



PLANTA DE PRODUCCIÓN DE ASPIRINA (API)

Trabajo Final de Grado

Tutor: Marc Peris

Rubén Aleu

Alex Espinoza

Cristina Sánchez

Marta Sobocinska

Junhong Ye

UAB
Universitat Autònoma
de Barcelona

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BARCELONA
ESCOLA D'ENGINYERIA
GRADO DE INGENIERÍA QUÍMICA

Año académico 2018/2019

CAPÍTULO IV: TUBERÍAS, VÁLVULAS Y ACCESORIOS



PLANTA DE PRODUCCIÓN DE ASPIRINA (API)

Trabajo Final de Grado

Tutor: Marc Peris

Rubén Aleu

Alex Espinoza

Cristina Sánchez

Marta Sobocinska

Junhong Ye



**Universitat Autònoma
de Barcelona**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BARCELONA
ESCOLA D'ENGINYERIA
GRADO DE INGENIERÍA QUÍMICA

Año académico 2018/2019

ÍNDICE

4. Tuberías.....	1
4.1. Introducción.....	1
4.1.1 Nomenclatura	1
4.1.2. Bridas	3
4.1.3. Materiales utilizados	4
4.1.4. Parámetros de diseño	4
4.1.5. Aislamiento térmico.....	4
4.1.6. Listado de tuberías por áreas.....	6
4.2. Válvulas.....	9
4.2.1. Nomenclatura	9
4.2.2. Tipos de válvulas	10
4.2.2.1. Válvula On/OFF.....	10
4.2.2.2 Modulante	10
4.2.2.3. Asiento	10
4.2.2.4. Anti retorno.....	10
4.2.2.5 Válvulas de tres vías	10
4.2.3. Listado de Válvulas.....	11
4.3. Accesorios.....	16
4.3.1. Tipos de accesorios	16
4.3.1.1. Juntas de dilatación.....	16
4.3.1.2. Discos de ruptura	16
4.3.1.3. Purgadores.....	16
4.3.2. Listado de accesorios por áreas	17
4.4. Bombas.....	18
4.4.1. Bombas centrifugas	18
4.4.2. Bombas diafragma.....	18
4.4.3 Nomenclatura de las bombas.....	18

4.4.4. Listado de bombas.....	19
4.4.5. Hojas de especificaciones de las bombas.....	21
4.5. Compresores.....	33
4.5.1. Nomenclatura de los compresores.....	33
4.5.2. Listado de compresores.....	34
4.5.3. Hojas de especificaciones de los compresores.....	35
4.4. Bibliografía.....	37

4. Tuberías

4.1. Introducción

Cualquier industria química necesita de tuberías para el transporte de fluidos para los diferentes equipos, ya que es un elemento indispensable para el correcto funcionamiento de esta.

Para la elección de las tuberías se debe de tener en cuenta las características del fluido por donde va a circular, como temperatura, presión y estado de agregación. El caudal volumétrico del fluido, ya que este determinará la agredará del diámetro de tubería y su velocidad de circulación

4.1.1 Nomenclatura

La nomenclatura de las tuberías está compuesta por 4 partes:

1ª parte – Número que identifica el diámetro nominal (DN) de la tubería.

2ª parte – Letra que especifica el material de construcción de la tubería. A continuación se muestra en una tabla las abreviaciones, dicha tabla es la 3.1

Tabla 4.1-1. Propiedad de acero inoxidable AISI 316L

Abreviación	Material
AI	Acero inoxidable 316L
A2	PVC

3ª parte – Letra que corresponde al tipo de corriente que pasa por la tubería, ya sea sustancia pura, mezclas de sustancias o fluido de servicio.

Tabla 4.1-2 Abreviación de sustancias puras

Sustancia	Nomenclatura
Acido Salicílico	ASC
H ₂ O	H
Na ₂ SO ₄	SDS
fenol	F
NaOH 50%	S
CO ₂	C
H ₂ SO ₄	SS
Salicilato de sodio	SSC
Fenolato de sodio	FDS
Aspirina	A
Acetato de calcio	ADC
CaO	CA
Acido Salicílico	AS
Anhídrido acético	AAC

Tabla 4.1-3. Abreviación de sustancias de mezcla

Mezcla de Sustancias	Nomenclatura
F+FDS	K1
F+C	K2
SSC+H	K3
H+SS	K4
AS+H+SS	K5
AS+H+SS+SDS	K6
AS+H	K7
H+A	K8
ADC+H	K9
ADC+A	K10
SSC+SS	K11
A+ADC+H	K12

4ª parte – Nombre de identificación de tubería. El primer número señala el área de instalación y los dos últimos el número de identificación de la propia tubería.

Tabla 4.1-4. Áreas de la planta con su nomenclatura.

Área de planta	Nomenclatura
Almacén de materias primas	A-100
Área de reacción 1	A-200
Área de reacción 2	A-300
Acondicionado	A-400
Producto acabado	A-500
Servicios	A-600
Medio Ambiente	A-700
Almacén y taller	A-800
Laboratorio	A-900
Oficinas y vestuarios	A-1000

4.1.2. Bridas

Las bridas se emplean fundamentalmente para la unión de tuberías, ya sea con válvulas, equipos, etc. En esta planta se introducirá una brida por cada 12 metros de tubería. Se unen con juntas para asegurar la hermeticidad y así evitar las fugas de los fluidos.

Las diferentes bridas utilizadas en toda la planta han sido las siguientes:

Brida con cuello, es un tipo de brida que se caracteriza por tener un largo cuello cónico cuyo extremo tiene el mismo diámetro que la tubería, muy utilizada cuando se dispone de temperaturas y presiones elevadas, en el caso de tener fluidos inflamables corrosivos y tóxicos, como el fenol, NaOH, etc que se encuentran en esta planta de producción.

Brida loca, es un tipo de brida que es económica, de fácil instalación y mantenimiento, existe una gran variedad de diámetro, se utilizan básicamente en áreas de agua de servicio y líneas de refrigeración.

Bridas roscadas, son instaladas en tuberías sin soldadura y diámetro pequeños. La gran particularidad es que permite desmontar tuberías si se tiene grandes cambios de fluidos.

Tabla 4.1-5. Abreviación de tipos de bridas utilizadas para tuberías.

tipo de brida	Nomenclatura
Brida Loca	BL
Brida con cuello	BC
Brida Roscada	BR

4.1.3. Materiales utilizados

El acero inoxidable 316 L es un acero inoxidable de cromo y níquel que contiene molibdeno. Esta adicción, aumenta la resistencia a la corrosión, mejora la resistencia a las picaduras de soluciones de iones cloruros y proporciona mayores resistencias a temperaturas elevadas. Se emplea fundamentalmente en fluidos como ácido sulfúrico, sulfatos ácidos, etc.

.

4.1.4. Parámetros de diseño

Para asegurar un correcto funcionamiento en las tuberías, se ha sobredimensionado el DN de todas, y se ha tenido en cuenta que las velocidades obtenidas en el diseño están dentro del rango de velocidades típicas en la industria.

4.1.5. Aislamiento térmico

El RITE (Reglamento Instalaciones Térmicas en los edificios) establece las exigencias de eficiencia energética y seguridad que deben cumplir las instalaciones y equipos. Para este proyecto se ha decidido emplear aislamiento térmico con lana de roca para aquellas conducciones donde haya una Temperatura de circulación del fluido de 40 °C o más, para evitar quemaduras, estas deben de ser calorífugas.

Diámetro exterior (mm)	Temperaturas máxima del fluido (°C)		
	40...60	60...100	100...180
D<35	35	35	40
35<D<60	40	40	50
60<D<90	40	40	50
90<D<140	40	50	60
140<D	45	50	60

Figura 4.1-1. Espesor mínimo para fluidos calientes

Con una excepción salida de E-309 hacia M-302 que el corriente sale a 5 °C este necesita un recubrimiento también.

Diámetro exterior (mm)	Temperaturas máxima del fluido (°C)		
	>0	0...10	>10
D<35	50	40	40
35<D<60	60	50	40
60<D<90	60	50	50
90<D<140	70	60	50
140<D	70	60	50

Figura 4.1-2 Espesor mínimo para fluidos fríos.

El material utilizado para el aislamiento ha sido lana de roca que presenta unas muy buenas condiciones de trabajo para trabajar con gradientes de temperaturas e incendios, debido a que presenta una baja conductividad y es de origen natural.

4.1.6. Listado de tuberías por áreas

Tabla 4.1-6. Listado de tuberías Área 100.

Área 100 Tanques de almacenaje								Aislamiento	
Nomenclatura	DN [In]	Material	Estado	Caudal [m3/h]	Schedule	rugosidad [mm]	T operación[°C]	Material	Grosor (mm)
6"-AI-101-F	6	AISI 316L	Líquido	52.84	40S	7.11	25	-	-
2"-A2-601-H	2	PVC	Líquido	5.91	40S	3.91	25	-	-
5"-AI-103-SS	5	AISI 316L	Líquido	33.85	40S	6.55	25	-	-
6"-AI-104-ACC	6	AISI 316L	Líquido	46.51	40S	7.11	25	-	-
3"-AI-107-C	3	AISI 316L	Líquido	11	40S	5.49	25	-	-
3 1/2"-AI-101-F	3 1/2	AISI 316L	Líquido	52.84	40S	5.74	25	-	-
3"-AI-103-SS	3	AISI 316L	Líquido	33.85	40S	5.49	25	-	-
3 1/2"-AI-104-AAC	3 1/2	AISI 316L	Líquido	46.51	40S	5.74	25	-	-
1 1/2"-AI-107-C	1 1/2	AISI 316L	Líquido	11	40S	3.68	25	-	-
2 1/2"-AI-101-F	2 1/2	AISI 316L	Líquido	7.55	40S	5.16	50	Lana de roca	40
3/4"-A2-601-H	03/4"	PVC	Líquido	0.84	40S	2.87	25	-	-
2"-AI-103-SS	2	AISI 316L	Líquido	4.84	40S	3.91	37.5	-	-
2"-AI-104-AAC	2	AISI 316L	Líquido	6.64	40S	3.91	25	-	-
1/2"-AI-107-C	1/2"	AISI 316L	Líquido	1.57	40S	3.38	140	Lana de roca	40
1 1/4"-AI-101-F	1 1/4	AISI 316L	Líquido	7.55	40S	3.56	50	lana de roca	40
3 3/8"-A2-601-H	3 3/8	PVC	Gas	0.84	40S	2.31	25	-	-
3"-AI-103-SS	3	AISI 316L	Líquido	4.84	40S	3.38	37.5	-	-
1 1/4"-AI-104-AAC	1 1/4	AISI 316L	Líquido	6.64	40S	3.56	25	-	-
3/8"-AI-107-C	3/8"	AISI 316L	Líquido	1.57	40S	2.77	140	Lana de roca	40

Tabla 4.1-7 Listado de tuberías Área 200 A y B.

Área 200 A y B zona de reacción								Aislamiento	
Nomenclatura	DN [In]	Material	Estado	Caudal [m3/h]	Schedule	rugosidad [mm]	T operación[°C]	Material	Grosor (mm)
3/8"-AI-201A-K1	3/8"	AISI 316L	Liquido	9.06	40S	5.49	130	Lana de roca	40
1/2"-AI-201A-F	1/2"	AISI 316L	Liquido	1.77	40S	3.68	50	lana de roca	35
2 1/2"-AI-206-K3	2 1/2"	AISI 316L	Liquido	18.1	40S	5.74	37.5	-	-
2"-AI-206-K3	2	AISI 316L	Liquido	18.1	40S	3.91	37.5	-	-
3 1/2"-AI-205A/B-K3	3 1/2"	AISI 316L	Liquido	18.1	40S	3.91	37.5	-	-
2"-AI-206-K3	2	AISI 316L	Liquido	18.1	40S	5.74	37.5	-	-
3 1/2"-AI-207-K6	3 1/2"	AISI 316L	Liquido	26.84	40S	5.74	25	-	-
3"-AI-208-K11	3	AISI 316L	Liquido	13.34	40S	5.49	31.25	-	-
2"-AI-209-ASC	2	AISI 316L	Liquido	5.44	40S	3.91	100	Lana de roca	40

Tabla 4.1-8 Listado de tuberías Área 300

Área 300								Aislamiento	
Nomenclatura	DN [In]	Material	Estado	Caudal [m3/h]	Schedule	rugosidad [mm]	T operación[°C]	Material	Grosor (mm)
3"-AI-301-K12	3	AISI 316 L	Liquido	10.84	40S	5.49	30	-	-
4"-AI-302-K8	4	AISI 316 L	Liquido	24.01	40S	6.02	25	-	-
2 1/2"-AI-302-K8	2 1/2	AISI 316 L	Liquido	24.01	40S	5.16	25	-	-
3 1/2"-AI-305-K10	3 1/2	AISI 316 L	Liquido	16.53	40S	5.74	80	Lana de roca	50

4.2. Válvulas

Las válvulas son elementos que conectan las tuberías y que pueden modular las circulaciones del fluido y proteger los equipos en el caso de alguna falla de estos.

4.2.1. Nomenclatura

1ª parte – Número que identifica el diámetro nominal de la válvula, coincide con el diámetro nominal de la tubería donde va instalada.

2ª parte – Letra que especifica con el material de construcción, que coincide con el material que está hecho la tubería.

3ª parte – Tipo de válvula que se instala, a continuación se muestra una tabla que indica las abreviaciones.

Tabla 4.2-1. Abreviaciones de las válvulas que se van a utilizar en la planta.

Abreviación	Válvula
Ma	Manual
M	Modulante
Co	Válvula de control
Ant	Anti retorno
Mu	Toma de muestra
Tvi	tres vías
Ven	venteo

4ª parte - identificación de la válvula, el primer número señala el área de instalación y los tres últimos números la identificación de la propia válvula.

4.2.2. Tipos de válvulas

4.2.2.1. Válvula On/OFF

Válvula más conocida como todo o nada, es un tipo de válvula que deja pasar el fluido o no, se utiliza básicamente para proteger los equipos en cualquier industria química y para aislarlos en el caso de que se quiera realizar una reparación de estos.

4.2.2.2 Modulante

Válvula más conocida como válvula de regulación, es un tipo de válvula que permite regular el caudal de circulación del fluido en cuestión a partir de un grado de apertura y cierra en la válvula, en esta planta de producción se utiliza para regular el caudal de descarga de tanques y de reactores de las Áreas 100, 200 a/b y 300.

4.2.2.3. Asiento

Es un tipo de válvula de regulación muy usada en la industria química, tiene doble funcionalidad, sirve como válvula On/Off como válvula de regulación. En esta planta de producción se ha optado por este tipo de válvula de vida a su gran versatilidad de funcionamiento.

4.2.2.4. Anti retorno

Este tipo de válvulas se caracterizan porque permiten la circulación de fluido en un único sentido evitando la circulación del fluido en sentido contrario, gracias se garantiza una circulación optima de los fluidos.

4.2.2.5 Válvulas de tres vías

Las válvulas de tres vías se caracterizan por tener tres puertos A, B y C. La válvula se define normalmente por su valor kvs [m^3/h], que expresa el volumen de agua que pasa a través de la válvula completamente abierta en 1 hora con una diferencia de presiones de 1 bar.

4.2.3. Listado de Válvulas

A continuación, se muestra todo el listado de válvulas de todas las áreas, con su correspondiente caracterización.

Tabla 4.2-2. Listado de válvulas Área 100

Listado válvulas			
Area 100 tanques de almacenaje			
Nomenclatura	DN [In]	Material	Tipo de Válvula
6"-Al-Ma-101	6	AISI 316 L	Manual
3 1/2"-Al-Ant-101	3 1/2	AISI 316 L	Anti retorno
3 1/2"-Al-Ma-101	3 1/2	AISI 316 L	Manual abierta
3 1/2"-Al-Ma-101	3 1/2	AISI 316 L	Manual abierta
3 1/2"-Al-Ma-101	3 1/2	AISI 316 L	Manual abierta
3 1/2"-Al-Ma-101	3 1/2	AISI 316 L	Manual abierta
5"-Al-Ma-103	5	AISI 316 L	Manual
3 "-Al-Ant-103	3	AISI 316 L	Anti retorno
3 "-Al-Ma-103	3 1/2	AISI 316 L	Manual abierta
3 "-Al-Ma-103	3 1/2	AISI 316 L	Manual
3 "-Al-Ma-103	3 1/2	AISI 316 L	Manual abierta
3 "-Al-Ma-103	3 1/2	AISI 316 L	Manual abierta
6"-Al-Ma-104	6	AISI 316 L	Manual
3 "-Al-Ant-104	3	AISI 316 L	Anti retorno
3 "-Al-Ma-104	3	AISI 316 L	Manual abierta
3 "-Al-Ma-104	3	AISI 316 L	Manual
3 "-Al-Ma-104	3	AISI 316 L	Manual abierta
3 "-Al-Ma-104	3	AISI 316 L	Manual abierta
3"-Al-Ma-107	6	AISI 316 L	Manual
1 1/2 "-Al-Ant-107	1 1/2	AISI 316 L	Anti retorno
1 1/2 "-Al-Ma-107	1 1/2	AISI 316 L	Manual abierta
1 1/2 "-Al-Ma-107	1 1/2	AISI 316 L	Manual
1 1/2 "-Al-Ma-107	1 1/2	AISI 316 L	Manual abierta
1 1/2 "-Al-Ma-107	1 1/2	AISI 316 L	Manual abierta
3 1/2"-Al-Co-101	3 1/2	AISI 316 L	Control
3 "-Al-Co-103	3	AISI 316 L	Control
1 1/2 "-Al-Co-107	1 1/2	AISI 316 L	Control
2 "-Al-Ma-101	2	AISI 316 L	Manual
2 "-Al-Mu-101	2	AISI 316 L	Toma de muestra
2 "-Al-Mu-101	2	AISI 316 L	Toma de muestra
1 1/4 "-Al-Ant-101	1 1/4	AISI 316 L	Anti retorno
1 1/4 "-Al-Ant-101	1 1/4	AISI 316 L	Anti retorno
3/4 "-Al-Ma-101	3/4	AISI 316 L	Manual
3/4 "-Al-Mu-101	2	AISI 316 L	Toma de muestra
3/4 "-Al-Mu-101	2	AISI 316 L	Toma de muestra

3 3/8 "-Al-Ant-104	1 1/4	AISI 316 L	Anti retorno
3 3/8 "-Al-Ant-104	1 1/4	AISI 316 L	Anti retorno
1 1/4 "-Al-Ant-104	1 1/4	AISI 316 L	Anti retorno
1 1/4 "-Al-Ant-104	1 1/4	AISI 316 L	Anti retorno
2 "-Al-Ma-104	2	AISI 316 L	Manual
2 "-Al-Mu-107	2	AISI 316 L	Toma de muestra
2 "-Al-Mu-107	2	AISI 316 L	Toma de muestra
1 1/4 "-Al-Ant-107	1 1/4	AISI 316 L	Anti retorno
1 1/4 "-Al-Ant-107	1 1/4	AISI 316 L	Anti retorno
1/2 "-Al-Ma-107	1/2	AISI 316 L	Manual
3/8 "-Al-Ant-107	3/8	AISI 316 L	Anti retorno
3/8 "-Al-Ant-107	3/8	AISI 316 L	Anti retorno

Tabla 4.2-3. Listado de válvulas Área 200 A

Listado válvulas			
Área 200 A			
Nomenclatura	DN [In]	Material	Tipo de Válvula
3/8"-Al-Ma-201	3/8"	AISI 316L	Manual
2"-Al-Ma-203	2"	AISI 316L	Manual
2"-Al-Ma-203	2"	AISI 316L	Manual
2"-Al-Ma-203	2"	AISI 316L	Manual
2"-Al-Ma-203	2"	AISI 316L	Manual
2"-Al-Co-203	2"	AISI 316L	Control
2 1/2"-Al-Ma-205	1 1/2"	AISI 316L	Manual
2"-Al-Ant-205	2	AISI 316 L	Anti retorno
2 "-Al-Ant-205	2	AISI 316 L	Anti retorno
2 "-Al-Ma-205	2	AISI 316 L	Manual
2 "-Al-Ma-205	2	AISI 316 L	Manual
2 "-Al-Ma-205	2	AISI 316 L	Manual
2 "-Al-Co-205	2	AISI 316 L	Control

Tabla 4.2-4. Listado de válvulas Área 200 B

Listado válvulas			
Área 200 B			
Nomenclatura	DN [In]	Material	Tipo de Válvula
3 1/2"-Al-Ma-205	3 1/2"	AISI 316L	Manual
3 1/2"-Al-Ma-205	3 1/2"	AISI 316L	Manual
3 1/2"-Al-Ma-205	3 1/2"	AISI 316L	Manual
3 1/2"-Al-Ma-205	3 1/2"	AISI 316L	Manual
3 1/2"-Al-Co-203	3 1/2"	AISI 316L	Control
2 1/2"-Al-Ma-205	1 1/2"	AISI 316L	Manual
3 1/2"-Al-Mu-205	3 1/2"	AISI 316 L	Toma de muestra
3 1/2 "-Al-Mu-205	3 1/2"	AISI 316 L	Toma de muestra
2 "-Al-Ant-205	2"	AISI 316 L	Anti retorno
2 "-Al-Ant-205	2"	AISI 316 L	Anti retorno
2 "-Al-Ma-205	2"	AISI 316 L	Manual
2 "-Al-Co-205	2"	AISI 316 L	Control
3 "-Al-Ma-205	3"	AISI 316L	Manual
3 "-Al-Ma-205	3"	AISI 316L	Manual
3 "-Al-Ma-205	3"	AISI 316L	Manual
3 "-Al-Co-203	3"	AISI 316L	Control
3 "-Al-Mu-205	3"	AISI 316L	Manual
3 "-Al-Mu-205	3"	AISI 316L	Manual
3 "-Al-Ant-205	3"	AISI 316L	Manual
3 "-Al-Ant-203	3"	AISI 316L	Control

Tabla 4.2-5. Listado de válvulas Área 300

Listado válvulas			
Área 300			
Nomenclatura	DN [In]	Material	Tipo de Válvula
3 1/2"-Al-Ma-305	3 1/2"	AISI 316L	Manual
3 1/2"-Al-Ma-305	3 1/2"	AISI 316L	Manual
3 1/2"-Al-Ma-305	3 1/2"	AISI 316L	Manual
3 1/2"-Al-Ma-305	3 1/2"	AISI 316L	Manual
3 1/2"-Al-Co-305	3 1/2"	AISI 316L	Control
2 1/2"-Al-Ma-305	1 1/2"	AISI 316L	Manual
4"-Al-Mu-305	3 1/2	AISI 316 L	Toma de muestra
4 "-Al-Mu-305	3 1/2	AISI 316 L	Toma de muestra
4 "-Al-Ant-302	2	AISI 316 L	Anti retorno
4 "-Al-Ant-302	2	AISI 316 L	Anti retorno
4 "-Al-Ma-302	2	AISI 316 L	Manual
3 1/2 "-Al-Co-302	2	AISI 316 L	Control
3 1/2 "-Al-Ma-302	3"	AISI 316L	Manual
3 1/2 "-Al-Ma-302	3"	AISI 316L	Manual
3 1/2"-Al-Ma-302	3"	AISI 316L	Manual
2 1/2 "-Al-Ant-302	2	AISI 316 L	Anti retorno
2 1/2 "-Al-Ant-302	2	AISI 316 L	Anti retorno

4.3. Accesorios

Dentro de cualquier planta química para poder trabajar de forma segura y eficiente es necesario la instalación de accesorios. A continuación, se hará una breve descripción de los accesorios que se van a utilizar en esta planta de producción.

4.3.1. Tipos de accesorios

4.3.1.1. Juntas de dilatación

Teniendo que el material más utilizada en esta planta es el AISI 316L y este se dilata, para evitar el incremento de longitud y volumen de la tubería en aquellos tramos más largos y rectos se pondrán juntas de dilatación. En tramos más cortos, se instalaran compensadores que son más económicos.

4.3.1.2. Discos de ruptura

Un disco de ruptura es un dispositivo de alivio de sobrepresión. Pueden ser utilizados como sistemas únicos de alivio o bien pueden estar conectados a una válvula de seguridad. Este dispositivo está instalada en tanques de almacenamiento y reactores.

4.3.1.3. Purgadores

Los purgadores utilizados sirven para la eliminación de vapores por las que circula el condensado de la salida de los intercambiadores. La obstrucción de las líneas de vapor puede generar el golpe de ariete, una sobrecarga de presión que puede sufrir la tubería cesando el flujo del fluido de forma repentina.

4.3.2. Listado de accesorios por áreas*Tabla 4.3-1. Listado de accesorios por areas*

Accesorios	Área 100	Área 200 A	Área 200 B	Área 300
Filtros Y	26	6	14	6
Juntas de dilatación	40	30	38	16
Discos de ruptura	6	4	2	3

4.4. Bombas

Definición y clasificación:

Una bomba es una máquina hidráulica generadora que transforma la energía mecánica con la que es accionada en energía hidráulica del fluido incompresible que impulsa (líquido o líquido con sólidos en suspensión).

Este incremento de energía del fluido hace que aumente su presión, su velocidad o su altura. En esta planta de producción se utilizarán básicamente dos tipos de bombas, bombas centrifugas y bombas diafragmas.

4.4.1. Bombas centrifugas

Son bombas dinámicas, es decir que la energía cinética que lleva el fluido se transforma en presión al salir de la bomba. Este tipo de bombas transforman la energía mecánica de un impulsor rotatorio (rodete) en la energía cinética y potencial requerida. El fluido entra por el centro del rodete que dispone de unos álabes (palas) para conducir el fluido, y por efecto de la fuerza centrífuga es impulsado hacia el cuerpo de la bomba. Debido a la geometría del cuerpo de la bomba el fluido es conducido hacia las tuberías de salida o hacia el siguiente rodete. Se ha escogido este tipo de bomba debido a su alta versatilidad, coste económico y su fácil instalación/mantenimiento.

4.4.2. Bombas diafragma

La bomba de membrana o bomba de diafragma es un tipo de bomba de desplazamiento positivo, generalmente alternativo, en la que el aumento de presión se realiza por el empuje de unas paredes elásticas que varían el volumen de la cámara, aumentándolo y disminuyéndolo alternativamente. Se ha escogido este tipo de bomba porque es ideal para la circulación de fluidos corrosivos.

4.4.3 Nomenclatura de las bombas

1ª parte – Consiste en una letra que indica el nombre del equipo, en este caso para las bombas (del inglés pump) se han designado con la letra “p”.

2ª parte - Consiste en tres cifras que hacen referencia al área donde se encuentra la bomba y el número de bombas que hay en esa área.

3ª parte - Indica las bombas que están dobladas, se representan con las letras A y B para indicar que existen dos iguales.

4.4.4. Listado de bombas

Tabla 4.4-1. Listado de bombas Área 100

Listado de Bombas							
ÁREA 100							
Equipo	Fluido	Tramo	Presión aspiración (atm)	Presión impulsión (atm)	Q (m3/h)	V _{imp} (m/s)	Potencia (KW)
B-101A	F	Carga Camión/T-101	0.94	2.63	52.84	2.3	4.29
B-103A	SS	Carga Camión/T-103	0.92	2.22	33.85	1.97	2.5
B-104A	AAC	Carga Camión/T-104	0.95	1.84	46.51	2.03	2.45
B-101B	F	T-101/Área 200	0.92	2.24	7.55	2.17	3.51
B-101C	F	T-101/Área 200	0.92	2.24	7.55	2.17	3.51
B-102B	H	T-102/Área 200	0.86	5.98	0.84	1.92	1.05
B-102C	H	T-102/Área 200	0.86	5.98	0.84	1.92	1.05
B-104B	AAC	T-104/Área 300	0.9	1.74	4.84	2.41	0.31
B-104C	AAC	T-104/Área 300	0.9	1.74	4.84	2.41	0.31
B-103B	SS	T-103/Área 200	0.86	5.88	6.64	1.91	0.7
B-103C	SS	T-103/Área 200	0.86	5.88	6.64	1.91	0.7

Tabla 4.4-2. Listado de bombas Área 200 A y B

Listado de Bombas							
ÁREA 100							
Equipo	Fluido	Tramo	Presión aspiración (atm)	Presión impulsión (atm)	Q (m3/h)	V _{imp} (m/s)	Potencia (KW)
B-202	F	F-202/M-201	0.95	2.45	3.54	2.52	0.26
B-205A	K3	M-205/Área 200B	0.9	4.22	18	2.69	2.66
B-205B	K3	M-205/Área 200B	0.9	4.22	18	2.69	2.66
B-206A	K3	CA-206A/T-207	0.93	1.82	19.08	2.32	0.64
B-206B	K3	CA-206B/T-207	0.93	1.82	19.08	2.32	0.64

Tabla 4.4-3. Listado de bombas Área 300

Listado de Bombas							
ÁREA 100							
Equipo	Fluido	Tramo	Presión aspiración (atm)	Presión impulsión (atm)	Q (m3/h)	V _{imp} (m/s)	Potencia (KW)
B-302A	K8	M-302/Área 400	0.93	1.43	23.76	2.32	0.79
B-302B	K8	M-302/Área 400	0.93	1.43	23.76	2.32	0.79
B-309A	H	T-309/M-302	0.91	1.67	10.84	2.16	0.4
B-309B	H	T-309/M-302	0.91	1.67	10.84	2.16	0.4

4.4.5. Hojas de especificaciones de las bombas

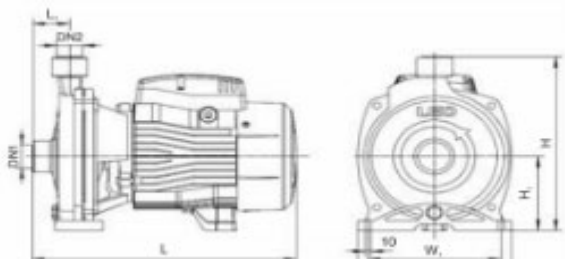
	Hoja 1 de 7		HOJA DE ESPECIFICACIÓN DE BOMBAS AREA 100	
	ÍTEM	B-101A		
	ÁREA	A-100		
	PLANTA	ApiRina	FECHA	27-05-2019
	LOCALIDAD	Reus	REVISADO	Departamento de producción
DATOS GENERALES				
OBJETIVO		Impulsar fenol desde el camión cisterna hasta el Tanque T-101		
CANTIDAD		1		
DATOS DE OPERACIÓN				
Fluido		Fenol		
PRESIÓN ASPIRACION (atm)		0.94		
PRESION IMPULSION (atm)		2.63		
DENSIDAD DE COMPUESTO (kg/m³)		1060		
TEMPERATURA DE OPERACIÓN (°C)		25		
ESTADO DEL FLUIDO		Líquido		
DATOS DE DISEÑO				
TIPO		Centrifuga		
DIÁMETRO ASPIRACION (m)		0.15		
DIAMETRO IMPULSION (m)		0.09		
POTENCIA (KW)		4.29		
MATERIAL		AISI 316L		
DATOS EQUIPO				
FABRICANTE		AG POL		
MODELO		SACI K 75 T		
POSICION		Horizontal		
VELOCIDAD (RPM)		2900		
				

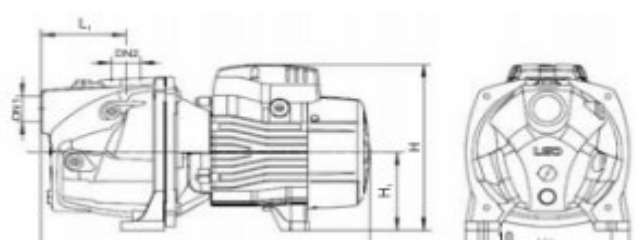
	Hoja 2 de 7		HOJA DE ESPECIFICACIÓN DE BOMBAS AREA 100	
	ÍTEM	B-103A		
	ÁREA	A-100		
	PLANTA	ApiRina	FECHA	27-05-2019
	LOCALIDAD	Reus	REVISADO	Departamento de producción
DATOS GENERALES				
OBJETIVO		Impulsar ácido sulfúrico desde el camión cisterna hasta el Tanque T-103		
CANTIDAD		1		
DATOS DE OPERACIÓN				
Fluido		Ácido Sulfúrico		
PRESIÓN ASPIRACION (atm)		0.92		
PRESION IMPULSION (atm)		2.22		
DENSIDAD DE COMPUESTO (kg/m³)		1800		
TEMPERATURA DE OPERACIÓN (°C)		25		
ESTADO DEL FLUIDO		Líquido		
DATOS DE DISEÑO				
TIPO		Centrifuga		
DIÁMETRO ASPIRACION (m)		0.13		
DIAMETRO IMPULSION (m)		0.078		
POTENCIA (KW)		2.5		
MATERIAL		AISI 316L		
DATOS EQUIPO				
FABRICANTE		AG POL		
MODELO		SACI K 41 T		
POSICION		Horizontal		
VELOCIDAD (RPM)		2900		
				

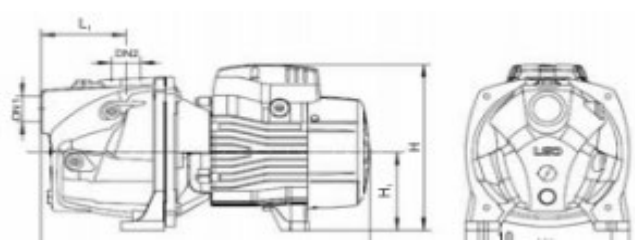
	Hoja 3 de 7		HOJA DE ESPECIFICACIÓN DE BOMBAS AREA 100	
	ÍTEM	B-104A		
	ÁREA	A-100		
	PLANTA	ApiRina	FECHA	27-05-2019
	LOCALIDAD	Reus	REVISADO	Departamento de producción
DATOS GENERALES				
OBJETIVO		Impulsar anhídrido acético desde el camión cisterna hasta el Tanque T-104		
CANTIDAD		1		
DATOS DE OPERACIÓN				
Fluido		Anhídrido acético		
PRESIÓN ASPIRACION (atm)		0.95		
PRESION IMPULSION (atm)		1.84		
DENSIDAD DE COMPUESTO (kg/m³)		1080		
TEMPERATURA DE OPERACIÓN (°C)		25		
ESTADO DEL FLUIDO		Líquido		
DATOS DE DISEÑO				
TIPO		Centrifuga		
DIÁMETRO ASPIRACION (m)		0.15		
DIAMETRO IMPULSION (m)		0.09		
POTENCIA (KW)		2.45		
MATERIAL		AISI 316L		
DATOS EQUIPO				
FABRICANTE		AG POL		
MODELO		SACI K 41 T		
POSICION		Horizontal		
VELOCIDAD (RPM)		2900		
				

	Hoja 4 de 7		HOJA DE ESPECIFICACIÓN DE BOMBAS AREA 100	
	ÍTEM	B-101 B/C		
	ÁREA	A-100		
	PLANTA	ApiRina	FECHA	27-05-2019
	LOCALIDAD	Reus	REVISADO	Departamento de producción
DATOS GENERALES				
OBJETIVO		Impulsar Fenol desde T-101 hasta M-201		
CANTIDAD		2		
DATOS DE OPERACIÓN				
Fluido		Fenol		
PRESIÓN ASPIRACION (atm)		0.92		
PRESION IMPULSION (atm)		2.24		
DENSIDAD DE COMPUESTO (kg/m³)		1060		
TEMPERATURA DE OPERACIÓN (°C)		50		
ESTADO DEL FLUIDO		Líquido		
DATOS DE DISEÑO				
TIPO		Centrifuga		
DIÁMETRO ASPIRACION (m)		0.063		
DIAMETRO IMPULSION (m)		0.035		
POTENCIA (KW)		3.51		
MATERIAL		AISI 316L		
DATOS EQUIPO				
FABRICANTE		AG POL		
MODELO		SACI K 55 T		
POSICION		Horizontal		
VELOCIDAD (RPM)		2900		
				

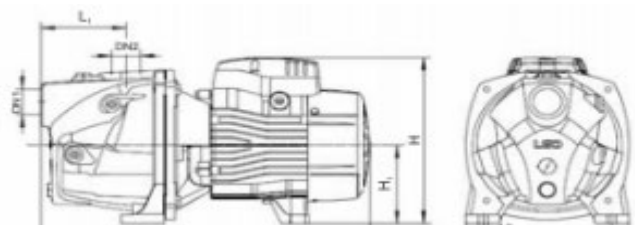
	Hoja 5 de 7		HOJA DE ESPECIFICACIÓN DE BOMBAS AREA 100	
	ÍTEM	B-102 B/C		
	ÁREA	A-100		
	PLANTA	ApiRina	FECHA	27-05-2019
	LOCALIDAD	Reus	REVISADO	Departamento de producción
DATOS GENERALES				
OBJETIVO		Impulsar agua desde T-102 hasta M-205		
CANTIDAD		2		
DATOS DE OPERACIÓN				
Fluido		Agua		
PRESIÓN ASPIRACION (atm)		0.86		
PRESION IMPULSION (atm)		5.98		
DENSIDAD DE COMPUESTO (kg/m³)		1000		
TEMPERATURA DE OPERACIÓN (°C)		25		
ESTADO DEL FLUIDO		Líquido		
DATOS DE DISEÑO				
TIPO		Centrifuga		
DIÁMETRO ASPIRACION (m)		0.02		
DIAMETRO IMPULSION (m)		0.012		
POTENCIA (KW)		1.05		
MATERIAL		AISI 316L		
DATOS EQUIPO				
FABRICANTE		AG POL		
MODELO		SACI K 20 M		
POSICION		Horizontal		
VELOCIDAD (RPM)		2900		
				

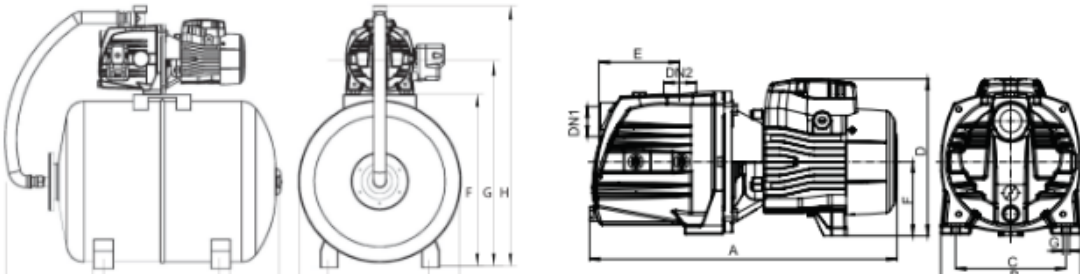
	Hoja 6 de 7		HOJA DE ESPECIFICACIÓN DE BOMBAS AREA 100	
	ÍTEM	B-104 B/C		
	ÁREA	A-100		
	PLANTA	ApiRina	FECHA	27-05-2019
	LOCALIDAD	Reus	REVISADO	Departamento de producción
DATOS GENERALES				
OBJETIVO		Impulsar anhídrido acético desde T-104 hasta R-301		
CANTIDAD		2		
DATOS DE OPERACIÓN				
Fluido		Anhídrido acético		
PRESIÓN ASPIRACION (atm)		0.9		
PRESION IMPULSION (atm)		1.74		
DENSIDAD DE COMPUESTO (kg/m³)		1080		
TEMPERATURA DE OPERACIÓN (°C)		25		
ESTADO DEL FLUIDO		Líquido		
DATOS DE DISEÑO				
TIPO		Centrifuga		
DIÁMETRO ASPIRACION (m)		0.05		
DIAMETRO IMPULSION (m)		0.035		
POTENCIA (KW)		0.31		
MATERIAL		AISI 316L		
DATOS EQUIPO				
FABRICANTE		IUSA LEO		
MODELO		AC m 37		
POSICION		Horizontal		
VELOCIDAD (RPM)		2900		
				

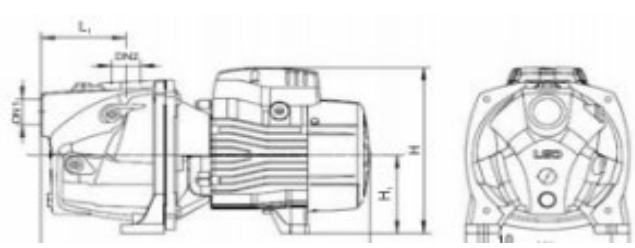
	Hoja 7 de 7		HOJA DE ESPECIFICACIÓN DE BOMBAS AREA 100	
	ÍTEM	B-103 B/C		
	ÁREA	A-100		
	PLANTA	ApiRina	FECHA	27-05-2019
	LOCALIDAD	Reus	REVISADO	Departamento de producción
DATOS GENERALES				
OBJETIVO		Impulsar ácido sulfúrico desde T-103 hasta T-207		
CANTIDAD		2		
DATOS DE OPERACIÓN				
Fluido		Ácido sulfúrico		
PRESIÓN ASPIRACION (atm)		0.85		
PRESION IMPULSION (atm)		5.88		
DENSIDAD DE COMPUESTO (kg/m³)		1800		
TEMPERATURA DE OPERACIÓN (°C)		25		
ESTADO DEL FLUIDO		Líquido		
DATOS DE DISEÑO				
TIPO		Centrifuga		
DIÁMETRO ASPIRACION (m)		0.052		
DIAMETRO IMPULSION (m)		0.026		
POTENCIA (KW)		0.7		
MATERIAL		AISI 316L		
DATOS EQUIPO				
FABRICANTE		IUSA LEO		
MODELO		AJ M 30		
POSICION		Horizontal		
VELOCIDAD (RPM)		2900		
				

	Hoja 1 de 3		HOJA DE ESPECIFICACIÓN DE BOMBAS AREA 200	
	ÍTEM	B-202		
	ÁREA	A-200		
	PLANTA	ApiRina	FECHA	27-05-2019
	LOCALIDAD	Reus	REVISADO	Departamento de producción
DATOS GENERALES				
OBJETIVO		Impulsar fenol desde F-202 hasta M-201		
CANTIDAD		1		
DATOS DE OPERACIÓN				
Fluido		Fenol		
PRESIÓN ASPIRACION (atm)		0.95		
PRESION IMPULSION (atm)		2.45		
DENSIDAD DE COMPUESTO (kg/m³)		1060		
TEMPERATURA DE OPERACIÓN (°C)		100		
ESTADO DEL FLUIDO		Líquido		
DATOS DE DISEÑO				
TIPO		Centrifuga		
DIÁMETRO ASPIRACION (m)		0.09		
DIAMETRO IMPULSION (m)		0.015		
POTENCIA (KW)		0.26		
MATERIAL		AISI 316L		
DATOS EQUIPO				
FABRICANTE		IUSA LEO		
MODELO		AP m 37		
POSICION		Horizontal		
VELOCIDAD (RPM)		2900		
				

	Hoja 2 de 3		HOJA DE ESPECIFICACIÓN DE BOMBAS AREA 200	
	ÍTEM	B-205 A/B		
	ÁREA	A-200		
	PLANTA	ApiRina	FECHA	27-05-2019
	LOCALIDAD	Reus	REVISADO	Departamento de producción
DATOS GENERALES				
OBJETIVO		Impulsar fenol desde F-202 hasta M-201		
CANTIDAD		2		
DATOS DE OPERACIÓN				
Fluido		Salicilato de sodio y agua		
PRESIÓN ASPIRACION (atm)		0.9		
PRESION IMPULSION (atm)		4.22		
DENSIDAD DE COMPUESTO (kg/m³)		-		
TEMPERATURA DE OPERACIÓN (°C)		37.5		
ESTADO DEL FLUIDO		Líquido		
DATOS DE DISEÑO				
TIPO		Centrifuga		
DIÁMETRO ASPIRACION (m)		0.06		
DIAMETRO IMPULSION (m)		0.05		
POTENCIA (KW)		2.66		
MATERIAL		AISI 316L		
DATOS EQUIPO				
FABRICANTE		AG POL		
MODELO		SACI K 40 T		
POSICION		Horizontal		
VELOCIDAD (RPM)		2900		
				

	Hoja 3 de 3		HOJA DE ESPECIFICACIÓN DE BOMBAS AREA 200	
	ÍTEM	B-206 A/B		
	ÁREA	A-200		
	PLANTA	ApiRina	FECHA	27-05-2019
	LOCALIDAD	Reus	REVISADO	Departamento de producción
DATOS GENERALES				
OBJETIVO		Impulsar mezcla desde CA-206 A/B hasta T-207		
CANTIDAD		2		
DATOS DE OPERACIÓN				
Fluido		Salicilato de sodio y agua		
PRESIÓN ASPIRACION (atm)		0.93		
PRESION IMPULSION (atm)		1.82		
DENSIDAD DE COMPUESTO (kg/m³)		-		
TEMPERATURA DE OPERACIÓN (°C)		37.5		
ESTADO DEL FLUIDO		Líquido		
DATOS DE DISEÑO				
TIPO		Centrifuga		
DIÁMETRO ASPIRACION (m)		0.09		
DIAMETRO IMPULSION (m)		0.05		
POTENCIA (KW)		0.64		
MATERIAL		AISI 316L		
DATOS EQUIPO				
FABRICANTE		IUSA LEO		
MODELO		AJM 75		
POSICION		Horizontal		
VELOCIDAD (RPM)		2900		
				

	Hoja 1 de 2		HOJA DE ESPECIFICACIÓN DE BOMBAS AREA 300	
	ÍTEM	B-302 A/B		
	ÁREA	A-300		
	PLANTA	ApiRina	FECHA	27-05-2019
	LOCALIDAD	Reus	REVISADO	Departamento de producción
DATOS GENERALES				
OBJETIVO		Impulsar Aspirina y agua desde M-302 hasta Área 400		
CANTIDAD		2		
DATOS DE OPERACIÓN				
Fluido		Aspirina y agua		
PRESIÓN ASPIRACION (atm)		0.93		
PRESION IMPULSION (atm)		1.82		
DENSIDAD DE COMPUESTO (kg/m³)		-		
TEMPERATURA DE OPERACIÓN (°C)		30		
ESTADO DEL FLUIDO		Líquido		
DATOS DE DISEÑO				
TIPO		Centrifuga		
DIÁMETRO ASPIRACION (m)		0.1		
DIAMETRO IMPULSION (m)		0.06		
POTENCIA (KW)		0.79		
MATERIAL		AISI 316L		
DATOS EQUIPO				
FABRICANTE		IUSA LEO		
MODELO		AJM-75 A		
POSICION		Horizontal		
VELOCIDAD (RPM)		2900		
				

	Hoja 2 de 2		HOJA DE ESPECIFICACIÓN DE BOMBAS AREA 300	
	ÍTEM	B-309 A/B		
	ÁREA	A-300		
	PLANTA	ApiRina	FECHA	27-05-2019
LOCALIDAD	Reus	REVISADO	Departamento de producción	
DATOS GENERALES				
OBJETIVO		Impulsar agua desde T-309 hasta M-3002		
CANTIDAD		2		
DATOS DE OPERACIÓN				
Fluido		agua		
PRESIÓN ASPIRACION (atm)		0.91		
PRESION IMPULSION (atm)		1.67		
DENSIDAD DE COMPUESTO (kg/m³)		-		
TEMPERATURA DE OPERACIÓN (°C)		30		
ESTADO DEL FLUIDO		Líquido		
DATOS DE DISEÑO				
TIPO		Centrifuga		
DIÁMETRO ASPIRACION (m)		0.05		
DIAMETRO IMPULSION (m)		0.08		
POTENCIA (KW)		0.4		
MATERIAL		AISI 316L		
DATOS EQUIPO				
FABRICANTE		IUSA LEO		
MODELO		AJM-75		
POSICION		Horizontal		
VELOCIDAD (RPM)		2900		
				

4.5. Compresores

Un compresor es una maquina especialmente diseñada para aumentar la presión y desplazar fluidos compresibles (gases o vapores).

Esto se realiza mediante un intercambio de energía entre la máquina y el fluido. El trabajo ejercido por el compresor se transfiere al fluido que pasa por el convirtiéndose en energía de flujo, esto aumenta su presión y su energía cinética impulsándola. A diferencia de las bombas, los compresores son máquinas térmicas, como su fluido de trabajo es compresible este sufre una variación de la densidad y de la temperatura. Para trabajar en la planta se han escogido los compresores teniendo en cuenta la composición, la presión y el caudal de los corrientes:

- Las corrientes que debemos impulsar mediante compresores está compuesto básicamente por dióxido de carbono.
- Las presiones van de 22 bares a la salida del T-103.
- La temperatura de operación está alrededor de los 140 °C.

Teniendo en cuenta estas variables se utilizarán compresores radiales, también conocidos como centrífugos, ya que ofrecen un amplio rango de caudales (1000 a 100.000 m³ /h) y presiones de operación (1a 900 bar). Estos compresores son los más utilizados en la industria química y requieren de poco mantenimiento, además soportan bien la corrosión evitando que se contamine el fluido.

El compresor centrífugo se basa en una o varias ruedas impulsoras montadas sobre un eje de acero y rodeadas de una cubierta de hierro fundido. Dependiendo de la presión que queramos alcanzar se pueden añadir más ruedas impulsoras (con muchas etapas).

4.5.1. Nomenclatura de los compresores

Para identificar correctamente los compresores del proceso se ha creado una nomenclatura para poder encontrar la ubicación de estos en la planta.

1ª parte - Consiste en una letra que indica el nombre del equipo, se han designado las letras BP.

2ª parte - Consiste en tres cifras que hacen referencia al área donde se encuentra el compresor y el número de compresores que hay en esa área.

3ª parte - Indica los compresores que están doblados, se representan con las letras A y B para indicar que existen dos iguales.

4.5.2. Listado de compresores

Tabla 4.5-1. Listado de compresores todas las áreas.

Listado de Bombas					
Todas las áreas					
Equipo	Fluido	Tramo	Q (m3/h)	V _{imp} (m/s)	Potencia (KW)
C-107A	C	Camión Cisterna/T-107	0.004	20.14	2.2
C-107B	C	T-107/Área 200	0.004	20.14	2.2
C-107C	C	T-107/Área 200	0.004	20.14	2.2

4.5.3. Hojas de especificaciones de los compresores

	Hoja 1 de 2		HOJA DE ESPECIFICACIÓN DE COMPRESOR AREA 100	
	ÍTEM	C-107 A/B		
	ÁREA	A-100		
	PLANTA	ApiRina	FECHA	27-05-2019
	LOCALIDAD	Reus	REVISADO	Departamento de producción
DATOS GENERALES				
OBJETIVO		Impulsar dióxido de carbono desde camión cisterna hasta T-107		
CANTIDAD		2		
DATOS DE OPERACIÓN				
Caudal (L/min)		235.71		
Fluido		Dioxido de Carbono		
DENSIDAD DE COMPUESTO (kg/m³)		0.00198		
TEMPERATURA DE OPERACIÓN (°C)		25		
ESTADO DEL FLUIDO		Gas		
DATOS DE DISEÑO				
TIPO		Centrifuga		
POTENCIA (KW)		2.2		
MATERIAL		AISI 316L		
DATOS EQUIPO				
FABRICANTE		FISALIS		
MODELO		CCC-3		
POSICION		Horizontal		
VELOCIDAD (RPM)		1350		
CCC-3 				

	Hoja 1 de 2		HOJA DE ESPECIFICACIÓN DE COMPRESOR AREA 100	
	ÍTEM	C-107 C		
	ÁREA	A-100		
	PLANTA	ApiRina	FECHA	27-05-2019
	LOCALIDAD	Reus	REVISADO	Departamento de producción
DATOS GENERALES				
OBJETIVO		Impulsar dióxido de carbono desde T-107 hasta R-204		
CANTIDAD		2		
DATOS DE OPERACIÓN				
Caudal (L/min)		235.71		
Fluido		Dioxido de Carbono		
DENSIDAD DE COMPUESTO (kg/m³)		0.00198		
TEMPERATURA DE OPERACIÓN (°C)		140		
ESTADO DEL FLUIDO		Gas		
DATOS DE DISEÑO				
TIPO		Centrifuga		
POTENCIA (KW)		2.2		
MATERIAL		AISI 316L		
DATOS EQUIPO				
FABRICANTE		FISALIS		
MODELO		CCC-3		
POSICION		Horizontal		
VELOCIDAD (RPM)		1350		
				

4.4. Bibliografía

Sikla, técnica tuberías. [en línea]. Consulta: 30 de mayo 2019.

Web:

<https://www.sikla.es/fast/600/18%20T%C3%A9cnicas%20de%20tuber%C3%ADas.pdf>

Perry's Chemical Engineers handbook, 8thEd 2008. McGraw Hill.

FISALIS COMPRESORES. Consulta: 13 de junio 2019.

Web:

<https://www.fisaliscompresores.com/CATALOGO.pdf>

Catalogo Bombas centrifugas. IUSA LEO. Consulta: 13 de junio 2019.

Web:

<http://ws.iusa.com.mx/Documentacion/Bombas/Ficha/616290.pdf>

SACI PUMPS. Bombas centrifugas. Consulta: 13 de junio 2019

Web:

<https://www.sacipumps.com/>