

ACIDOX

INDUSTRY

PLANTA DE PRODUCCIÓN DE ÁCIDO OXÁLICO

PROYECTO DE FINAL DE GRADO
INGENIERÍA QUÍMICA

Tutor | Albert Bartrolí Almera

Sara Araujo Bellés
Elena Chico Egea
Abdelah El Yacoubi El Baqqali
Ivo Samuel Giosa Domínguez
Marcelo Enrique Infante Benites
Luis Humberto Montalvo Huaman

CERDANYOLA DEL VALLÈS, JUNIO 2021



TUBERÍAS, VÁLVULAS Y ACCESORIOS

CAPÍTULO 4

4. Tuberías, válvulas y accesorios

4.1. Tuberías	1
4.1.1. Material	1
4.1.2. Diámetro y espesor.....	1
4.1.3. Aislamiento.....	2
4.1.4. Transporte de sólidos	4
4.1.5. Nomenclatura	4
4.1.6. Listado de tuberías.....	5
4.2. Válvulas	13
4.2.1. Introducción	13
4.2.2. Tipo de válvulas según su funcionalidad	13
4.2.3. Tipo de válvulas según su diseño.....	14
4.2.4. Nomenclatura	15
4.2.5. Listado de válvulas	15
4.3. Bombas.....	20
4.3.1. Elección de bombas	20
4.3.2. Nomenclatura	20
4.3.3. Listado de bombas	20
4.3.4. Hojas de especificaciones.....	23
4.4. Accesorios	28
4.4.1. Accidentes.....	28
4.4.2. Juntas de dilatación	29
4.4.3. Discos de ruptura	29
4.4.4. Purgas	30

4.1. Tuberías

Las tuberías son elementos necesarios para el transporte de fluidos, tanto gases como líquidos, entre los distintos equipos y espacios de la planta. Un diseño adecuado al proceso y a las condiciones de este es esencial para el correcto funcionamiento de la planta.

Para hacer el diseño de las tuberías se ha trabajado con tres parámetros distintos: material más adecuado, diámetro y espesor de la tubería, y aislamiento necesario.

4.1.1. Material

El material de construcción de las tuberías está directamente relacionado con el fluido que circula por su interior.

En el diseño de la planta ACIDOX INDUSTRY S.L se usarán 2 materiales distintos, debido al alto nivel de corrosión tiene alguno de los fluidos:

- AISI 316L: se trata de un acero inoxidable austenítico, con alta resistencia a la corrosión. Se trata de uno de los materiales más usado en la industria química, que puede trabajar a temperaturas y presiones muy diversas y con buena resistencia a la corrosión. La mayoría de las tuberías y equipos de la planta están diseñados con este material.
- PVDF: fluoruro de polivinilideno. Igual que en los tanques de almacenamiento de materia prima de los ácidos concentrados, las tuberías que transportan estos fluidos serán del mismo material. Es un termoplástico, inerte químicamente, muy resistente a la corrosión.

4.1.2. Diámetro y espesor

Los fluidos, según si son líquidos o gases, tienen una velocidad de circulación típica, adecuada al tipo de tubería, que se muestra en la tabla de 4.1. Según el caudal que deba circular por ellos el diámetro de esta será uno u otro. (1)

Tipo de Flujo	Tipo de flujo	Velocidad	
		pies /s	m/s
Líquido no viscoso	Entrada a bomba	2 - 3	0.6 - 0.9
	Línea de proceso o descarga de bomba	5 - 8	1.5 - 2.5
Líquido viscoso	Entrada a bomba	0.2 - 0.8	0.06 - 0.25
	Línea de proceso o descarga de bomba	0.5 - 2	0.15 - 0.6
Gas		30 - 120	9 - 36
Vapor		30 - 75	9 - 23

Tabla 4.1 Intervalo de velocidades típicas en tuberías de acero

Para dimensionar las tuberías, acorde con las velocidades típicas hay que tener en cuenta que el diámetro viene dado por los diámetros que hay en el mercado. En el caso de esta planta se ha escogido el proveedor Acinesgon, que cuenta con una amplia gama de productos. En la Figura 4.1. los diámetros de las tuberías y el grosor para poder diseñar.

Diámetro nominal (pulgadas)	Diámetro exterior (mm)	Espesor de pared y peso por metro					
		SCHEDULE 10 S		SCHEDULE 40 S		SCHEDULE 80 S	
		mm	kg/m	mm	kg/m	mm	kg/m
1/4"	13,71	1,65	0,50	2,24	0,64	3,02	0,81
3/8"	17,15	1,65	0,64	2,31	0,86	3,20	1,12
1/2"	21,34	2,11	1,02	2,77	1,29	3,73	1,64
3/4"	26,67	2,11	1,30	2,87	1,71	3,91	2,23
1"	33,90	2,77	2,12	3,38	2,54	4,55	3,29
1 1/4"	42,16	2,77	2,73	3,56	3,44	4,85	4,53
1 1/2"	48,26	2,77	3,15	3,68	4,11	5,08	5,49
2"	60,33	2,77	3,99	3,91	5,52	5,54	7,60
2 1/2"	73,03	3,05	5,34	5,16	8,77	7,01	11,59
3"	88,90	3,05	6,56	5,49	11,45	7,62	15,51
4"	114,30	3,05	8,50	6,02	16,32	8,56	22,62
6"	168,28	3,40	14,04	7,11	28,69	10,97	43,16
8"	219,08	3,76	20,24	8,18	43,13	12,70	64,54
10"	273,05	4,20	28,17	9,27	60,31	12,70	81,55
12"	323,85	4,57	36,51	9,53	73,88	12,70	97,46

Figura 4.1 Diámetros externos y grosor de las tuberías

El rango de temperaturas, tipo de fluido y las presiones de los fluidos que circulan por su interior afectan al grosor de estas. Todos los equipos de proceso trabajan a presión atmosférica, y la temperatura más alta de la planta no llega a los 300°C, de manera que se ha escogido el grosor Schedule 40S.

4.1.3. Aislamiento

Una tubería a menudo es necesario aislarla, por diferentes motivos (2).

- Ahorro energético: evitar que se produzca un flujo de calor a través del material.
- Protección del personal: cuando la circulación del fluido es superior a 50°C, el contacto directo con una tubería puede provocar quemaduras.
- Proceso: evitar cambios de temperatura en el proceso, que puedan afectar al fluido que circula.

Por lo tanto, se aislarán aquellas tuberías por las cuales el líquido circule a más de 50°C y a temperaturas menores de 10 °C. En la planta ACIDOX INDUSTRY S.L , en el proceso, no hay ninguna tubería donde el fluido tenga una temperatura menor a 10 °C.

Existen diversos tipos de aislamiento, pero uno de los más habituales, y el que se propone para esta planta es la lana de roca. Se trata de un aislante térmico, acústico y de protección contra el fuego, que tiene una amplia gama de productos.

Para decidir el grosor necesario se usa la Tabla 4.2., de la empresa Isover, especializada en aislamientos. Según el diámetro de la tubería y la temperatura del fluido que circula por su interior. Para temperaturas de entre 50 y 100 °C se ha usado la Tabla 4.3.

Tabla 4.2. Espesores recomendados para equipos industriales (3)

Tuberías		°C Temperatura del fluido <=										
Diámetro nominal		100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	500
Di ("")	Di (mm)	Espesor de aislamiento (mm)*										
1	34	40	50	60	80	100	120	120	140	160	200	200
1 1/2	48	50	60	80	80	100	120	140	160	180	200	220
2	60	50	60	80	100	100	120	140	160	190	210	220
2 1/2	73	60	80	100	100	110	130	140	170	190	210	230
3	89	60	80	100	110	110	130	150	180	200	220	240
4	114	80	80	110	110	120	140	160	180	210	240	250
6	168	80	80	110	120	130	150	170	190	230	260	280
8	219	80	100	120	130	130	160	180	200	240	270	290
10	273	100	100	120	130	140	170	190	210	250	290	310
12	324	100	100	120	130	140	170	200	220	260	300	320
14	356	120	120	130	140	140	180	200	230	260	300	320
16	407	120	120	130	140	150	180	200	230	270	310	330
18	457	120	120	130	140	150	180	210	240	280	320	340
20	508	120	120	130	140	150	190	210	240	280	320	350
22	559	120	130	140	150	150	190	220	250	290	330	350
24	609	130	140	140	150	150	190	220	250	290	330	360

█ TECH Pipe Section MT 4.0 █ TECH Pipe Section MT 4.1 █ TECH Pipe Section MT 4.1 + TECH Wired Mat MT 3.1 (2 o 3 capas)
█ TECH Pipe Section MT 4.1 + TECH Wired Mat MT 4.2 (2 o 3 capas) █ TECH Wired Mat MT 4.2* █ TECH Wired Mat MT 5.1*
█ TECH Wired Mat MT 6.1*

(3)

Tabla 4.3. Espesores recomendados para equipos industriales

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

4.1.4. Transporte de sólidos

El producto final producido en la planta es en formato sólido, cristales. Es por eso que en las áreas 400 y 500 se encuentran algunos corrientes donde, al menos parcialmente, se encuentran en fase sólido. Los sólidos no tienen la capacidad de fluir, así que su transporte no se puede hacer mediante tuberías.

Para moverlos de un equipo a otro se usan tornillos sinfín, pero a su vez usando la fuerza de la gravedad. Se trata de un cilindro, con forma de hélice, que mediante un motor permite elevar un fluido situado por debajo del eje de giro.

A parte de usarlo estrictamente para el transporte, también sirve para dosificar el corriente. Se trata de una tecnología de bajo coste y con un diseño compacto y de fácil mantenimiento e instalación.

4.1.5. Nomenclatura

Para identificar correctamente todas las tuberías de la fábrica se establece una nomenclatura que tiene la estructura:

A - B - C - D

A: Diámetro nominal de la tubería

B: Material de la tubería, hay 2 tipos:

- Acero inoxidable AISI 316L = SS316L
- Fluoruro de polivinilideno = PVDF

C: Fluido que circula por las tuberías. En la tabla 4.3. se exponen todos los fluidos y la nomenclatura asignada para una correcta codificación

Tabla 4.4. Listado de abreviaciones según el fluido que circula

Nombre	Fluidos
AG	Aqua
EG	Etilenglicol
AS	Ácido sulfúrico (99,5%)
AN	Ácido nítrico (68%)
AO	Ácido oxálico
AD	Ácido oxálico dihidratado
SA	Salmuera
O2	Oxígeno
N2	Nitrógeno

M1	Ácido nítrico + Agua
M2	Ácido sulfúrico + Agua
M3	Ácido sulfúrico + Ácido nítrico + Agua
M4	Etilenglicol + Agua
M5	Ácido sulfúrico + Ácido nítrico + Agua + Etilenglicol + Ácido oxálico
M6	Ácido sulfúrico + Ácido nítrico + Etilenglicol
M8	Ácido oxálico + Agua + Etilenglicol + Ácido Sulfúrico + Ácido nítrico + Oxígeno
M9	Etilenglicol + Agua + Ácido nítrico
M10	Ácido oxálico + Agua
M11	Nitrógeno + Agua
M12	Ácido nítrico + Agua + Oxígeno

D: Localización de la tubería dentro de la planta. Tendrá 3 dígitos, el primero corresponde al área a la cual pertenece, y los otros 2 corresponden al número que tienen de tubería dentro del área.

Un ejemplo de nombre de una tubería a continuación:

DN25 - SS316L - M3 - 202

Este nombre nos indica que es una tubería de 25 mm de diámetro externo, que su material es acero inoxidable 316L, que circula una combinación de ácido sulfúrico, ácido nítrico y agua, y que se encuentra en el área 200, la zona de reacción.

4.1.6. Listado de tuberías

A continuación, se muestra un listado donde hay todas las tuberías que se han diseñado para la planta, y incluye la siguiente información:

- Nomenclatura
- Tramo: dónde empieza y acaba la tubería
- Diámetro nominal (DN)
- Fluido que circula
- Estado de este fluido
- Material de la tubería
- Caudal volumétrico (Q) en [m³/h]
- Velocidad del fluido (v) en [m/s]
- Temperatura [°C]
- Tipo de aislamiento y grosor de este [mm]

	LISTADO TUBERÍAS									A-100		
	TRAMO		DN	Schedule	FLUIDO	ESTADO	MATERIAL	Q [m ³ /h]	V [m/s]	T [°C]	AISLAMIENTO	
	NOMENCLATURA	INICIO	FINAL								Material	Grosor [mm]
DN40-SS316L-EG-101	T-101	TM-201	40	40s	EG	Líquido	SS316L	1,97	0,42	25	-	-
DN40-SS316L-EG-102	T-102	TM-201	40	40s	EG	Líquido	SS316L	1,97	0,42	25	-	-
DN20-PVDF-AS-103	T-103	TM-203	20	40s	AS	Líquido	PVDF	0,70	0,56	25	-	-
DN20-PVDF-AN-104	T-104	TM-202	20	40s	AN	Líquido	PVDF	0,96	0,77	25	-	-
DN40-SS316L-EG-105	T-101/T-102	TM-201	40	40s	EG	Líquido	SS316L	1,97	0,42	25	-	-
DN25-PVDF-AS-106	Cisterna	T-103	25	40s	AS	Líquido	PVDF			25	-	-
DN25-PVDF-AN-107	Cisterna	T-104	25	40s	AN	Líquido	PVDF			25	-	-
DN50-SS316L-EG-108	Cisterna	T-101	50	40s	EG	Líquido	SS316L			25	-	-
DN50-SS316L-EG-109	Cisterna	T-102	50	40s	EG	Líquido	SS316L			25	-	-

	LISTADO TUBERÍAS										A-200	
	TRAMO		DN	Schedule	FLUIDO	ESTADO	MATERIAL	Q [m ³ /h]	V [m/s]	T [°C]	AISLAMIENTO	
	NOMENCLATURA	INICIO	FINAL								Material	Grosor (mm)
DN15-PVDF-AS-201	P-201A/B	Tubería 202	15	40s	AS	Líquido	PVDF	0,70	1,00	25	-	-
DN40-SS316L-M2-202	P-202A/B	E-314	40	40s	M2	Líquido	SS316L	7,62	1,61	271	LLR	100
DN65-SS316L-M2-203	TM-203	P-203A/B	65	40S	M2	Líquido	SS316L	7,62	0,69	25	-	-
DN40-SS316L-M2-204	P-203A/B	R-201	40	40s	M2	Líquido	SS316L	7,62	1,61	25	-	-
DN15-PVDF-AN-205	P-204A/B	Tubería 206	15	40s	AN	Líquido	PVDF	0,96	1,36	25	-	-
DN80-SS316L-M1-206	P-205 A/B	TM-202	80	40s	M1	Líquido	SS316L	21,51	1,25	25	-	-
DN100-SS316L-M1-207	TM-202	P-206 A/B	100	40s	M1	Líquido	SS316L	21,51	0,73	25	-	-

DN80-SS316L-M1-208	P-206 A/B	R-201	80	40s	M1	Líquido	SS316L	21,51	1,25	25	-	-
DN25-SS316L-M4-209	P-207 A/B	Tubería 210	25	40s	M4	Líquido	SS316L	1,96	0,98	25	-	-
DN25-SS316L-EG-210	P-208 A/B	TM-201	25	40s	EG	Líquido	SS316L	1,97	0,98	25	-	-
DN40-SS316L-M4-211	TM-201	P-210 A/B	40	40s	M4	Líquido	SS316L	2,33	0,49	50	LLR	40
DN25-SS316L-M4-212	P-210 A/B	R-201	25	40s	M4	Líquido	SS316L	2,33	1,16	50	LLR	40
DN100-SS316L-M8-213	R-201	P-211 A/B	100	40s	M8	Líquido	SS316L	30,06	1,02	25	-	-
DN80-SS316L-M8-214	P-211 A/B	E-301	80	40s	M8	Líquido	SS316L	33,69	1,96	25	-	-
DN200-SS316L-O2-215	T-105	R-203	200	40s	O2	GAS	SS316L	1912,10	16,45	25	-	-
DN40-SS316L-O2-216	R-201	R-201	40	40s	O2	GAS	SS316L	116,45	24,57	25	-	-
DN150-SS316L-O2-217	T-105	R-203	150	40s	O2	GAS	SS316L	2028,55	17,45	25	-	-

ACIDOX INDUSTRY	LISTADO TUBERÍAS										A-300	
	TRAMO		DN	Schedule	FLUIDO	ESTADO	MATERIAL	Q [m ³ /h]	V [m/s]	T [°C]	AISLAMIENTO	
	NOMENCLATURA	INICIO	FINAL								Material	Grosor (mm)
DN80-SS316L-M8-301	E-301	FC-302	80	40s	M8	Vapor/Líquido	SS316L	68,26	3,98	105	LLR	60
DN80-SS316L-M8-302	FC-302	P-301 A/B	80	40s	M8	Líquido	SS316L	16,91	0,98	105	LLR	60
DN65-SS316L-M8-303	P-301 A/B	RC-303	65	40s	M8	Líquido	SS316L	16,91	1,52	105	LLR	60
DN500-SS316L-M12-304	FC-302	E-311	500	40s	M12	Vapor	SS316L	20062,64	28,38	105	LLR	60
DN80-SS316L-M12-305	E-311	TP-313	80	40s	M12	Líquido/Gas	SS316L	15,61	0,91	25	-	-
DN100-SS316L-M10-306	TP-313	P-205 A/B	100	40s	M1	Líquido	SS316L	15,58	0,53	25	-	-
DN40-SS316L-AO-307	RC-303	TM-401	40	40s	AO	Líquido	SS316L	2,39	0,50	296	LLR	100
DN80-SS316L-M5-308	RC-303	FC-305	80	40s	M5	Líquido	SS316L	14,49	0,84	102	LLR	60
DN450-SS316L-M5-309	FC-305	RC-306	450	40s	M5	Vapor	SS316L	16766,14	29,28	231	LLR	130
DN40-SS316L-M2-310	FC-305	E-314	40	40s	M2	Líquido	SS316L	11,26	2,38	231	LLR	80
DN65-SS316L-M9-311	RC-306	E-307	65	40s	M9	Líquido	SS316L	8,13	0,73	92	LLR	60

DN65-SS316L-M2-312	RC-306	E-314	65	40s	M2	Líquido	SS316L	4,09	0,34	271	LLR	110
DN65-SS316L-M9-313	E-307	FC-308	65	40s	M9	Vapor/Líquido	SS316L	23,17	2,09	96	LLR	60
DN250-SS316L-M1-314	FC-308	E-312	250	40s	M1	Vapor	SS316L	6083,70	33,20	96	LLR	80
DN80-SS316L-M1-315	E-312	P-205 A/B	80	40s	M1	Líquido	SS316L	4,68	0,60	25	-	-
DN40-SS316L-M9-316	FC-308	P-302 A/B	40	40s	M9	Líquido	SS316L	3,05	0,64	96	LLR	40
DN25-SS316L-M9-317	P-302 A/B	RC-309	25	40s	M9	Líquido	SS316L	3,05	1,52	96	LLR	40
DN32-SS316L-M4-318	RC-309	P-207 A/B	32	40s	M4	Líquido	SS316L	1,96	0,56	197	LLR	60
DN40-SS316L-M1-319	RC-309	RC-310	40	40s	M1	Líquido	SS316L	2,69	0,57	94	LLR	40
DN32-SS316L-A-320	RC-310	P-303 A/B	32	40s	A	Líquido	SS316L	2,72	0,78	100	LLR	40
DN25-SS316L-A-321	P-303 A/B	Tratamiento aguas	25	40s	A	Líquido	SS316L	2,72	1,36	25	-	-
DN25-SS316L-M1-322	RC-310	E-307	25	40s	M1	Líquido	SS316L	1,30	0,65	96	LLR	40
DN25-SS316L-M1-323	E-307	P-205 A/B	25	40s	M1	Líquido	SS316L	1,23	0,61	25	-	-

	LISTADO TUBERÍAS										A-400	
	TRAMO		DN	Schedule	FLUIDO	ESTADO	MATERIAL	Q [m ³ /h]	V [m/s]	T [°C]	AISLAMIENTO	
	NOMENCLATURA	INICIO									Material	Grosor (mm)
DN32-SS316L-AG-401	Agua red	P-401 A/B	32	40s	AG	Líquido	SS316L	10,81	0,78	25	-	-
DN25-SS316L-AG-402	P-401 A/B	TM-401	25	40s	AG	Líquido	SS316L	10,81	1,35	25	-	-
DN40-SS316L-AO-403	RC-303	P-402 A/B	40	40s	AO	Líquido	SS316L	2,39	0,50	296	LLR	100
DN25-SS316L-AO-404	P-402 A/B	TM-401	25	40s	AO	Líquido	SS316L	2,39	1,19	296	LLR	100
DN40-SS316L-M10-405	TM-401	TM-402	40	40s	M10	Vapor/Líquido	SS316L	6,85	0,36	185	LLR	60
DN32-SS316L-M10-406	CE-501	P-403 A/B	32	40s	M10	Líquido	SS316L	8,17	0,59	185	LLR	60
DN25-SS316L-M10-407	P-403 A/B	TM-402	25	40s	M10	Líquido	SS316L	8,17	1,02	185	LLR	60
DN40-SS316L-M10-408	TM-402	E-403	40	40s	M10	Vapor/Líquido	SS316L	7,58	0,40	105	LLR	40
DN40-SS316L-M10-409	E-403	C-404	40	40s	M10	Líquido	SS316L	7,58	0,40	80	LLR	60
DN50-SS316L-M10-410	C-404	CE-501	50	40s	M10	Líquido/sólido	SS316L	7,58	0,24	30	-	-

	LISTADO TUBERÍAS									A-500		
	TRAMO		DN	Schedule	FLUIDO	ESTADO	MATERIAL	Q [m³/h]	V [m/s]	T [°C]	AISLAMIENTO	
NOMENCLATURA	INICIO	FINAL									Material	Grosor (mm)
DN32-SS316L-M10-501	CE-501	S-503	32	40s	M10	Líquido	SS316L	5,26	0,38	30	-	-
DN50-SS316L-M11-502	S-503	CI-504	50	40s	M11	Gas	SS316L	821,19	26,36	100	LLR	40
DN50-SS316L-M11-503	CI-504	Deshumidificador	50	40s	M11	Gas	SS316L	733,33	23,54	100	LLR	40
DN15-SS316L-AG-504	Deshumidificador	Tratamiento aguas	15	40s	AG	Líquido	SS316L	1,00	0,36	70	LLR	40
DN65-SS316L-N2-505	Deshumidificador	Recirculación nitrógeno	65	40s	N2	Gas	SS316L	618,10	13,91	70	LLR	40
DN65-SS316L-N2-506	Tanque nitrógeno	E-502	65	40s	N2	Gas	SS316L	618,10	13,91	-	-	-
DN40-SS316L-N2-507	Tanque nitrógeno	E-502	40	40s	N2	Gas	SS316L	618,10	34,16	-	-	-

4.2. Válvulas

4.2.1. Introducción

Las válvulas son elementos vitales en una industria para poder ejercer el control sobre un proceso. La función principal de una válvula es regular, permitir o impedir el paso de un fluido a través de cualquier planta industrial o cualquier equipo.

Uno de los principales objetivos cuando se diseña una planta química es tener el mayor grado de seguridad posible. Las válvulas son un elemento básico para poder llegar a este objetivo.

Otro objetivo es controlar todas, o casi todas las variables en el proceso. Esto solo se consigue con el control y la automatización de los procesos, como bien se detalla en el Capítulo 4-Control e instrumentación donde la mayor parte del control se realiza mediante diferentes tipos de válvulas.

4.2.2. Tipo de válvulas según su funcionalidad

Existen muchos tipos de válvulas, y en función de donde estén situadas y cual sea su función, se elegirá una u otra.

A continuación, se hará una breve explicación de los tipos de válvula que se han usado en este proyecto.

4.2.2.1. *Válvulas ON/OFF*

Este tipo de válvulas se caracterizan por tener solo dos funciones, dejar pasar el caudal o no.

En este proyecto se han usado este tipo de válvulas como modo de seguridad de la planta y protección de los equipos. En el caso que una variable se descontrola el controlador manda una señal y cierra la válvula.

Existen varios tipos de válvulas ON/OFF, y en función del diámetro de la tubería y de otros parámetros, se elige el tipo.

4.2.2.2. *Válvulas modulantes*

Las válvulas modulantes sirven para poder regular los caudales ante perturbaciones. Son capaces de permitir más flujo o menos flujo de un fluido en función de la señal que le envía el controlador.

Hay muchos tipos de válvulas modulantes, y en función del objetivo y donde estén ubicadas, se elegirá el tipo más adecuado.

4.2.2.3. *Válvulas manuales*

Las válvulas manuales se definen simplemente como las válvulas que funcionan con un operador manual, como una palanca manual o un volante.

En esta planta, las válvulas manuales se usan como método de protección de los equipos y también por seguridad. Como bien se detalla en el Capítulo 3 Control e instrumentación se ponen válvulas manuales en todas las entradas y salidas de los equipos, y en el caso que las válvulas o el control de seguridad fallase, como existe un sistema de alarmas, de forma manual, se podrían parar las entradas y las salidas.

4.2.2.4. *Válvulas antirretorno*

Estas válvulas se encargan de permitir la circulación del fluido en un único sentido impidiendo la circulación en la dirección contraria. Esto se consigue gracias a la presión que genera el fluido en una dirección hace que la compuerta de abra y se mantenga abierta mientras que si el curso del fluido cambia de dirección, su presión conlleva el cierre de este.

Las válvulas antirretorno se localizarán en las salidas de bombas para evitar un caudal inverso que pudiera dañar las tuberías o equipos.

4.2.3. Tipo de válvulas según su diseño

Hasta ahora se ha explicado brevemente que tipos de válvula se han usado según la funcionalidad, a continuación, se explicaran los tipos de válvula según su diseño.

4.2.3.1. *Válvulas de bola*

Las válvulas de bola ofrecen muy buena capacidad de cierre y son prácticas porque para abrir y cerrar la válvula es tan sencillo como girar la manivela 90° . Se pueden hacer de 'paso completo', lo que significa que la apertura de la válvula es del mismo tamaño que el interior de las tuberías y esto resulta en una muy pequeña caída de presión. Otra característica principal, es la disminución del riesgo de fuga de la glándula sella, debido a que el eje de la válvula solo se tiene que girar 90° (4)

Es importante tener en cuenta que esta válvula es para uso exclusivo en la posición totalmente abierta o cerrada. Esta no es adecuada para su uso en una posición de apertura parcial. (4)

4.2.3.2. *Válvulas de mariposa*

La válvula de mariposa es adecuada para utilizarse en una amplia variedad de aplicaciones, desde el control de caudal hasta el control abierto-cerrado (On-Off).

Las válvulas de mariposa usualmente sirven para aplicaciones de baja presión y trabajan mejor como válvulas ON/OFF. Comparadas con las válvulas de bola, a diámetros relativamente grandes, las de mariposa son más económicas.

El proveedor al que se le compraran todas las válvulas es el GENE BRE INDUSTRIAL, ya que posee de un amplio rango de válvulas, que coinciden con las necesarias para este proyecto. (5)

4.2.4. Nomenclatura

Para poder identificar las válvulas en el P&ID se ha descrito una nomenclatura que permite saber de que tipo de válvula se trata y en que área está situada.

El primer numero que aparece después del código de válvula, que se especifica en la tabla 4.5, define el área en el que se encuentra la válvula, y los siguientes números se refieren al numero de válvula.

Tabla 4.5: Nomenclatura de las válvulas

Código (Letras)	Significado
VMB	Válvula manual de bola
VMM	Válvula manual de mariposa
VAB	Válvula automática de bola
VAM	Válvula automática de mariposa
VNR	Válvula antiretorno (Non return)
VM	Válvula modulante/regulación
VTV	Válvula de tres vías

4.2.5. Listado de válvulas

A continuación se muestra un listado con todas las válvulas, clasificadas por áreas y con la nomenclatura correspondiente.

4.2.5.1. Válvulas Área 100

A continuación se muestra las válvulas del área 100 con sus respectivos diámetros. (Tabla 4.6)

Tabla 4.6: Válvulas área 100

Válvulas manuales de bola	
Código	Diámetro
VMB-101	DN50
VMB-102	DN50
VMB-103	DN25
VMB-104	DN25
VMB-105	DN40
VMB-106	DN40
Válvulas automáticas de bola	
VAB-101	DN50

VAB-102	DN50
VAB-103	DN25
VAB-104	DN25
VAB-105	DN40
VAB-106	DN40

4.2.5.2. Válvulas área 200

Válvulas manuales de bola		Válvulas automáticas de bola	
Código	Diámetro	Código	Diámetro
VMB-201	DN20	VAB-201	DN65
VMB-202	DN15	VAB-202	DN80
VMB-203	DN20	VAB-203	DN25
VMB-204	DN15	VAB-204	DN40
VMB-205	DN65	VAB-205	DN80
VMB-206	DN40	VAB-206	DN40
VMB-207	DN65	VAB-207	DN25
VMB-208	DN40	VAB-208	DN200
VMB-209	DN20	Válvulas antiretorno	
VMB-210	DN15	Código	Diámetro
VMB-211	DN20	VNR-201	DN15
VMB-212	DN15	VNR-202	DN15
VMB-213	DN100	VNR-203	DN40
VMB-214	DN80	VNR-204	DN40
VMB-215	DN100	VNR-205	DN15
VMB-216	DN80	VNR-206	DN15
VMB-217	DN32	VNR-207	DN80
VMB-218	DN25	VNR-208	DN80
VMB-219	DN32	VNR-209	DN25
VMB-220	DN25	VNR-210	DN25
VMB-221	DN40	VNR-211	DN25
VMB-222	DN25	VNR-212	DN25
VMB-223	DN40	VNR-213	(no especificada)
VMB-224	DN25	VNR-214	(no especificada)
VMB-225	(no especificado)	VNR-215	DN40
VMB-226	(no especificado)	VNR-216	DN40
VMB-227	Purga	VNR-217	DN80
VMB-228	Purga	VNR-218	DN80
VMB-229	DN65	VNR-219	DN25
VMB-230	DN80	VNR-220	DN25
VMB-231	DN25	VNR-221	DN80
VMB-232	DN65	VNR-222	DN80

VMB-233	DN40		
VMB-234	DN65	Válvulas automáticas de mariposa	
VMB-235	DN40	Código	Diámetro
VMB-236	DN40	VAM-201	DN150
VMB-237	DN100		
VMB-238	DN80	Válvulas manuales de mariposa	
VMB-239	DN100	Código	Diámetro
VMB-240	DN80	VMM-201	DN100
VMB-241	DN80	VMM-202	DN80
VMB-242	DN40	VMM-203	DN100
VMB-243	DN25	VMM-204	DN80
VMB-244	DN40	VMM-205	DN150
VMB-245	DN25	VMM-206	DN200
VMB-246	DN40		
VMB-247	Servicio	Válvulas modulantes	
VMB-248	DN25	Código	Diámetro
VMB-249	Servicio	VM-201	Servicio
VMB-250	Servicio	VM-202	Servicio
VMB-251	Purga	VM-203	Servicio
VMB-252	Purga	VM-204	DN40
VMB-253	Purga	VM-205	Bypass
VMB-254	DN20	VM-206	Bypass
VMB-255	Servicio	VM-207	Bypass
VMB-256	DN40		
VMB-257	TM		
VMB-258	TM		
VMB-259	TM		

4.2.5.3. *Válvulas área 300*

Válvulas manuales de bola		Válvulas automáticas de bola	
Código	Diámetro	Código	Diámetro
VMB-301	DN80	VAB-301	DN80
VMB-329	DN80	VAB-311	DN80
VMB-302	Servicio	VAB-302	DN80
VMB-303	DN80	VAB-303	DN65
VMB-304	DN80	VAB-304	DN80
VMB-305	DN65	VAB-305	DN80
VMB-306	DN80	VAB-306	DN65
VMB-307	DN65	VAB-307	DN65
VMB-308	DN65	VAB-308	Servicio
VMB-309	DN80	VAB-309	DN25

VMB-310	DN80	VAB-310	DN25
VMB-311	Servicio	VAB-312	DN40
VMB-312	Servicio		
VMB-313	Servicio	Válvulas automáticas de mariposa	
VMB-314	DN65	Código	Diámetro
VMB-315	Servicio	VAM-301	DN500
VMB-316	DN65	VAM-302	DN450
VMB-317	Servicio	VAM-303	DN250
VMB-318	DN40		
VMB-319	DN25	Válvulas modulantes	
VMB-320	DN40	Código	Diámetro
VMB-321	DN25	VM-301	Servicio
VMB-322	DN25	VM-302	Servicio
VMB-323	DN25	VM-303	DN500
VMB-324	Servicio	VM-304	DN450
VMB-325	DN32	VM-305	Servicio
VMB-326	DN25	VM-306	Servicio
VMB-327	DN32	VM-307	Servicio
VMB-328	DN25	VM-308	Servicio
VMB-330	DN40	VM-309	Servicio
VMB-331	Servicio	VM-310	DN250
VMB-332	Servicio	VM-311	Servicio
Válvulas antiretorno		VM-312	By-pass
Código	Diámetro	Válvulas de tres vías modulantes	
VNR-301	DN65	Código	Diámetro
VNR-302	DN65	VTV-301	DN65
VNR-303	DN25	VTV-302	DN65
VNR-304	DN25	VTV-303	DN25
VNR-305	DN25	VTV-304	DN25
VNR-306	DN25	VTV-305	DN25
Válvulas manuales de mariposa		VTV-306	DN25
Código	Diámetro		
VMM-301	DN500		
VMM-302	DN500		
VMM-303	DN450		
VMM-304	DN250		
VMM-305	DN250		

4.2.5.4. *Válvulas área 400*

Válvulas manuales de bola		Válvulas automáticas de bola	
Código	Diámetro	Código	Diámetro
VMB-401	DN32	VAB-401	DN25
VMB-402	DN25	VAB-402	DN25
VMB-403	DN32	VAB-403	DN25
VMB-404	DN25	VAB-404	DN40
VMB-405	DN25	VAB-405	DN40
VMB-406	Purga	VAB-406	DN40
VMB-407	DN40	Válvulas antiretorno	
VMB-408	DN25	Código	Diámetro
VMB-409	DN40	VNR-401	DN25
VMB-410	DN25	VNR-402	DN25
VMB-411	DN25	VNR-403	DN25
VMB-412	Purga	VNR-404	DN25
VMB-413	DN32	VNR-405	DN25
VMB-414	DN25	VNR-406	DN25
VMB-415	DN32	Válvulas modulantes	
VMB-416	DN25	Código	Diámetro
VMB-417	DN25	VM-401	Servicio
VMB-418	DN40	VM-402	Servicio
VMB-419	Servicio	VM-403	Bypass
VMB-420	DN40	VM-404	Bypass
VMB-421	DN40		
VMB-422	Servicio		

4.2.5.5. *Válvulas área 500*

Válvulas manuales de bola	
VMB-501	DN32
VMB-502	Servicio
VMB-503	DN65
Válvulas automáticas de bola	
VAB-501	DN65
Válvulas modulantes	
VM-501	DN32
VM-502	Servicio

4.3. Bombas

Para el funcionamiento de la planta es necesaria la impulsión de fluidos por las tuberías y entre los equipos. Para ello, cuando se trata de corrientes en estado líquido se usan las bombas, que aumentan la energía de los fluidos y permite un aumento de la presión para su correcto transporte.

Para evitar problemas de operación, todas las bombas se encuentran duplicadas, para facilitar el mantenimiento de estas, de manera que en caso de que una no funcione, se pueda usar la otra y no sea necesario parar la producción.

4.3.1. Elección de bombas

Las bombas que se usarán en la planta son centrífugas. Es un tipo de bomba muy habitual en industria química, ya que pueden trabajar en diferentes condiciones, con caudales muy distintos. Para escoger la bomba hay varios parámetros de diseño para tener en cuenta:

- Propiedades del fluido, temperatura, densidad y viscosidad
- Caudal volumétrico
- Altura total de aspiración
- Altura total de impulsión

En el caso de esta planta es necesario que algunas tengan la certificación ATEX.

Algunos de los corrientes de la planta tienen un caudal pequeño, así que se ha instalado un bypass en la bomba, de manera que el caudal sea superior y la bomba pueda funcionar correctamente.

4.3.2. Nomenclatura

La nomenclatura de las bombas sigue la misma estructura que los demás equipos de la planta, tal y como se ha explicado en el Capítulo 2. Equipos. Todas las bombas tendrán la letra P (del inglés, “Pump”), seguida de 3 dígitos. El primero hace referencia al área en la cual se encuentra, y los otros 2 son el número de bomba. Debido a que cada bomba se encuentra duplicada, se distinguirán usando las letras A o B al final del nombre.

4.3.3. Listado de bombas

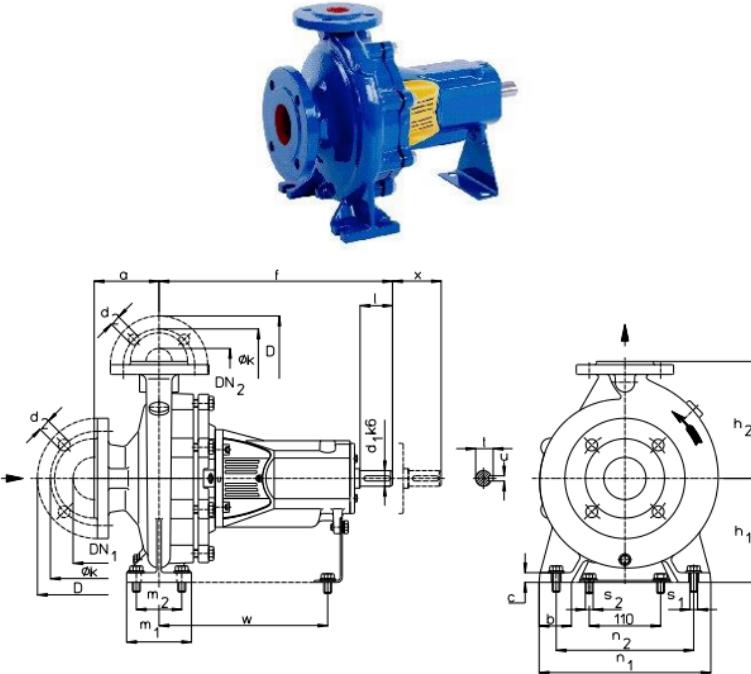
En el listado de bombas se ha incluido la siguiente información:

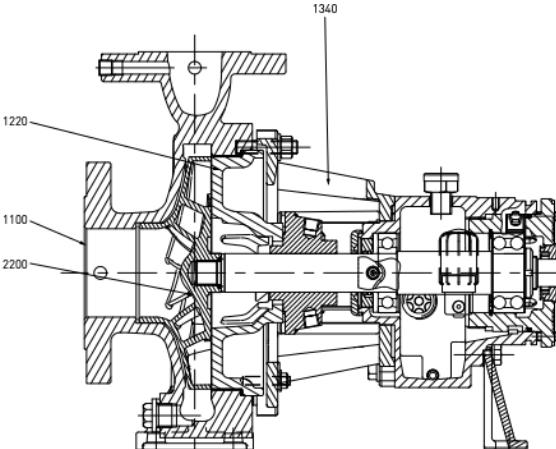
- Nombre de la bomba, según expuesto en el apartado anterior, 4.3.2.
- Tubería de aspiración e impulsión de cada una de las bombas
- Z, altura de tramo de aspiración e impulsión [m]
- V, velocidad del fluido en el tramo de aspiración e impulsión [m/s]
- L, longitud del tramo de aspiración e impulsión [m]
- Pérdidas de carga del tramo de aspiración e impulsión [m]
- h, carga total [m]
- P, potencia real de la bomba [kW]

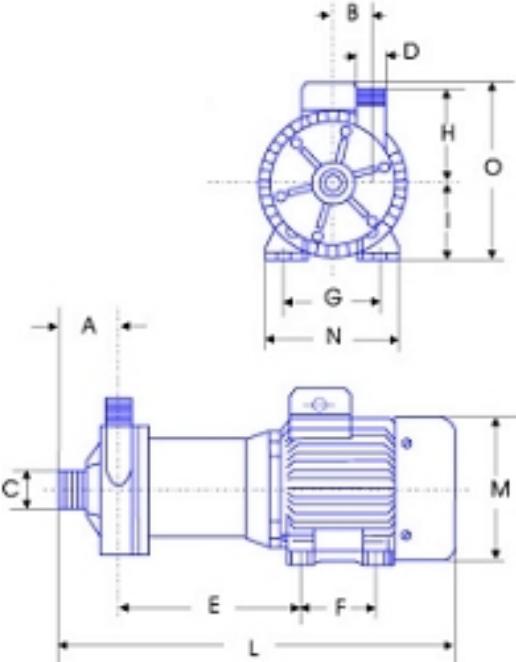
 <p>ACIDOX INDUSTRY</p>			LISTADO DE BOMBAS										
TAG	NOMBRE		Z [m]		V [m/s]		L [m]		e _v [m]		h [m]	W [kW]	Modelo escogido
BOMBA	ASPIRACIÓN	IMPULSIÓN	A	I	A	I	A	I	A	I			
P-201 A/B	DN20-PVDF-AS-103	DN15-PVDF-AS-201	2	8	0,56	1,00	5	25	1,51	13,63	23,23	0,08	AIQSA P051 (0,12 kW)
P-202 A/B	DN65-SS316L-M2-312	DN40-SS316L-M2-202	2	8	0,69	1,61	40	100	4,35	92,25	97,78	3,39	SIHI SuperNova Size 40-315 (5,5 kW)
P-203 A/B	DN65-SS316L-M2-203	DN40-SS316L-M2-204	4	15	0,69	1,61	10	25	1,50	26,52	37,83	1,31	SIHI SuperNova Size 40-315 (2,2 kW)
P-204 A/B	DN20-PVDF-AN-104	DN15-PVDF-AN-205	2	6	0,77	1,36	5	15	1,84	16,04	22,72	0,08	AIQSA P051 (0,12 kW)
P-205 A/B	DN100-SS316L-M10-306	DN80-SS316L-M1-206	2	8	0,73	1,25	40	100	13,5	24,43	46,15	3,28	SIHI SuperNova Size 80-200 (5,5 kW)
P-206 A/B	DN100-SS316L-M1-207	DN80-SS316L-M1-208	4	15	0,73	1,25	10	25	1,45	10,56	25,19	1,79	SIHI SuperNova Size 80-200 (2,2 kW)

P-207 A/B	DN32-SS316L-M4- 318	DN25-SS316L-M4- 209	2	8	0,56	0,98	40	100	4,16	30,60	45,09	0,23	AG POL BOMBA K10 M (1,1 KW)
P-208 A/B	DN40-SS316L-EG- 105	DN25-SS316L-EG- 210	4	8	0,42	0,98	10	10	0,76	6,99	16,11	0,10	SIHI Durco Mark 3 ISOMAG80(0,55 kW)
P-209 A/B	Bomba dosificadora		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Jesco MB 1 05 02/1 (0,55kW)
P-210 A/B	DN40-SS316L-M4- 211	DN25-SS316L-M4- 212	4	15	0,49	1,16	10	25	1,05	24,65	43,67	0,31	SIHI Durco Mark 3 ISO MAG 80 (0,55 kW)
P-211 A/B	DN100-SS316L- M8-213	DN80-SS316L-M8- 214	2	15	1,02	1,96	5	30	2,11	50,51	48,80	5,79	SIHI SuperNova Size 80-315 (11 kW)
P-301 A/B	DN80-SS316L-M8- 302	DN65-SS316L-M8- 303	2	12	0,98	1,52	5	10	2,15	12,13	23,73	1,58	SIHI SuperNova Size 65-160(2,2 kW)
P-302 A/B	DN40-SS316L-M9- 316	DN25-SS316L-M9- 317	2	12	0,64	1,51	5	10	1,32	18,79	29,89	0,25	SIHI Durco Mark 3 ISOMAG80 (0,55 kW)
P-303 A/B	DN32-SS316L-A- 320	DN25-SS316L-A- 321	2	10	0,78	1,36	5	100	2,11	58,84	70,18	0,49	AG POL BOMBA K10 M (1,1 KW)
P-401 A/B	DN32-SS316L-AG- 401	DN25-SS316L-AG- 402	2	6	0,78	1,36	5	10	2,08	12,08	19,48	0,57	AG POL BOMBA K10 M (1,1 KW)
P-402A/B	DN40-SS316L-AO- 403	DN25-SS316L-AO- 404	5	15	0,50	1,19	5	25	0,81	20,71	34,35	0,29	SIHI Durco Mark 3 ISO MAG 80 (0,55 kW)
P-403 A/B	DN32-SS316L- M10-406	DN25-SS316L- M10-407	2	6	0,59	1,02	5	25	1,19	15,15	24,39	0,71	AG POL BOMBA K10 M (1,1 KW)

4.3.4. Hojas de especificaciones

 <p>ACIDOX INDUSTRY</p>	<p>ESPECIFICACIÓN DE BOMBAS</p>	<p>PLANTA: ACIDOX INDUSTRY S.L LOCALIDAD: Tàrrega FECHA: 11/06/2021 REVISIÓN: 06/06/2021 Hoja 1 de 1</p>
DATOS GENERALES		
PROVEEDOR MODELO TIPO		Flowserve SIHI Pumps SIHI SuperNova Centrífuga, certificación ATEX
DATOS TÉCNICOS		
TEMPERATURA MÁXIMA PRESIÓN MAXIMA CAUDAL MÁXIMO CARGA ASPIRACIÓN MÁXIMA VELOCIDAD MÁXIMA		170 °C 16 bar 1.800 m ³ /h 140 m 3.600 rpm
ESQUEMA/DIBUJO		
		

 <p>ACIDOX INDUSTRY</p>	<h2>ESPECIFICACIÓN DE BOMBAS</h2>	PLANTA: ACIDOX INDUSTRY S.L LOCALIDAD: Tàrrega FECHA: 11/06/2021 REVISIÓN: 06/06/2021 Hoja 1 de 1		
DATOS GENERALES				
PROVEEDOR MODELO TIPO		Flowserve SIHI Pumps SIHI Durco Mark 3 ISO Centrífuga, certificación ATEX		
DATOS TÉCNICOS				
TEMPERATURA MÁXIMA PRESIÓN MAXIMA CAUDAL MÁXIMO CARGA ASPIRACIÓN MÁXIMA VELOCIDAD MÁXIMA	400 °C 25 bar 1.400 m ³ /h 220 m 3.600 rpm			
ESQUEMA/DIBUJO				
 				

 <p>ACIDOX INDUSTRY</p>	<h2>ESPECIFICACIÓN DE BOMBAS</h2>	PLANTA: ACIDOX INDUSTRY S.L LOCALIDAD: Tàrrega FECHA: 11/06/2021 REVISIÓN: 06/06/2021 Hoja 1 de 1
DATOS GENERALES		
PROVEEDOR MODELO TIPO	AIQSA P-052 Centrífuga	
DATOS TÉCNICOS		
TEMPERATURA MÁXIMA PRESIÓN MAXIMA CAUDAL MÁXIMO CARGA ASPIRACIÓN MÁXIMA VELOCIDAD MÁXIMA	-	-
ESQUEMA/DIBUJO	 <p>The technical drawing illustrates a centrifugal pump assembly. The front view shows a motor at the bottom connected by a shaft to a pump impeller. The side view shows the pump body with various flanges and a discharge outlet. Dimension lines indicate specific measurements: A (width of the pump body), B (width of the pump body), C (width of the motor base), D (width of the motor base), E (length of the pump body), F (width of the pump body), G (width of the pump body), H (height of the pump body), L (total length of the pump assembly), M (height of the pump body), and N (width of the pump body).</p>	

 <p>ACIDOX INDUSTRY</p>	<h3>ESPECIFICACIÓN DE BOMBAS</h3>	PLANTA: ACIDOX INDUSTRY S.L LOCALIDAD: Tàrrega FECHA: 11/06/2021 REVISIÓN: 06/06/2021 Hoja 1 de 1
DATOS GENERALES		
PROVEEDOR MODELO TIPO	SACI Pumps K 10 M Centrífuga	
DATOS TÉCNICOS		
TEMPERATURA MÁXIMA PRESIÓN MAXIMA CAUDAL MÁXIMO CARGA ASPIRACIÓN MÁXIMA VELOCIDAD MÁXIMA	110 °C 6 bar 96 m ³ /h 62 m -	
ESQUEMA/DIBUJO		
 <p>K10 K40</p>		

 <p>ACIDOX INDUSTRY</p>	<h3>ESPECIFICACIÓN DE BOMBAS</h3>	PLANTA: ACIDOX INDUSTRY S.L LOCALIDAD: Tàrrega FECHA: 11/06/2021 REVISIÓN: 06/06/2021 Hoja 1 de 1
DATOS GENERALES		
PROVEEDOR MODELO TIPO		Lutz - JESCO Memdos MR Diafragma
DATOS TÉCNICOS		
TEMPERATURA MÁXIMA PRESIÓN MAXIMA CAUDAL MÁXIMO CARGA ASPIRACIÓN MÁXIMA VELOCIDAD MÁXIMA		- 5 bar 640 L/h - -
ESQUEMA/DIBUJO		
		

4.4. Accesarios

Para direccionar de forma correcta los diferentes fluidos de la planta ACIDOX INDUSTRY S.L, los accesorios son de suma importancia. A continuación, se indican los accesorios utilizados en planta. Estos tienen la función de unir tuberías, prevenir contra dilataciones térmicas y proporcionar seguridad.

4.4.1. Accidentes

Cuando se requiere variar la dirección de un flujo, dividirlo en más corrientes, o unir diferentes flujos en uno mismo sin cambiar sus condiciones, se han instalado accesorios de unión de tuberías. Estos accesorios serán de acero inoxidable 316L para evitar problemas por corrosión y para que sean capaces de soportar las presiones y temperaturas con las que se trabaja en la planta. El tipo de conexión que habrá entre estos y las tuberías será de tipo soldado.

Se han instalado un total de 140 codos con una curvatura de 90°, como los mostrados en la *Figura 4.2*. Además, se han implementado 5 picajes en la planta, como los mostrados en la *Figura 4.3*. La decisión de implementar picajes en vez de tes, es debida a que los corrientes que entran y salen de las tes tienen que ser del mismo diámetro, provocando que la velocidad del fluido por tubería no sea una velocidad típica.



Figura 4.2 Codo con curvatura de 90°

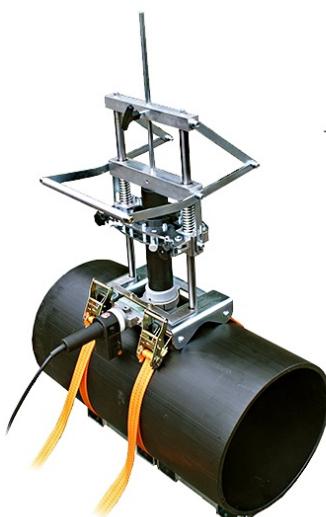


Figura 4.3 Picaje de una tubería

4.4.2. Juntas de dilatación

El material que se ha utilizado para prácticamente todas las tuberías de la planta, exceptuando las pequeñas tuberías de área 100 que son de PVDF, es el acero inoxidable SS 316 L. Estos materiales, debido a altas temperaturas y presiones, sufren dilataciones.

Para evitar el incremento de longitud y volumen de la tubería en aquellos tramos más largos y rectos se pondrán juntas de dilatación, como las mostradas en la *Figura 4.4*. En tramos más cortos, se instalarán compensadores que tienen un menor coste en el mercado, como los mostrados en la *Figura 4.5*.



Figura 4.4 Juntas de dilatación



Figura 4.5 Compensadores de dilatación.

4.4.3. Discos de ruptura

La planta ACIDOX INDUSTRY S.L cuenta con válvulas de seguridad para aliviar la presión en ciertos equipos, en algunas circunstancias pueden resultar insuficientes para dar una protección completa. Por este motivo, se han incorporado discos de ruptura, como el que se puede observar en la Figura 4.6.

Se tratan de dispositivos de alivio de presión sin cierre repetido del mecanismo, accionados por diferencia de presión entre el interior y exterior y diseñados para funcionar por estallido o venteo de un disco. Los equipos de la planta donde se considera que es necesaria la instalación de estos son el reactor y los tanques mezcla. Estos equipos son los que tienen mayor riesgo de tener una sobrepresión en su interior.



Figura 4.6. Disco de ruptura.

4.4.4. Purgas

Se han colocado diferentes purgas en puntos estratégicos para evitar la obstrucción de las líneas de vapor. Esto puede generar el golpe de ariete, una sobrecarga de presión que puede sufrir la tubería obstruyendo el flujo del fluido de forma repentina. Los puntos donde existe una condensación es importante purgar los condensados de dicha tubería para evitar el golpe de ariete. Además, en el caso de que la concentración a la salida de los equipos de separación no sea la deseada, se han instalado purgas después de estos equipos, para evitar que entren al reactor.

