			
Fase	Líquida			
Coste (€)	99847,15			
Datos de operación				
Temperatura (ºC)	25ºC			
Presión (bar)	0.595			
Volumen de la mezcla (m^3)	353.24			
Densidad del fluido (kg/m^3)	792			
Material				
Tipo	AISI 316L			
Tensión admitida (Pa)	115000000			
Factor de soldadura	1			
Datos de diseño				
Temperatura de diseño (ºC)	50ºC			
Presión de diseño (bar)	0.68			
Norma/Código	API 650			
Capacidad total (m^3)	402,7			
Diámetro externo (m)	8.02			
Altura (m)	8.02			
Grosor (mm)	8			
Peso tanque vacío (kg)	20600			
Peso tanque en operación (kg)	300373			
Esquema				
				

2.4.2 Compresor

	Hoja de especificaciones			Hoja 1/1
	Planta	Formics	Fecha	17/05/2026
	Ubicación	Tarragona	Revisión	22/05/2026
	Área	200	Ítems	K-201
Datos generales				
Equipo	Compresor centrífugo			
Función del equipo	Impulsar aire para mezclar			
Componentes principales	Aire			
Fase	Gas			
Coste	2925058,36			
Datos de operación				
Potencia (kW)	2155			
Densidad fluido (kg/m³)	1.18			
Caudal de operación (m³/h)	55796			
Material				
Tipo	AISI 316L			
Datos de diseño				
Carga de presión (bar)	1.487			
Caudal volumétrico de aire (m³/h)	61376			
Tipo de compresor	Centrífugo monoetapa			
Norma/Código	API 617			
Marca	Elliott Group			
Modelo	Serie 1G / Single-Stage			
Potencia (kW)	2500			
Esquema				

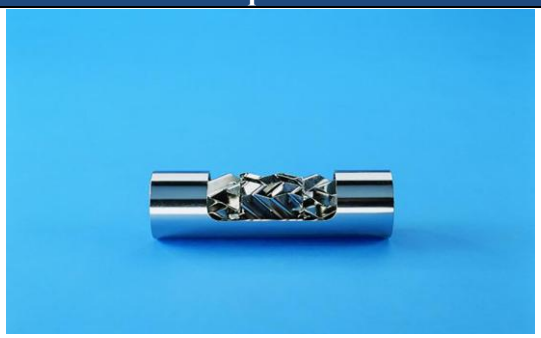


2.4.3 Mezclador

FORMICS	Hoja de especificaciones			Hoja 1/1
	Planta	Formics	Fecha	17/05/2026
	Ubicación	Tarragona	Revisión	22/05/2026
	Área	200	Ítems	MZ-201

Datos generales	
Equipo	Mezclador estático
Función del equipo	Mezclar aire y metanol
Componentes principales	Aire, metanol
Fase	Gas
Coste (€)	24252.57
Datos de operación	
Temperatura (ºC)	148.2
Presión (bar)	2.175
Densidad (kg/m³)	1.804
Caudal de la mezcla (m³/h)	39317
Material	
Tipo	AISI 316L
Tensión admitida (Pa)	115000000
Factor de soldadura	1
Datos de diseño	
Temperatura de diseño (ºC)	180
Presión de diseño (bar)	2.4
Norma/Código	ASME B31.3
Marca	Sulzer
Modelo	SMV
Caudal de entrada(m³/h)	45000
Elemento mezclador	Placas deflectoras internas

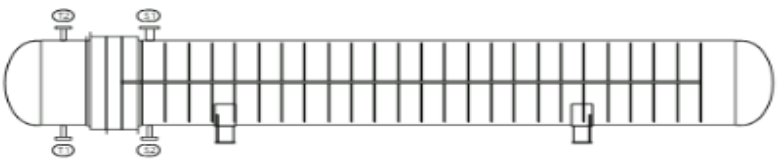
Esquema



2.4.4 Intercambiadores de calor

	Hoja de especificaciones			Hoja 1/1
	Planta	Formics	Fecha	17/05/2026
	Ubicación	Tarragona	Revisión	22/05/2026
	Área	200	Ítems	E-201

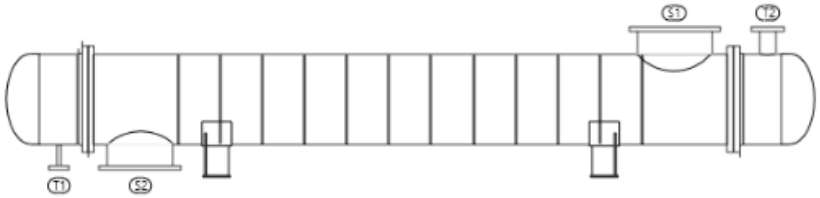
Datos generales		
Equipo	Intercambiador de calor (Carcasa y tubos)	
Función del equipo	Precalentar agua	
Componentes principales	Agua	
Fase	Líquida	
Coste (€)	154106	
Datos de operación		
Presión por tubos (bar)	45	
Presión por carcasa (bar)	45	
Tiempo de operación (h/año)	7200	
Material		
Tipo	AISI 316L	
Tensión admitida (Pa)	115000000	
Factor de soldadura	1	
Datos de diseño		
Coeficiente global de transferencia de calor ($W/m^2 \cdot K$)	309.2	
Área de intercambio (m^2)	165.9	
Velocidad por tubos (m/s)	0.016	
Número de tubos por paso	466	
	Tubos	Carcasa
Fluido	Agua	Agua
Temperatura de entrada (ºC)	25.41	257.37
Temperatura de salida (ºC)	245	39.67
Diámetro interno (m)	0.016	0.825
Longitud (m)	4.6	4.6
Pasos	2	1
Pérdida de carga (bar)	0.038	0.023
Caudal (kg/h)	4248	4248
Factor ensuciamiento ($m^2 \cdot K/W$)	0.0002	0.0002
Configuración	TEMA BFU	
Esquema		



	Hoja de especificaciones			Hoja 1/1
	Planta	Formics	Fecha	17/05/2026
	Ubicación	Tarragona	Revisión	22/05/2026
	Área	200	Ítems	E-202

Datos generales		
Equipo	Intercambiador de calor (Carcasa y tubos)	
Función del equipo	Vaporizar metanol	
Componentes principales	Metanol / Producto del Reactor	
Fase	Líquido a Gas / Gas	
Coste (€)	150320	
Datos de operación		
Presión por tubos (bar)	2.20	
Presión por carcasa (bar)	1.82	
Tiempo de operación (h/año)	7200	
Material		
Tipo	AISI 316L	
Tensión admitida (Pa)	115000000	
Factor de soldadura	1	
Datos de diseño		
Coeficiente global de transferencia de calor ($W/m^2 \cdot K$)	107.8	
Área de intercambio (m^2)	178.6	
Velocidad por tubos (m/s)	4.67	
Número de tubos por paso	226	
	Tubos	Carcasa
Fluido	Metanol	Gas de salida de reactor
Temperatura de entrada (ºC)	25.06	247.44
Temperatura de salida (ºC)	210.45	156.24
Diámetro interno (m)	0.016	0.505
Longitud (m)	3.5	3.5
Pasos	1	1
Pérdida de carga (bar)	0.032	0.134
Caudal (kg/h)	5116	74610
Factor ensuciamiento ($m^2 \cdot K/W$)	0.0002	0.0003
Configuración	TEMA BEM	

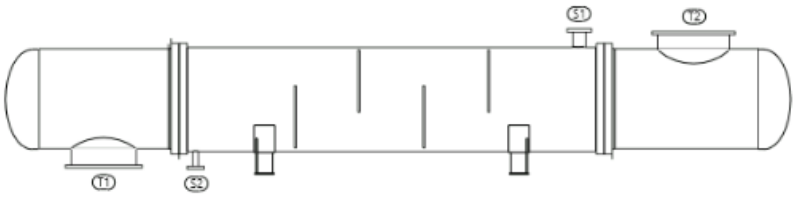
Esquema



	Hoja de especificaciones			Hoja 1/1
	Planta	Formics	Fecha	17/05/2026
	Ubicación	Tarragona	Revisión	22/05/2026
	Área	200	Ítems	E-203

Datos generales		
Equipo	Intercambiador de calor (Carcasa y tubos)	
Función del equipo	Calentar gas de entrada a reactor	
Componentes principales	Mezcla reactiva / Vapor de agua	
Fase	Gas / Gas a Líquida	
Coste (€)	120248	
Datos de operación		
Presión por tubos (bar)	2.17	
Presión por carcasa (bar)	45.00	
Tiempo de operación (h/año)	7200	
Material		
Tipo	AISI 316L	
Tensión admitida (Pa)	115000000	
Factor de soldadura	1	
Datos de diseño		
Coeficiente global de transferencia de calor ($W/m^2 \cdot K$)	238.7	
Área de intercambio (m^2)	46.24	
Velocidad por tubos (m/s)	83.46	
Número de tubos por paso	941	
	Tubos	Carcasa
Fluido	Mezcla reactiva (Gases)	Vapor de agua
Temperatura de entrada (ºC)	148.22	247.44
Temperatura de salida (ºC)	241.85	156.24
Diámetro interno (m)	0.016	0.800
Longitud (m)	3.3	3.3
Pasos	1	1
Pérdida de carga (bar)	0.277	0.021
Caudal (kg/h)	70904	4248
Factor ensuciamiento ($m^2 \cdot K/W$)	0.0003	0.0002
Configuración	TEMA BEM	

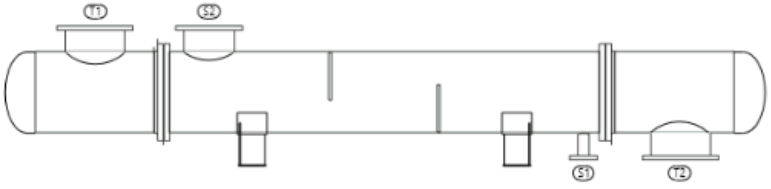
Esquema



	Hoja de especificaciones			Hoja 1/1
	Planta	Formics	Fecha	17/05/2026
	Ubicación	Tarragona	Revisión	22/05/2026
	Área	200	Ítems	E-204

Datos generales		
Equipo	Intercambiador de calor (Carcasa y tubos)	
Función del equipo	Enfriar aceite térmico	
Componentes principales	Aceite térmico / Agua	
Fase	Líquida / Líquida a Gas	
Coste (€)	29.467	
Datos de operación		
Presión por tubos (bar)	3.54	
Presión por carcasa (bar)	2.02	
Tiempo de operación (h/año)	7200	
Material		
Tipo	AISI 316L	
Tensión admitida (Pa)	115000000	
Factor de soldadura	1	
Datos de diseño		
Coeficiente global de transferencia de calor ($W/m^2 \cdot K$)	1901	
Área de intercambio (m^2)	34.71	
Velocidad por tubos (m/s)	3.22	
Número de tubos por paso	256	
	Tubos	Carcasa
Fluido	Aceite Térmico	Agua
Temperatura de entrada (ºC)	240.96	25.01
Temperatura de salida (ºC)	216.80	120.63
Diámetro interno (m)	0.016	0.450
Longitud (m)	2.40	2.40
Pasos	1	1
Pérdida de carga (bar)	0.204	0.105
Caudal (kg/h)	497944	10797
Factor ensuciamiento ($m^2 \cdot K/W$)	0.0002	0.0002
Configuración	TEMA BEM	

Esquema



2.4.5 Reactores

FORMICS	Hoja de especificaciones			Hoja 1/2
	Planta	Formics	Fecha	17/05/2026
	Ubicación	Tarragona	Revisión	22/05/2026
	Área	200	Ítems	R-201y R-202
Datos generales				
Equipo	Reactor tubular de lecho empacado			
Función del equipo	Obtener formaldehído			
Componentes principales	Metanol, aire, agua, formaldehído			
Fase	Gas			
Coste (€)	235965,56			
Datos de operación				
Temperatura (ºC)	337			
Presión (bar)	2.03			
Volumen útil (m^3)	6.67			
Caudal másico (kg/h)	35445			
Peso en operación (kg)	30800			
Tiempo de residencia (s)	0.576			
Material				
Tipo	AISI 316L			
Tensión admitida (Pa)	115000000			
Factor de soldadura	1			
Datos de diseño				
Temperatura de diseño (ºC)	370			
Presión de diseño (bar)	2.5			
Número de tubos	4000			
Diámetro interno tubos (m)	0.0339			
Pitch	Triangular			
Separación entre centros de tubos (m)	0.047			
Fluido refrigerante	Aceite térmico			
Caída de presión por tubos (bar)	0.213			
Caída de presión por carcasa (bar)	0.0055			
Norma/Código	ASME VIII			
Capacidad total (m^3)	7.5			
Diámetro externo (m)	3.22			
Altura (m)	2			
Grosor (m)	0.01			
Catalizador	Hierro-molibdeno			
Peso tanque vacío (kg)	21300			

	Hoja de especificaciones			Hoja 2/2
	Planta	Formics	Fecha	17/05/2026
	Ubicación	Tarragona	Revisión	22/05/2026
	Área	200	Ítems	R-201y R-202

Esquema

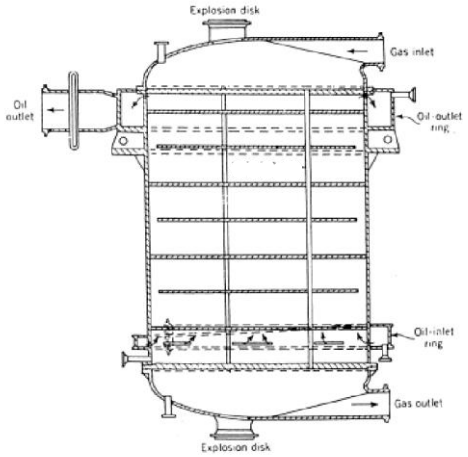


Figura 4: Non-adiabatic Multi-tubular Reactor

2.4.6 Caldera

FORMICS	Hoja de especificaciones			Hoja 1/1
	Planta	Formics	Fecha	17/05/2026
	Ubicación	Tarragona	Revisión	22/05/2026
	Área	200	Ítems	CR-201
Datos generales				
Equipo	Caldera acuatubular			
Función del equipo	Generar vapor			
Componentes principales	Agua			
Fase	Líquida/gas			
Coste (€)	285459.68			
Datos de operación				
Combustible	Gas natural			
Fluido	Vapor de agua a alta presión			
Temperatura máxima (ºC)	257.4			
Presión (bar)	45			
Caudal (kg/h)	4248			
Potencia térmica (kW)	2107			
Material				
Tipo	AISI 316L			
Tensión admitida (Pa)	115000000			
Factor de soldadura	1			
Datos de diseño				
Marca	Clayton Steam Systems			
Modelo	Serie E-354			
Norma/Código	ASME Sección I			
Capacidad nominal (kg/h)	5000			
Presión de vapor (bar)	50			
Temperatura de vapor (ºC)	280			
Consumo de combustible (kg/h)	175.4			
Aire de combustión (kg/h)	3473			
Gases de escape (kg/h)	3648.4			
Temperatura de la chimenea (ºC)	135			

	Hoja de especificaciones			Hoja 2/2
	Planta	Formics	Fecha	17/05/2026
	Ubicación	Tarragona	Revisión	22/05/2026
	Área	200	Ítems	CR-201
Esquema				



2.4.7 Air coolers

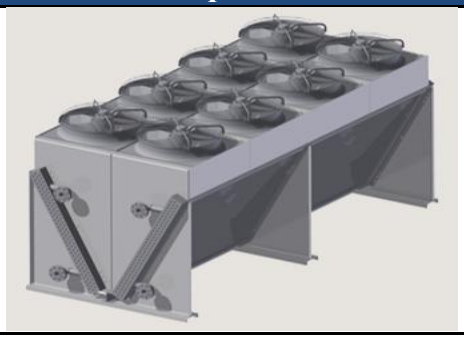
FORMICS	Hoja de especificaciones			Hoja 1/1
	Planta	Formics	Fecha	17/05/2026
	Ubicación	Tarragona	Revisión	22/05/2026
	Área	200	Ítems	AC-201

Datos generales	
Equipo	Air cooler
Función del equipo	Condensar agua
Componentes principales	Agua
Fase	Líquido/gas
Coste (€)	207950.64
Datos de operación	
Temperatura (ºC)	104.8
Presión (bar)	1.2
Caudal (kg/h)	10798
Potencia térmica (kW)	6688
Material	
Tipo	AISI 316L
Tensión admitida (Pa)	115000000
Factor de soldadura	1
Datos de diseño	
Marca	Alfa Laval
Modelo	ACE Model E (Multi-bay)
Norma/Código	API 661
Capacidad nominal (kg/h)	12000
Esquema	



	Hoja de especificaciones			Hoja 1/1
	Planta	Formics	Fecha	17/05/2026
	Ubicación	Tarragona	Revisión	22/05/2026
	Área	200	Ítems	AC-202
Datos generales				
Equipo	Air cooler			
Función del equipo	Enfriar agua			
Componentes principales	Agua			
Fase	Líquido			
Coste (€)	33329.54			
Datos de operación				
Temperatura (ºC)	25			
Presión (bar)	1.13			
Caudal (kg/h)	15046			
Potencia térmica (kW)	1085			
Material				
Tipo	AISI 316L			
Tensión admitida (Pa)	115000000			
Factor de soldadura	1			
Datos de diseño				
Marca	Alfa Laval			
Modelo	ACE Model A (Single fan)			
Norma/Código	API 661			
Capacidad nominal (kg/h)	18000			
Esquema				



	Hoja de especificaciones			Hoja 1/1
	Planta	Formics	Fecha	17/05/2026
	Ubicación	Tarragona	Revisión	22/05/2026
	Área	200	Ítems	AC-203
Datos generales				
Equipo		Air cooler		
Función del equipo		Enfriar gases de salida del reactor		
Componentes principales		Gases de salida del reactor		
Fase		Líquido/gas		
Coste (€)		34152.07		
Datos de operación				
Temperatura (ºC)		66		
Presión (bar)		1.547		
Caudal (kg/h)		74610		
Potencia térmica (kW)		2033		
Material				
Tipo		AISI 316L		
Tensión admitida (Pa)		115000000		
Factor de soldadura		1		
Datos de diseño				
Marca		Alfa Laval		
Modelo		ACE Model V (Double fan)		
Norma/Código		API 661		
Capacidad nominal (kg/h)		80000		
Esquema				
				

2.4.8 Absorbedor

Hoja de especificaciones			Hoja 1/2
Planta	Formics	Fecha	17/05/2026
Ubicación	Tarragona	Revisión	22/05/2026
Área	300	Ítems	A-301

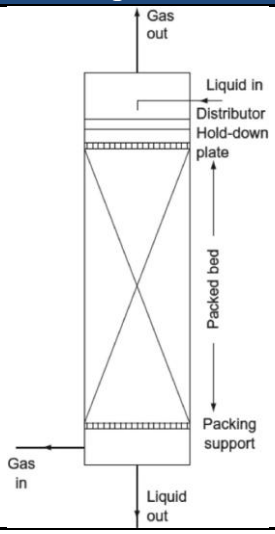
Datos generales	
Equipo	Absorbedor empacado con anillos Pall
Función del equipo	Separar el formaldehido
Componentes principales	Metanol, Agua, Formaldehido, Aire
Fase	Líquida/gas
Coste (€)	528246,73
Material	
Tipo	AISI 316L
Tensión admitida (Pa)	115000000
Factor de soldadura	1

Datos de operación		
Entradas	**Líquido**	**Gas**
Agua	1	0.062
Metanol	0	0.0013
Oxígeno	0	0.1592
Nitrógeno	0	0.7155
Formaldehido	0	0.062
Presión (bar)	1.013	1.547
Temperatura (ºC)	25	66
Caudal molar (kmol/h)	166.5	2650
Salidas	**Gas**	**Líquido**
Agua	0.0847	0.5252
Metanol	0.0013	0
Oxígeno	0.1618	0
Nitrógeno	0.7273	0
Formaldehido	0.0249	0.4746
Presión (bar)	1.538	1.547
Temperatura (ºC)	54.76	59.08
Caudal molar (kmol/h)	2607	209.7

FORMICS	Hoja de especificaciones			Hoja 2/2
	Planta	Formics	Fecha	17/05/2026
	Ubicación	Tarragona	Revisión	22/05/2026
	Área	300	Ítems	A-301

Datos de diseño	
Norma/Código	ASME VIII
Nº de etapas de equilibrio teóricas	15
Producto de salida	Formol 37% (en peso)
Rendimiento de absorción (%)	98
Empaque interno	Anillos Pall de 90 mm
Diámetro interno (m)	2.8
Altura (m)	9 (6 de empaque)
Presión de diseño (atm)	2
Temperatura de diseño (ºC)	80
Caída de presión (bar)	0.009

Esquema



2.4.9 Scrubber

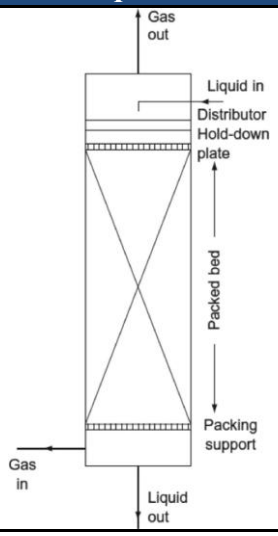
	Hoja de especificaciones			Hoja 1/2
	Planta	Formics	Fecha	17/05/2026
	Ubicación	Tarragona	Revisión	22/05/2026
	Área	300	Ítems	SC-301

Datos generales			
Equipo	Scrubber		
Función del equipo	Recuperar formaldehido y limpiar gases		
Componentes principales	Metanol, Agua, Formaldehido, Aire		
Fase	Líquida/gas		
Coste (€)	528246,73		
Material			
Tipo	AISI 316L		
Tensión admitida (Pa)	115000000		
Factor de soldadura	1		
Datos de operación			
Entradas	**Líquido**	**Gas**	
Agua	1	0.0847	
Metanol	0	0.0013	
Oxígeno	0	0.1618	
Nitrógeno	0	0.7273	
Formaldehido	0	0.0249	
Presión (bar)	1.013	1.35	
Temperatura (ºC)	10	9.76	
Caudal molar (kmol/h)	105.5	2607	
Salidas	**Gas**	**Líquido**	
Agua	0.01	0.8231	
Metanol	0.0014	0.005	
Oxígeno	0.1799	0	
Nitrógeno	0.8087	0	
Formaldehido	0	0.1764	
Presión (bar)	1.15	1.4	
Temperatura (ºC)	8.51	9.77	
Caudal molar (kmol/h)	2344	367.9	

	Hoja de especificaciones			Hoja 2/2
	Planta	Formics	Fecha	17/05/2026
	Ubicación	Tarragona	Revisión	22/05/2026
	Área	300	Ítems	SC-301

Datos de diseño	
Tipo de internos	Empaque estructurado (2 lechos)
Diámetro interno (m)	2.8
Altura (m)	9 (3 y 3 de empaque)
Presión de diseño (atm)	2
Temperatura de diseño (ºC)	50
Caída de presión (bar)	0.25

Esquema



2.4.10 Coolers

FORMICS	Hoja de especificaciones			Hoja 1/1
	Planta	Formics	Fecha	17/05/2026
	Ubicación	Tarragona	Revisión	22/05/2026
	Área	300	Ítems	C-301
Datos generales				
Equipo	Cooler de carcasa y tubos			
Función del equipo	Enfriar gases			
Componentes principales	Formaldehido, agua, nitrógeno, oxígeno			
Fluido refrigerante	Amoníaco			
Fase	Gas			
Coste (€)	140684,50			
Datos de operación				
Temperatura (ºC)	9.76			
Presión (bar)	1.35			
Caudal a enfriar (kg/h)	72637.63			
Potencia térmica (kW)	3776			
Material				
Tipo	AISI 316L			
Tensión admitida (Pa)	115000000			
Factor de soldadura	1			
Datos de diseño				
Marca	Alfa Laval			
Modelo	Olmi			
Norma/Código	TEMA / ASME VIII			
Capacidad nominal (kg/h)	80000			
Esquema				



FORMICS	Hoja de especificaciones			Hoja 1/1
	Planta	Formics	Fecha	17/05/2026
	Ubicación	Tarragona	Revisión	22/05/2026
	Área	300	Ítems	C-302
Datos generales				
Equipo	Cooler de placas			
Función del equipo	Enfriar agua			
Componentes principales	Agua			
Fluido refrigerante	Amoníaco			
Fase	Líquido			
Coste (€)	33329,54			
Datos de operación				
Temperatura (ºC)	10			
Presión (bar)	1.13			
Caudal de agua a enfriar (kg/h)	1900			
Potencia térmica (kW)	33.24			
Material				
Tipo	AISI 316L			
Tensión admitida (Pa)	115000000			
Factor de soldadura	N/A			
Datos de diseño				
Marca	Alfa Laval			
Modelo	Línea industrial estándar			
Norma/Código	ASME VIII Div. 1			
Capacidad nominal (kg/h)	2200			
Esquema				



2.4.11 Tanques de almacenamiento de producto

FORMICS	Hoja de especificaciones			Hoja 1/1
	Planta	Formics	Fecha	17/05/2026
	Ubicación	Tarragona	Revisión	22/05/2026
	Área	400	Ítems	T-401 a T-404

Datos generales	
Equipo	Tanque de almacenamiento de producto
Función del equipo	Almacenar formol al 37%
Componentes principales	Metanol, formol, agua
Fase	Líquida
Coste (€)	122766.57
Datos de operación	
Temperatura (ºC)	35
Presión (bar)	1.02
Densidad del fluido (kg/m³)	1110
Volumen de la mezcla (m³)	495.6
Material	
Tipo	AISI 316L
Tensión admitida (Pa)	115000000
Factor de soldadura	1
Datos de diseño	
Temperatura de diseño (ºC)	50
Presión de diseño (bar)	1.18
Norma/Código	API 650
Capacidad total (m³)	565
Diámetro externo (m)	8.45
Altura (m)	10.12
Grosor (mm)	8
Peso tanque vacío (kg)	26932.4
Peso tanque en operación (kg)	577022
Esquema	



2.5 Bibliografía

La bibliografía correspondiente al diseño de los equipos se puede consultar en el capítulo 11. Manual de cálculo